

# ЭКО-ПОТЕНЦИАЛ

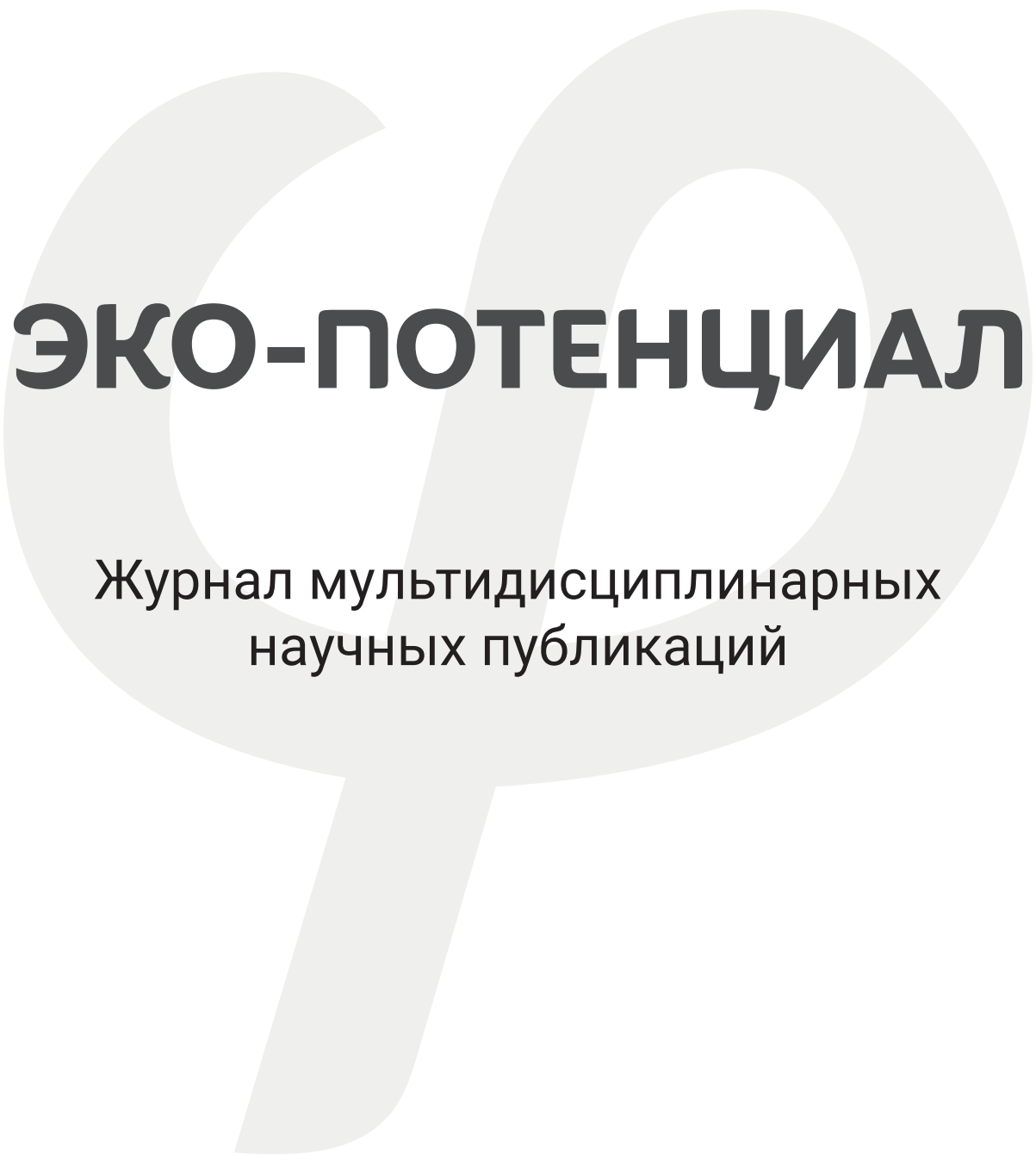
Журнал мультидисциплинарных научных публикаций



---

№ 1 (17) 2017

---



# ЭКО-ПОТЕНЦИАЛ

Журнал мультидисциплинарных  
научных публикаций

---

№ 1 (17) 2017

---

**«ЭКО-ПОТЕНЦИАЛ»**

Ежеквартальный научный журнал (0<sup>+</sup>)

№ 1 (17), 2017, ISSN 2310-2888

Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ66-01070

Все права на журнал принадлежат

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Почтовый адрес редакции научного журнала «Эко-Потенциал»

620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37,

Институт экономики и управления

E-mail: Usoltsev50@mail.ru

Электронный вариант журнала <http://management-usfeu.ru/GurnalEkoPotenzials>

Все статьи регистрируются в РИНЦ.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА:**

**Багинский В.Ф.** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесохозяйственных дисциплин Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси (Гомель, Беларусь).

**Брагина Т.М.** - доктор биологических наук, профессор Костанайского государственного педагогического института (Костанай, Казахстан).

**Вураско А.В.** - доктор химических наук, профессор, директор Института химической переработки растительного сырья и промышленной экологии Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург, РФ).

**Данилин И.М.** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории таксации и лесоустройства Института леса им. В.Н. Сукачёва Сибирского отделения РАН (Красноярск, РФ).

**Доржсүрэн Чимидням** - доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом лесоведения, Институт ботаники Академии наук Монголии (Улан-Батор, Монголия).

**Залесов С.В.** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург, РФ).

**Кащенко М.П.** - доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург, РФ).

**Колтунов Е.В.** - доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения РАН (Екатеринбург, РФ).

**Литовский В.В.** - доктор географических наук, доцент, заведующий сектором размещения и развития производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург, РФ).

**Мехренцев А.В.** - кандидат технических наук, профессор, ректор Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург, РФ).

**Миронова Е.А.** - кандидат филологических наук, доцент кафедры лингвистики и межкультурной коммуникации Ростовского государственного экономического университета (Ростов-на-Дону, РФ).

**Назаров И.В.** - доктор философских наук, профессор кафедры философии Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург, РФ).

**Петрова И.В.** - доктор биологических наук, директор Ботанического сада Уральского отделения РАН (Екатеринбург, РФ).

**Проскуряков М.А.** - доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института ботаники и фитоинтродукции Министерства образования и науки Казахстана (Алматы, Казахстан).

**Чадов Б.Ф.** - доктор биологических наук, действительный член РАЕН, ведущий научный сотрудник Института цитологии и генетики Сибирского отделения РАН (Новосибирск, РФ).

**РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА**

**Усольцев В.А.** - главный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

**Часовских В.П.** - заместитель главного редактора, директор Института экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета, доктор технических наук, профессор.

**Воронов М.П.** - ответственный секретарь, кандидат технических наук, доцент.

## THE EDITORIAL COUNCIL

**Baginskiy V.F.** – Doctor of agricultural sciences, Professor of Department of Forest Sciences of Gomel State University named after f. Skaryna, corresponding member of NAS of Belarus (Gomel, Belarus).

**Bragina T.M.** Doctor of biological sciences, Professor of Kostanai State Pedagogical Institute (Kostanai, Kazakhstan).

**Chadov B.F.** - Doctor of biological sciences, full member of the Russian Academy of Natural Sciences, Leading Scientific Researcher of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, RF).

**Danilin I.M.** – Doctor of agricultural sciences, Professor, Senior Scientific Curator of the V.N. Sukachev Forestry Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Krasnoyarsk, RF).

**Dorjsuren Chimidnyam** - Professor, Dr. Sc. in Biology, Head of Forest Department, Institute of Botany, Mongolian Academy of Sciences (Ulaanbaatar, Mongolia).

**Kashchenko M.P.** - Doctor of physical and mathematical sciences, Professor, Head of the Department of physics of the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg, RF).

**Koltunov E.V.** - Doctor of biological sciences, Professor, Senior Scientific Curator of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, RF).

**Litovskiy V.V.** – Doctor of geographical sciences, Associate Professor, Head of the Department of allocation and development of productive forces of Institute of Economics of the Ural branch of Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, RF).

**Mekhrentsev A.V.** - Candidate of technical sciences, Professor, Rector of the Ural State Forest Engineering University, (Ekaterinburg, RF).

**Mironova E.A.** - Candidate of philological sciences, Associate Professor of Department of Linguistics and cross-cultural communication, Rostov State Economic University (Rostov-on-Don, RF).

**Nazarov I.V.** - Doctor of philosophical sciences, Professor of Philosophy Department of the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg, RF).

**Petrova I.V.** - Doctor of biological sciences, Director of the Botanical Garden of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, RF).

**Proskuryakov M.A.** – Doctor of biological sciences, Chief researcher of Institute of Botany and Phytointroduction, Ministry of Education and Science (Almaty, Kazakhstan).

**Vurasko A.V.** – Doctor of chemistry, Professor, Dean of Engineering-Ecological Faculty of Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg, RF).

**Zalesov S.V.** - Doctor of agricultural sciences, Professor, Scientific vice-rector of the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg, RF).

## THE EDITORIAL BOARD

**Usoltsev V.A.** - Editor-in-chief, Doctor of agricultural sciences, Professor.

**Chasovskikh V.P.** - Deputy Editor, Director of the Institute of Economics and Management of the Ural State Forest Engineering University, Doctor of technical sciences, Professor.

**Voronov M.P.** - Executive Secretary, Candidate of technical sciences, Associate Professor.

## Содержание /Content

|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>КОЛОНКА РЕДАКТОРА.....6</b>                                                                                                                                                                  | <b>EDITORIAL BOARD COLUMN.....6</b>                                                                                                                                              |
| <b>БИОЛОГИЯ</b>                                                                                                                                                                                 | <b>BIOLOGY</b>                                                                                                                                                                   |
| <b>Драгавцев В.А.</b><br>Он хотел вволю накормить человечество (памяти академика Н.И. Вавилова).....7                                                                                           | <b>Dragavtsev V.A.</b><br>He wanted to feed all the humanity (to the memory of academician N.I. Vavilov).....7                                                                   |
| <b>Усольцев В.А., Колчин К.В., Воронов М.П.</b><br>Фиктивные переменные и смещения всеобщих аллометрических моделей при локальной оценке фитомассы деревьев (на примере <i>Picea</i> L.).....22 | <b>Usoltsev V.A., Kolchin K.V., Voronov M.P.</b><br>Dummy variables and biases of allometric models when local estimating tree biomass (on an example of <i>Picea</i> L.).....22 |
| <b>Колчин К.В., Марковская Е.В., Азарёнок В.А.</b><br>Оценка биологической продуктивности лесов: от пробной площади - к автоматизированной системе пространственного анализа.....40             | <b>Kolchin K.V., Markovskaya E.V., Azarenok V.A.</b><br>Estimating forest biological productivity: from a sample plot to the automatic space analysis system.....40              |
| <b>Усольцев В.А., Воронов М.П., Колчин К.В.</b><br>Структура фитомассы деревьев лесобразующих пород в трансконтинентальных градиентах Евразии.....55                                            | <b>Usoltsev V.A., Voronov M.P., Kolchin K.V.</b><br>Single-tree biomass structure of forest-forming species in transcontinental gradients of Eurasia.....55                      |
| <b>ЭКОНОМИКА</b>                                                                                                                                                                                | <b>ECONOMY</b>                                                                                                                                                                   |
| <b>Филиппова Д.Н., Азаренок В.А., Добрачев А.А.</b><br>Биоэнергетика как альтернатива существующей энергетике.....72                                                                            | <b>Filippova D.N., Azarenok V.A., Dobrachev A.A.</b><br>Bioenergetics as an alternative to conventional energetics .....72                                                       |
| <b>ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ</b>                                                                                                                                            | <b>IMAGE PROCESSING AND PATTERN RECOGNITION</b>                                                                                                                                  |
| <b>Лабунец В.Г., Часовских В.П., Остхаймер Е.</b><br>Клиффордовские модели многоканальных изображений, возникающих в Visual cortex .....78                                                      | <b>Labunets V.G., Chasovskikh V.P., Ostheimer E.</b><br>Cliffordean models of multichannel images in Visual cortex.....78                                                        |
| <b>Лабунец В.Г., Часовских В.П., Остхаймер Е.</b><br>Криптосистемы с открытым ключом, основанные на линейных кодах над некоммутативными алгебрами.....88                                        | <b>Labunets V.G., Chasovskikh V.P., Ostheimer E.</b><br>Public key cryptosystems based on linear codes over noncommutative algebras.....88                                       |
| <b>Лабунец В.Г., Остхаймер Е.</b><br>Агрегационный подход к нелинейной фильтрации. Часть 1. SISO-фильтры.....95                                                                                 | <b>Labunets V.G., Ostheimer E.</b><br>Aggregation approach to nonlinear filtering. Part 1. SISO-filters.....95                                                                   |
| <b>Лабунец В.Г., Остхаймер Е.</b><br>Агрегационный подход к нелинейной фильтрации. Часть 2. MIMO-фильтры.....110                                                                                | <b>Labunets V.G., Ostheimer E.</b><br>Aggregation approach to nonlinear filtering. Part 2. Fréchet MIMO- filters.....110                                                         |
| <b>КУЛЬТУРОЛОГИЯ</b>                                                                                                                                                                            | <b>CULTURAL STUDIES</b>                                                                                                                                                          |
| <b>Иванов А.В., Журавлева С.М.</b><br>Сибирь как пространство мира и культурного диалога.....127                                                                                                | <b>Ivanov A.V., Zhuravleva S.M.</b><br>Siberia as a territory of peace and cultural dialogue.....127                                                                             |

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Линник Ю.В.</b><br>Пучина.....132                                                                                                                                  | <b>Linnik Yu.V.</b><br>«Puchina».....132                                                                                                                                      |
| <b>Линник Ю.В.</b><br>Древо жизни в архитектуре финского модерна.....139                                                                                              | <b>Linnik Yu.V.</b><br>The tree of life in the architecture of Finnish Art Nouveau .....139                                                                                   |
| <b>Усольцев В.А.</b><br>Взгляды князя П.А. Кропоткина и профессоров В.Ю. Катасонова и С.С. Сулакшина на общину, государство и социализм: мост через столетие .....145 | <b>Usoltsev V.A.</b><br>Views of Prince P.A. Kropotkin and Professors V.Yu. Katasonov and S.S. Sulakshin on commune, state and socialism: a bridge across the century.....145 |
| <b>ОБРАЗОВАНИЕ</b>                                                                                                                                                    | <b>EDUCATION</b>                                                                                                                                                              |
| <b>Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.</b><br>Формирование профессиональных компетенций в профилактической деятельности будущего специалиста .....158                     | <b>Gedulyanova N.S., Gedulyanov M.T.</b><br>The formation of professional competences in the prophylactic activity of the future expert .....158                              |
| <b>ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ</b>                                                                                                                                             | <b>DISCUSSION CLUB</b>                                                                                                                                                        |
| <b>Клёсов А.А.</b><br>Возражения по поводу «метания бисера перед критиками».....164                                                                                   | <b>Klyosov A.A.</b><br>Objections to the «throwing of beads before critics».....164                                                                                           |
| <b>Шевелев И.Ш.</b><br>Единицы естественной геометрии (3-е сообщение).....184                                                                                         | <b>Shevelev I.S.</b><br>The natural geometry units. The 3 <sup>rd</sup> part.....184                                                                                          |
| <b>Линник Ю.В.</b><br>Офелия.....203                                                                                                                                  | <b>Linnik Yu.V.</b><br>Ophelia.....203                                                                                                                                        |
| <b>Неруш Б.А.</b><br>Как можно решить «Стратегию национальной безопасности РФ»?.....206                                                                               | <b>Nerush B.A.</b><br>How can one solve “The strategy of national security of the Russian Federation”?.....206                                                                |
| <b>ПУТЕШЕСТВИЯ</b>                                                                                                                                                    | <b>TRAVELS</b>                                                                                                                                                                |
| <b>Алексеев В.А.</b><br>На берегу Маклая.....216                                                                                                                      | <b>Alekseev V.A.</b><br>On the seashore by Maclay.....216                                                                                                                     |
| <b>НАШИ ЮБИЛЯРЫ</b> .....219                                                                                                                                          | <b>OUR HEROS OF THE DAY</b> .....219                                                                                                                                          |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....224                                                                                                                                            | <b>APPENDIX</b> .....224                                                                                                                                                      |

Выпуск открывается статьей академика РАН В.А. Драгавцева «Он хотел вволю накормить человечество», в которой описана жизнь и трагическая судьба академика Н.И. Вавилова, выведшего российскую науку о генетических ресурсах растений на лидирующие позиции в мире, создавшего самый ценный на Земле банк генов культурных растений и их диких сородичей, принесшего уважение и мировое признание российской генетике и растениеводству и погибшего в борьбе с лженаукой («лысенковщиной»), поддерживаемой диктатором Сталиным. В этом же разделе «Биология» проанализирована история развития научного направления «Биологическая продуктивность лесных экосистем», прошедшего путь от её эмпирической оценки на отдельных пробных площадях (1960-70 гг.) – до современной автоматизированной системы пространственного анализа биопродуктивности лесов на основе СУБД “ADABAS” и приложений “Natural”. Завершается раздел статьей В.А. Усольцева с соавторами, в которой впервые установлены и проанализированы трансконтинентальные климатические градиенты фракционного состава фитомассы деревьев пяти основных лесообразующих пород Евразии. Раздел «Экономика» представлен статьей аспирантки Д.Н. Филипповой с соавторами «Биоэнергетика как альтернатива существующей энергетике», посвященной вопросам и поиску альтернативы традиционным источникам энергии.

В статьях проф. В.Г. Лабунца с соавторами (раздел «Обработка изображений и распознавание образов») предлагаются новые теоретические конструкции для обработки многоканальных изображений, в частности, показано, что аппарат гиперкомплексных алгебр и алгебр Клиффорда более адекватно описывает процессы обработки и распознавания цветных и многоспектральных 2D-, 3D- и nD- изображений, чем векторно-матричный математический аппарат, и предполагается, что отдел VС головного мозга имеет способность оперировать как устройством, работающее в алгебре Клиффорда. Предложены новые криптосистемы, основанные на линейных кодах над алгебрами Клиффорда с быстрой процедурой кодирования/декодирования, использующей преобразование Фурье-Клиффорда-Галуа, а также новый класс SISO-фильтров, которые основываются на теории агрегационных фильтров, и расширяется понятие медианы Фреше до обобщенной медианы, которая минимизирует стоимостную функцию Фреше в форме агрегационной функции (вместо тривиальной суммы) от расстояний.

В статье А.В. Иванова и С.М. Журавлевой «Сибирь как пространство мира и культурного диалога» (раздел «Культурология») представлен анализ миротворческого потенциала Сибири, что приобретает особое значение в условиях нарастающей глобальной конфронтации и ксенофобии. В этом же разделе проф. Ю.В. Линник пишет о некоторых особенностях архитектуры в русском и финском культурном наследии. Завершается раздел статьёй В.А. Усольцева, посвящёнными обзором творчества русских мыслителей П.А. Кропоткина, В.Ю. Катасонова и С.С. Сулакшина, их взглядов на общину, государство и социализм. В разделе «Образование» рассмотрены вопросы формирования профессиональных компетенций в профилактической деятельности будущего специалиста.

В дискуссионном разделе профессор А.А. Клёсов приводит доводы в защиту ДНК-генеалогии от нападок дилетантов. Получает дальнейшее развитие тема единиц естественной геометрии И.Ш. Шевелёва, в которой, как он предполагает, скрыты сакральные знания Высокой цивилизации, знания, которыми эта цивилизация владела и стремилась сохранить на Земле. Получила также продолжение тема «энергоденег» Б.А. Неруша.

Впервые введена в структуру журнала рубрика «Наши юбиляры», посвящённая знаменательным биографическим датам профессорского состава УГЛТУ.

В.А. Усольцев.

**БИОЛОГИЯ**

УДК 582.475:631.523

**В.А. Драгавцев****V.A. Dragavtsev**

Агрофизический институт ФАНО, г. Санкт-Петербург

**ОН ХОТЕЛ ВВОЛЮ НАКОРМИТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВО...****(памяти академика Н.И. Вавилова)****HE WANTED TO FEED ALL THE HUMANITY****(to the memory of academician N.I. Vavilov)**

*«Только жизнь для других – есть жизнь, которую стоит прожить» (А. Эйнштейн).*

*«Вы любите жизнь? Тогда не расточайте время – материю жизни» (Б. Франклин).*

*«Жизнь коротка, надо спешить» (Н.И. Вавилов).*



**Ключевые слова:** *Н.И. Вавилов, научная, организационная и общественная деятельность, экспедиции, конгрессы, центры происхождения культурных растений, закон гомологических рядов, борьба с лысенковщиной, арест, гибель в тюрьме.*

В статье описана жизнь акад. Н.И. Вавилова, его научная, организационная, общественная деятельности. Он вывел российскую науку о генетических ресурсах растений на лидирующие позиции в мире, создал самый ценный на Земле банк генов культурных растений и их диких сородичей, принес уважение и мировое признание российской генетике и растениеводству. Он трагически погиб в борьбе с лженаукой, поддерживаемой диктатором Сталиным. Однако год от года его работы и его коллекция генов приобретают все большее значение в борьбе с голодом на планете Земля, а его имя и научный подвиг становятся известными и почитаемыми во всех странах Мира.

**Keywords:** *N.I. Vavilov, scientific, organizational and social activities, expeditions, congresses, centres of origin of cultivated plants, law homologue series, fighting against Lysenko, arrest, death in prison.*

Scientific, organizational and social activities of academician N.I. Vavilov are described. He leaded out the Russian science in field of genetic resources on leadering positions in world, created most valuable genebunk of cultivated plants and their wild relatives, presented world acknowledgement to Russian genetics and plant cultivation. He tragically perished in struggle with lie-science which was supported by dictator Stalin. But from year to year his scientific work and his collections of genes have more and more significance in struggle with starvation on planet Earth, and his name and scientific exploit begin be wide well-known and esteemed in all countries of the world.

**Драгавцев Виктор Александрович** – главный научный сотрудник Агрофизического научно-исследовательского института, экс-директор Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Вавилова (ВИР), доктор биологических наук, профессор генетики, академик РАН, РАЕН, член Лондонского Королевского Линнеевского общества; академик Академии сельскохозяйственных наук Чехии, Аграрной Академии Словакии, почетный профессор университетов в г. Нитра, Саратове, Луганске, заслуженный деятель науки России, специалист в области популяцион-

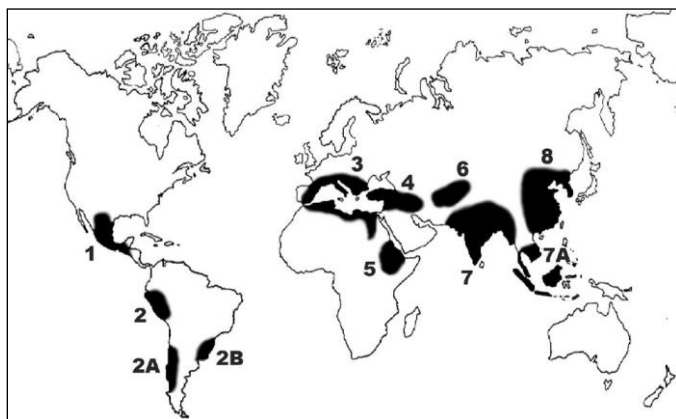
ной, количественной, экологической генетики растений и в области теории селекции растений (г. Санкт-Петербург). Тел./факс: (812)316-44-48; E-mail: [dravial@mail.ru](mailto:dravial@mail.ru).

**Dragavtsev Victor Aleksandrovich** - Doctor of biological sciences, professor, Academician of Russian Academy of sciences, chief researcher at the Agrophysical institute (Saint-Petersburg). Phone/Fax: (812)316-44-48; e-mail: [dravial@mail.ru](mailto:dravial@mail.ru).

Великий ученый Николай Иванович Вавилов родился 25 ноября 1887 г. в Москве, в семье крупного купца и промышленника. В 1906 г. он закончил коммерческое училище и поступил учиться в «Петровку» – ныне РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Его учителями в институте были агрохимик, автор теории питания растений, впоследствии академик Д.Н. Прянишников и селекционер Д.Л. Рудзинский (Баутин, Глазко, 2011).

С 1911 г. Вавилов работал в Бюро по прикладной ботанике (Санкт-Петербург) под руководством замечательного знатока зерновых культурных растений Р.Э. Регеля и ботаника, миколога и фитопатолога, будущего члена-корреспондента АН СССР А.А. Ячевского. В 1913 году Н.И. Вавилов направлен за границу для завершения образования, где он работал в лабораториях лучших ученых Англии, Франции и Германии. Он изучал иммунитет растений в различных биологических и агрономических центрах Англии, Франции и Германии, в частности, у одного из основоположников генетики У. Бэтсона, стажировался у биометрика Р.Г. Пеннета и Э. Геккеля – одного из крупнейших биологов рубежа XIX-XX веков. Не завершив программу стажировки (из-за первой мировой войны 1914 года) он с серьезными приключениями вернулся в Россию, а груз его книг и образцов семян погиб вместе с кораблем, торпедированным немцами (Баутин, Глазко, 2007а).

В 1916 г. Н.И. Вавилова направили в Персию, чтобы установить причины загадочной болезни, от которой страдали и умирали русские солдаты. Н.И. Вавилов быстро нашел семена ядовитого плевела в мешках с зерном пшеницы, из которой пекли хлеб для солдат, и полностью устранил отравление русских воинов. Вавилов именно тут впервые занялся проблемой происхождения культурных растений, что затем стало главным интересом его жизни (Баутин, Глазко, 2007б). Можно согласиться с мнением В.М. Баутина и В.И. Глазко, что учеба и работа в Петровке и первая экспедиция в Среднюю Азию (Туркменистан, Таджикистан), на Памир (Шунган, Рушан и Хорог) и Иран (Хамадан и Хорасан) радикально изменили мировоззрение Н.И. Вавилова. Это первое путешествие поразило воображение Н.И. Вавилова богатством встреченных новых растительных форм. Последующая работа по анализу собранных коллекций, высеваемых на полях Петровки, изменили его мироощущение и дали ему материал для установления закона гомологических рядов, истории культурной ржи, обоснования центров происхождения культурных растений и особенности развития аграрной цивилизации (Глазко, Баутин, 2012в).



*Центры происхождения культурных растений (Harlan, 1995):*

1. Центральноамериканский,
2. Южноамериканский,
3. Средиземноморский,
4. Переднеазиатский,
5. Абиссинский,
6. Среднеазиатский,
7. Индостанский,
- 7А. Юговосточноазиатский,
8. Восточноазиатский.

Учение о центрах происхождения дало миру совершенно новое представление о географическом расселении культурных растений и заставило обращать внимание на экологическую приуроченность видов и сортовых групп. В результате существенным компонентом мировых исследований Н.И. Вавилова стало изучение и собирание образцов культурных растений в различных, часто удаленных странах. После первой экспедиции Н.И. Вавилова заинтересовали территории древних земледельческих цивилизаций и горные регионы различных стран. На основании этих исследований он подошел к пониманию распределения основных центров происхождения культурных растений (Глазко, Баутин, 2012б). Для него стало ясно, что наиболее интересный материал, связанный с происхождением культурных растений, находится на Юго-Востоке, что стало его первым шагом к определению центров происхождения культурных растений и зарождения аграрных цивилизаций. Результаты своих исследований, относящиеся к проблеме происхождения культурных растений, Н.И. Вавилов впервые опубликовал в 1917 году в статье «О происхождении культурной ржи», написанной по итогам первой экспедиции в 1916 году на Памир (Вавилов, 1987; Глазко, Баутин, 2012б).

25 октября 1917 г. Вавилова избрали помощником заведующего Отделом прикладной ботаники Р.Э. Регеля в С.-Петербурге. В период 1917–1920 гг. Н.И. Вавилов публикует книги «Полевые культуры Юго-Востока», «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» и открывает закон гомологических рядов, установивший параллелизм в наследственной изменчивости родственных групп растений. В июне 1920 г. он доложил свой закон III Всероссийскому съезду селекционеров в Саратове. Съезд направил в Совнарком телеграмму: «Этот закон представляет крупнейшее событие в мировой биологической науке, соответствуя открытиям Менделеева в химии, и открывает самые широкие перспективы для практики...». Почвовед и агроном академик Н.М. Тулайков сказал: «Что можно добавить к этому докладу? Могу сказать только одно: не погибнет Россия, если у нее есть такие сыны, как Николай Иванович Вавилов» (цит. по: Есаков, 2008).

После смерти Р.Э. Регеля Вавилов с марта 1921 г. возглавил Бюро прикладной ботаники. С этого времени начинается быстрое, не имеющее аналогов в мировой практике, развитие данного научного учреждения. На базе Отдела прикладной ботаники решением Совнаркома в 1924 году был создан Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур (ВИПБиНК), с 1930 года переименованный во Всесоюзный институт растениеводства (ВИР). (В 1967 году ВИРу присвоено имя его создателя – Николая Ивановича Вавилова). Вожди большевиков в 1920-е годы высоко ценили Н.И. Вавилова. Управляющий делами Совнаркома академик Н.П. Горбунов при назначении Николая Ивановича директором ВИРа назвал его «ученым мирового масштаба, пользующимся громадным авторитетом как в нашем Союзе, так и в Западной Европе и Америке». В 1921-23 гг. Вавилов, изучая мировые растительные ресурсы, посетил США, Канаду, Англию, Францию, Германию, Швецию и Голландию, где знакомился с крупнейшими научными центрами (Резник, 1968). В 1924 г. – путешествие в Афганистан, в 1925 г. – в Хорезм, в 1926-27 гг. – во все страны Средиземноморья, Абиссинию и Эритрею. В 1926 г. Вавилов в числе первых пяти советских ученых получил премию имени В.И. Ленина «за исследования культурных растений и разработку вопроса об их происхождении». В 1927 г. Вавилов возглавил советскую делегацию на V Международном генетическом конгрессе в Берлине, где выступил с докладом «О мировых центрах генов культурных растений». В 1929 году Вавилов, изучая мировые растительные ресурсы, посетил Западный Китай, Японию, Тайвань, Корею, в 1930 г. – США, Центральную Америку и Мексику, в 1932-33 гг. – Юкатан, Перу, Бразилию, Боливию, Чили, Аргентину, Уругвай, Тринидад, Кубу, Пуэрто-Рико.

В 1921 г. Н.И. Вавилов избран членом-корреспондентом, а в январе 1929 г. – академиком АН СССР и АН УССР. В 1929 г. основали Всесоюзную академию сельско-

хозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ), и Н.И. Вавилов стал ее президентом. В 1931 г. он избран президентом Всесоюзного (Русского) географического общества. В 1932 г. его избрали вице-президентом VI-го Международного конгресса по генетике в Итаке, США (Дубинин, 1990). В 1933 г. Н.И. Вавилов создал Институт генетики АН СССР и был назначен его директором.



*Н.И. Вавилов, Т.Г. Морган и Н.В. Тимофеев-Ресовский на Международном генетическом конгрессе в Итаке, США. 1932 г. Фото из архива Российской академии наук.*

Николай Иванович не скрывал своего скептического отношения к коммунистическим идеям, оставался беспартийным. По указанию Сталина, начиная с 1930 года, НКВД организовал слежку за ученым. Все его высказывания фиксировались и накапливались в секретных делах.

В 1932 г. его предупредили о том, что, не вступив в партию, он не сможет выезжать за границу. Однако он отказался (Сойфер, 1989; Рокитянский и др., 1999, 2000).

Гениальность научного предвидения Н.И. Вавилова в сочетании с организационными способностями, мужеством и энергией способствовали стремительному созданию в ВИРе уникальной мировой коллекции растительного генофонда, которая уже при жизни Н.И. Вавилова достигла 250 тысяч образцов. За время работы Н.И. Вавилова до его ареста ВИР направил в различные научные учреждения около 5 млн. пакетов семян, свыше 1 млн. черенков для прививок плодовых растений. В 1934 году мировая коллекция ВИР насчитывала более 200 тысяч образцов, представляющих 304 рода, 2260 видов, и была крупнейшей в мире. Именно поэтому в 1934 г. английские профессора А. Грей, В.Д. Купер и Д. Лоуренс в отчете правительству Великобритании писали: «Ни в одной стране, кроме как в России, не ведется в таком широком масштабе работа по изучению и мобилизации культурных и дикорастущих растений со всего Земного шара для практического использования в селекции. Если русские, даже частично, осуществляют свои грандиозные планы, то и тогда они внесут огромный вклад в мировое растениеводство» (цит. по: Александров, 1992). Это была объективная оценка уникальной работы Н.И. Вавилова, его соратников и учеников. Всего Вавилов организовал и провел (с личным участием) более 50 экспедиций (очень часто с риском для жизни), охватывавших все континенты Земли, кроме Австралии и Антарктиды.

Одна из причин травли Вавилова - появление на небосклоне науки агронома Т.Д. Лысенко, который был охарактеризован позднее в «Британской энциклопедии» «как самый знаменитый псевдоученый XX века». Он пришелся по душе Сталину и своим крестьянским происхождением, и обещаниями при помощи яровизации быстро поднять урожайность сельскохозяйственных культур, а также горячей приверженностью «паханской» политике генсека и склонностью переносить в науку методы идеоло-

гической борьбы. «Браво, товарищ Лысенко, браво!», – такими словами Сталин заключил на Втором съезде колхозников-ударников речь полубившегося ему оратора, когда тот назвал своих научных оппонентов врагами народа. В 1935 г. Лысенко стал академиком ВАСХНИЛ, в 1938 г. – ее президентом, а в 1939 г. – действительным членом АН СССР. Восхождение Лысенко во власть сопровождалось жестокими репрессиями, арестами и расстрелами биологов, генетиков, почвоведов, селекционеров. В их числе оказались и многие сотрудники возглавляемых Н.И. Вавиловым институтов (Медведев, 1993).

Сталину и его окружению были нужны от биологии и сельскохозяйственной науки сказочные урожаи. Они хотели «сказку сделать былью», причем сейчас и сразу. Ждать, пока постепенно проявятся результаты многолетней научной работы, они не собирались. Во второй половине 1934 г. были отменены празднование 10-летия ВИРа и чествование Вавилова в связи с 25-летием его научной деятельности. В 1935 г. ученого не избрали в ЦИК СССР, он вынужден был оставить пост президента ВАСХНИЛ и стал вице-президентом. В 1937 г. на государственном уровне не было отмечено 50-летие ученого (Эфроимсон, 1989).

В 1937 г. Вавилов получил очередной «подарок» от Сталина: было запрещено проведение в СССР VII-го Международного конгресса генетиков. Тогда Международный совет по генетике решил перенести его в Эдинбург, а Вавилова избрали его президентом. Однако власти запретили ученому ехать на конгресс. Вместо Вавилова в Эдинбурге председательствовал британский генетик Ф. Крю. Он сказал: «Вы пригласили меня играть роль, которую так украсил бы Вавилов. Вы надеваете его мантию на мои, не желающие этого, плечи. И если я в ней буду выглядеть неуклюже, то вы не должны забывать – эта мантия сшита для более крупного человека» (Сойфер, 1989).

26 августа 1939 г. Вавилов писал Г.Дж. Мёллеру: «Мы все являемся интернационалистами и в нашей работе не отделяем себя от мировой науки». Эта абсолютно правильная научная позиция не устраивала «отца народов» и раньше, и позже: «У нас разглагольствуют об интернационализации науки. Идея интернационализации науки – это шпионская идея. Таких ученых надо бить!» (И. Сталин, 1947 г. Резолюция красным карандашом на книге профессоров Ключевой и Роскина «Биохимия злокачественных опухолей», АМН, 1946). В мае 1939 г. по предложению Лысенко ВАСХНИЛ не утверждает отчет ВИРа. Труд тысячного коллектива признается бесполезным, руководство ВИРа – порочным. «Вавилон должен быть разрушен» – эта фраза И.И. Презента (идеолога Лысенко) откровенно тиражируется в коридорах ВАСХНИЛ и в Правительстве (Вавилов и др. 1993).

Положение в советской генетике было очень тяжелым. Т.Д. Лысенко и его группа благодаря поддержке со стороны Сталина, Молотова и других высших руководителей страны организовала травлю Н.И. Вавилова и его ближайших соратников, достигшую к этому времени своего апогея. В конце 1930-х годов Сталин и Молотов неоднократно проявляли пренебрежительное отношение к Вавилову. Его травили в прессе. На сессиях ВАСХНИЛ Лысенко пытался опорочить ученого и возглавляемый им ВИР, внедрить в руководство института своих приверженцев, поставить под сомнение основополагающие принципы генетики. Вавилов относился к Лысенко без всякой враждебности. Некоторые биографы даже упрекают его в том, что он будто бы содействовал его возвышению. Однако такой упрек вряд ли справедлив. Просто Вавилов искренне считал Лысенко способным агрономом и помогал ему, как и всем остальным ученым. Но когда во второй половине 1930-х годов Николай Иванович осознал опасность его взглядов и действий для генетики, биологии и сельскохозяйственной науки, он открыто и решительно выступил против лысенковщины. Именно эта принципиальная научная позиция и стала главной причиной ареста и расправы над ним (Левина, 1995).

Именно противостояние идеям Лысенко было инкриминировано академику в письме наркома внутренних дел Л.П. Берии В.М. Молотову от 16 июля 1939 г. «НКВД, – говорилось в нем, – рассмотрел материалы о том, что после назначения Лысенко Т.Д. президентом Академии сельскохозяйственных наук Вавилов Н.И. и возглавляемая им буржуазная школа так называемой «формальной генетики» организовала систематическую кампанию с целью дискредитировать Лысенко как ученого. Поэтому прошу Вашего согласия на арест Вавилова Н.И.» (Вавилов, 2004).

В экспедиции по Западной Украине (район Черновиц) 6 августа 1940 г. Н.И. Вавилова арестовали. Момент ареста (август 1940 г.) был выбран, очевидно, не случайно. В сентябре 1939 г. началась вторая мировая война. К лету 1940 г. Франция была повержена, непосредственная угроза нависла и над Великобританией. В этих условиях можно было «изолировать» известного во всем мире ученого, не опасаясь энергичных протестов международной общественности. Однако НКВД все же принял меры, чтобы избежать огласки. Николая Ивановича взяли не в столице, а в Западной Украине, причем это было сделано так, чтобы окружающие не смогли узнать о самом факте ареста (Вавилов, Рокитянский, 1993). Подтверждением этого может служить то, что в отличие от многих других арестованных академиков, Николай Иванович не был исключен из АН СССР на Общем собрании. Курсировали слухи, что он в экспедиции или сбежал за границу. Ни одно сообщение об аресте, следствии, а затем приговоре не просочилось на страницы газет. О судьбе ученого не было известно даже его семье. В результате западные ученые, да и отечественные, долгое время практически ничего не знали о расправе. Какая-то утечка информации вскоре, однако, произошла. Об аресте узнал, например, академик Д.Н. Прянишников и в начале 1940-х годов предпринял отчаянные попытки спасти своего гениального ученика.

«Этот арест – одна из самых больших ошибок власти с государственной точки зрения», – подчеркнул основоположник геохимии и создатель теории о ведущей роли живых существ в геохимических процессах академик В.И. Вернадский. После ареста Н.И. Вавилова большинство сотрудников ВИР прекратили какие-либо контакты с семьей Вавилова, боясь преследований со стороны НКВД.

Жена Н.И. Вавилова, его брат и некоторые друзья и сотрудники делали все возможное, пытаясь вызволить его из тюрьмы. В октябре 1940 г. его жена Т. Барулина ездила в Москву и с огромным трудом попала на прием к прокурору СССР Бочкову (Рокитянский и др., 1999, 2000). В конце мая 1941 г. семья Вавилова приехала в подмосковный поселок Ильинское (по Казанской железной дороге) по приглашению жены Георгия Дмитриевича Карпеченко, чтобы провести лето на даче отца Галины Сергеевны Карпеченко Сергея Ивановича Осипова. Будучи родственниками арестованного НКВД Г.Д. Карпеченко, они не побоялись пригласить жить летом 1941 г. на своей даче семью Н.И. Вавилова (Есаков, 2008).

Галина Сергеевна, пригласив семью Н.И. Вавилова на лето на свою дачу в Ильинском, фактически спасла им жизнь. Если бы они остались после начала войны в Ленинграде, то погибли бы в Ленинградскую блокаду (Есаков, 2008). Жена Н.И. Вавилова (Барулина) погибла бы быстро, она ведь была инвалидом 1-й группы. Эвакуировать их вместе с Институтом растениеводства в Красноуфимск лысенковская администрация ВИРа не стала бы, ибо они были членами семьи «врага народа» Н.И. Вавилова.

В течение года Н.И. Вавилова допрашивали 400 раз, общая продолжительность допросов – 1700 часов. 9 июня 1941 г. его приговорили к расстрелу с конфискацией имущества (Рокитянский и др., 1999, 2000).

#### ПРИГОВОР

*Именем Союза Советских Социалистических Республик  
Военная Коллегия Верховного Суда Союза ССР  
в составе:*

*Председательствующего Диввоенюриста СУСЛИНА*

*Членов: Диввоенюриста ДМИТРИЕВА и Бригвоенюриста КЛИМИНА*

*При секретаре мл. военном юристе МАЗУРОВЕ*

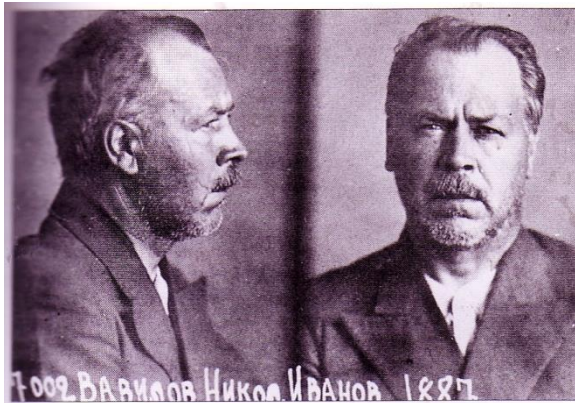
*В закрытом судебном заседании в гор. Москве 9 июля 1941 года рассмотрела дело по обвинению:*

*ВАВИЛОВА Николая Ивановича, 1887 г.р., бывш. директора Всесоюзного института Растениеводства, вице-президента Сель. хоз. академии наук им. Ленина и члена Академии наук СССР в преступл., предусмотр. ст.ст. 58-1 «а», 58-7, 58-9 и 58-11 УК РСФСР.*

*Предварительным и судебным следствием установлено, что Вавилов в 1925 году являлся одним из руководителей антисоветской организации, именовавшейся «Трудовая Крестьянская Партия», а с 1930 года являлся активным участником антисоветской организации правых, действовавшей в системе Наркомзема СССР и некоторых научных учреждений СССР, Вавилов, используя служебное положение Президента Сельско-хозяйственной Академии, директора Института растениеводства, директора Института генетики и, наконец, вице-президента Сельскохозяйств. академии наук им. Ленина и члена Академии наук СССР, в интересах антисоветской организации проводил широкую вредительскую деятельность, направленную на подрыв и ликвидацию колхозного строя и на развал и упадок социалистического земледелия в СССР. Кроме того, Вавилов, преследуя антисоветские цели, поддерживал связи с иностранными белоэмигрантскими кругами и передавал им сведения, являющиеся государственной тайной Советского Союза.*

*Признавая виновным Вавилова в совершении преступлений, предусмотренных ст.ст. 58-1а, 58-7, 58-9 и 58-11 УК РСФСР, Военная Коллегия Верховного Суда Союза ССР приговорила: Вавилова Николая Ивановича подвергнуть высшей мере уголовного наказания – расстрелу, с конфискацией имущества, лично ему принадлежащего. Приговор окончательный и обжалованию не подлежит.*

*Председательствующий (подпись) Члены (подписи).*



*Николай Иванович Вавилов (1887-1943).  
Фото из архивов ГУЛАГ.*

*Получив бланки «о порядке подачи им ходатайства о помиловании», Вавилов отправил их в Президиум Верховного Совета СССР. Однако, вскоре был получен отказ.*

#### **ВЫПИСКА**

*из протокола заседания Президиума Верховного Совета СССР № 9/124сс 26 июля 1941 года, гор. Москва.*

*СЛУШАЛИ: 283 Ходатайство о помиловании ВАВИЛОВА Николая Ивановича, осужденного 9 июля 1941 года приговором Военной Коллегии Верховсуда СССР в гор. Москве к высшей мере наказания по ст. ст. 58-1 «а», 58-7, 58-9 и 58-11 УК РСФСР.*

*ПОСТАНОВИЛИ: Ходатайство о помиловании ВАВИЛОВА Н.И. отклонить. ВЕРНО: ст. секретарь Военной Коллегии Верховсуда СССР военный юрист 3 ранга (МАЗУРОВ).*

Огромным уважением пользовался Н.И. Вавилов у зарубежных коллег: он был членом Лондонского Королевского Линнеевского Общества, Испанского общества испытателей природы, Американского ботанического общества, Лондонского Королевского общества садоводов, Индийской и Аргентинской академий наук, членом-корреспондентом Шотландской и Германской академий наук. В 1932 г. он был избран вице-президентом 6-го Международного Конгресса по генетике в г. Итака (США).

Вавилов опубликовал более 500 научных трудов, в том числе 48 книг. Многие его статьи и книги были опубликованы за рубежом. 5 марта 1942 г. одна из старейших научных академий Европы – Лондонское Королевское Общество, - не зная о судьбе Вавилова, выдвинула его (вместе с итальянским физиком, нобелевским лауреатом Э. Ферми, американским генетиком, нобелевским лауреатом Г. Мёллером и советским математиком И.М. Виноградовым) в свои члены, и 23 апреля 1942 г. избрание состоялось.

В мае 1942 г. это стало известно в Москве, и в июне 1942 г. зам. Комиссара внутренних дел В.Н. Меркулов обратился к председателю Верховного суда СССР В. Ульриху с просьбой отменить смертную казнь Вавилову.

13 июня 42 г.

*Председателю Военной Коллегии Верховного Суда Союза ССР - Армвоенюристу № 52/8996 тов. УЛЬРИХ.*

*8 июля 1941 года Военной Коллегией Верховного Суда Союза ССР осужден к ВМН за преступления, предусмотренные статьями 58 п. 10, 11 и 17-58 п. 8 УК РСФСР бывший академик ЛУППОЛ Иван Капитонович, 1896 года рождения, уроженец гор. Ростова на Дону.*

*9 июля 1941 года Военной Коллегией Верховного Суда Союза ССР осужден к ВМН за преступления, предусмотренные статьями 58 п. 1 «а» и 58 п.п. 7, 9, 11 УК РСФСР бывший вице-президент Сельскохозяйственной академии им. Ленина ВАВИЛОВ Николай Иванович, 1887 года рождения, уроженец гор. Москвы.*

*Ввиду того, что указанные осужденные могут быть использованы на работах, имеющих серьезное оборонное значение, НКВД СССР ходатайствует о замене им высшей меры наказания заключением в исправительно-трудовые лагеря НКВД сроком на 20 лет каждого.*

*Ваше решение прошу сообщить.*

*Заместитель народного комиссара внутренних дел СССР Меркулов.*

Н.И. Вавилов написал прошение, и смертную казнь заменили 20-ю годами тюрьмы. Но было поздно: 26 января 1943 г. Вавилов умер в саратовской тюрьме от дистрофии (голода). Точный диагноз неизвестен, по другим данным - от сердечной недостаточности (Рокитянский и др., 1999, 2000).

С 1945 года на Западе стали появляться некрологи. Лидер мировой генетики хлопчатника американец С.К. Харланд писал: «Множество друзей в Европе и Америке будут оплакивать его смерть. Наука будет помнить его достижения, которые переживут его личное несчастье». Англичанин Т.Г. Гексли, доказавший морфологическую близость человека и высших обезьян, птиц и пресмыкающихся, медуз и полипов, писал «о трагической судьбе одного из лучших ученых, коего когда-либо производила на свет Россия». Иностранные члены АН СССР нобелевские лауреаты – фармаколог и физиолог Г.Х. Дейл и генетик Г. Мёллер в знак протеста против расправы с Вавиловым подали в 1948 г. заявления о выходе из членов АН СССР (Сойфер, 1989).

20 августа 1955 г. Главная военная прокуратура СССР отправила жене Н.И. Вавилова письмо о прекращении его дела за отсутствием состава преступления (Рокитянский и др., 1999, 2000)...

## ВЕРХОВНЫЙ СУД СОЮЗА ССР

*Определение № 4 н-011514/55 Военной Коллегии Верховного Суда СССР*

*В составе председательствующего полковника юстиции Лихачева, членов полковников юстиции Дашина и Сенина рассмотрено в заседании от 20 августа 1955г.:*

*Заключение Главного Военного Прокурора по делу Вавилова Николая Ивановича, рожд. 1887 г., урож. гор. Москвы, осужденного 9 июля 1941 г. Военной Коллегией Верховного Суда СССР по ст. ст. 58-1 «а», 58-7, 58-9 и 58-11 УК РСФСР к расстрелу с конфискацией имущества.*

*23 июня 1942 г. Президиум Верховного Совета СССР расстрел Вавилову заменил 20-ю годами лишения свободы. 26 января 1943 г. Вавилов умер в заключении.*

*Заслушав доклад т. Сенина и заключение пом. главного военного прокурора майора юстиции Колесникова, установила:*

*По приговору Вавилов признан виновным в том, что он в 1925 г. являлся одним из руководителей антисоветской организации, именовавшейся «Трудовая крестьянская партия», а с 1930 г. являлся активным участником антисоветской организации правых, действовавшей в системе наркомзема СССР. Вавилов, используя служебное положение Президента с/х Академии, директора Ин-та растениеводства, директора Ин-та генетики и, наконец, вице-президента с/х академии наук им. Ленина и члена Академии наук СССР, в интересах антисоветской организации проводил широкую вредительскую деятельность, направленную на подрыв и ликвидацию колхозного строя и на развал и упадок социалистического земледелия в СССР.*

*Кроме того, Вавилов, преследуя антисоветские цели, поддерживал связи с заграничными белоэмигрантами, передавал им сведения «являющиеся государственной тайной Советского Союза» (из приговора).*

*Главная военная прокуратура в своем заключении просит об отмене приговора и о прекращении дела за отсутствием состава преступления по следующим основаниям.*

*Как видно из материалов дела, Вавилов в суде виновным себя признал частично. Однако после осуждения Вавилов подал заявление на имя зам. председателя СНК СССР, в котором отказывался от ранее данных им показаний и заявил, что он «никогда не занимался контрреволюционной деятельностью».*

*В качестве доказательства вины Вавилова к его делу приобщены показания арестованных Муралова, Марголина, Авдулова, Кулешова, Писарева, Панишина, Бондаренко, Карпеченко, Фляксбергера, Ушарова, Городецкого, Золотарева и др., данные ими на предварительном следствии (в суд же эти лица по делу Вавилова не вызывались).*

*Проведенной дополнительной проверкой установлено, что первые девять человек из перечисленных лиц впоследствии от своих показаний отказались, как от вымышленных. Показания же остальных лиц неконкретны, противоречивы и крайне сомнительны.*

*Так, например, Сизов и Гандельсман показали, что со слов Белицера, Циона и Тартаковского им известно о принадлежности Вавилова к контрреволюционной организации. Однако в процессе проверки эти показания Сизова и Гандельсмана не нашли своего подтверждения в материалах дела на Белицера, Циона и Тартаковского.*

*Аналогичные показания и других лиц.*

*В процессе проверки установлено, что предварительное следствие по делу Вавилова проведено с грубым нарушением норм УПК, необъективно и тенденциозно, что видно хотя бы из следующего:*

*а) В деле Вавилова имеется ряд копий протоколов допросов, подлинники которых не обнаружены (протоколы допросов Чаянова, Трифонова, Сидорова, Иордановой и Зихерман). В деле Вавилова имеется копия выписки из протокола допроса Му-*

рало от 7 августа 1940 г., тогда как Муралов был расстрелян по приговору суда еще в 1937 г. Этот факт свидетельствует о фальсификации следственных материалов.

б) При назначении экспертизы Вавилов заявил следователю Хвату ходатайство о замене одного эксперта другим. Это законное требование Вавилова не было удовлетворено «по оперативным соображениям».

Назначенный следователем Хватом председатель экспертной комиссии Якушкин в 1930 г. сам был арестован как член «Трудовой крестьянской партии» и давал негативные показания на Вавилова. Проверкой же установлено, что Якушкин выполнял специальное задание органов ОГПУ-НКВД-МГБ СССР и представлял ряд документов о Вавилове, поэтому он не мог являться экспертом по делу Вавилова.

Допрошенный в ходе проверки Якушкин подтвердил изложенное и показал, что, выполняя задание органов НКВД, он не мог быть объективным в оценке деятельности Вавилова и поэтому подписал заключение экспертизы, неизвестно кем составленное, со многими положениями которого он не был тогда согласен и не согласен в настоящее время.

Другой член экспертной комиссии Зубарев показал, что комиссия проверкой деятельности Вавилова не занималась и лишь подписала заключение, неизвестно кем написанное.

в) В своем заявлении на имя зам. председателя СНК СССР Вавилов писал, что его допрашивали в общей сложности около 400 раз в течение 1700 часов. Это заявление находит свое подтверждение в материалах дела, среди которых имеется ряд протоколов допросов Вавилова на 1-2 страницах, в то время как сами допросы длились по 12-13 часов.

Из материалов проверки видно, что в подготовке материалов к аресту Вавилова принимали участие ныне разоблаченные враги народа Берия и Кобулов, а предварительное следствие по делу Вавилова вел бывший работник органов НКВД СССР Хват, в отношении которого в Особой инспекции КГБ при СМ СССР имеются материалы как о фальсификаторе следственных дел.

В расследовании дела Вавилова принимал участие враг народа Влодзимирский.

Допрошенные в процессе проверки Писарев, Константинов, Васильев, Эмме и другие, а также академик Лысенко, охарактеризовали Вавилова положительно, как выдающегося ученого, и высоко отзывались о его деятельности. Высокая оценка научной работы Вавилова дана в статье БСЭ за 1927 и за 1950 гг.

В 1947 г. и позднее ряд советских ученых поставили перед Академией наук СССР вопрос об издании написанной Вавиловым научной работы: «Мировые ресурсы местных и селекционных сортов хлебных злаков» как имеющей большую ценность для сельского хозяйства и представляющей собой итог многолетних трудов Вавилова.

Изложенные обстоятельства не были известны суду при вынесении приговора по делу Вавилова.

Военная Коллегия Верховного Суда СССР, рассмотрев материалы дела и материалы проверки и соглашаясь с заключением прокурора, определила:

Приговор Военной Коллегии Верховного Суда СССР от 9 июля 1941 г. в отношении Вавилова Николая Ивановича отменить по вновь открывшимся обстоятельствам и дело о нем производством прекратить за отсутствием состава преступления.

Председатель (подпись).

Члены (подписи).

До сих пор идеи Н.И. Вавилова оплодотворяют умы исследователей даже в далеких от биологии областях. Так, профессор В.П. Яковлев в журнале «Успехи современной радиоэлектроники» в 2001 г. подчеркивает: «Обобщенное понятие системы бы-

ло введено Н.И. Вавиловым и использовалось задолго до появления современной системотехники, поэтому Н.И. Вавилова можно считать основателем системотехники».

В 1994 г. журнал «Diversity» (США) подчеркнул, что «вавилонская коллекция генов растений в России представляет собой наибольшую ценность для будущей селекции в масштабах всего мира».

В 1998 г. в постановлении Консультативной группы по международным исследованиям в сельском хозяйстве (Всемирный банк, Вашингтон, – принято единогласно) записано: «Российская мировая коллекция генетических ресурсов растений, основоположником которой был великий Н.И. Вавилов, до сегодняшнего дня является самой уникальной и богатой по разнообразию из всех существующих в мире».

Комиссия экспертов Всемирного банка после трехдневных дискуссий оценила стоимость коллекции ВИРа в 8 триллионов долларов США, т.е. она равна стоимости годового совокупного продукта всех стран Европы. Журнал «Science News» в 1993 г. писал: «10 лет назад соя в США была почти уничтожена паразитическими червями. Советские ученые пришли на помощь: в коллекциях ВИРа была найдена устойчивая форма. Ученые США тщетно искали форму домашних бобов, устойчивую к цистам нематоды. Они опять обратились к ВИРу, который придал бобам нужную резистентность».

На сегодня именем Н.И. Вавилова названы 19 таксонов культурных растений и их диких сородичей, ледник на Памире, малая планета, высшие учебные заведения, исследовательские институты РАН и РАСХН, улицы ряда городов России и стран СНГ, корабль и самолет-аэробус. Учреждены премия им. Н.И. Вавилова (РАН) и золотая медаль им. Н.И. Вавилова (РАСХН).

Сейчас историческая значимость пионерских работ Н.И. Вавилова стала общепризнанной в мировом масштабе. Генный банк Бразилии и Бюро растениеводства в Индии носят его имя. В кабинетах директоров генных банков США, Венгрии, Португалии и других стран висят портреты российского ученого, и это не случайно: он – основатель важнейшего глобального научного направления – изучения и сбора генетических ресурсов растений, развитие которого на 80-90% способно обеспечить продовольственную безопасность населения Земли.

К коллекции ВИР обращались более 700 научных организаций зарубежных стран, а в нашей стране она уже послужила выведению около 60 % районированных сортов и гибридов, то есть – 1000 сортов различных сельскохозяйственных культур, занимающих площадь почти 60 млн. га. Из них почти 400 сортов выведено сотрудниками ВИР и его опытных станций.

Сегодня коллекция ВИРа потеряла мировое лидерство по числу образцов. Она опустилась на 4-е место после коллекций США, Китая, Индии. Сейчас коллекция ВИРа – единственная из всех 600 крупных коллекций на Земле, которая за последние годы сократилась на 4 %, тогда как коллекции США, Китая, Индии и других стран выросли на 30–70 % (Отчет Комиссии по генресурсам растений ФАО, 2011 г.). В настоящее время у ВИРа только 9 опытных станций. Этого совершенно недостаточно для нормальной работы с коллекциями. До 1930 года, в самый интенсивный период создания коллекций, Н.И. Вавилов организовал в системе ВИРа 20 опытных станций и 60 испытательных участков. Это было необходимо для размножения и поддержания имеющихся коллекций. С 60-х годов прошлого века и до 1990 года у ВИРа оставалось 18 опытных станций, но даже их не хватало для оптимального поддержания и размножения коллекций. ВИР не имел ни одной опытной станции на пространстве от Урала до Владивостока, т.е. в основной зоне производства яровых зерновых культур. Не имеет он их и сейчас. И сегодня одна из наиболее ценных в мире коллекций генов растений (вавилонская коллекция) находится под угрозой серьезного разрушения и потери ценнейших образцов.

К сожалению, в России до сих пор нет закона о генетических ресурсах растений (ГРР), а понятие «коллекции генов, семян и живых растений» вообще отсутствует в законодательстве РФ. Именно поэтому фонд Бравермана вполне «законно» хотел строить жильё на коллекционных плантациях Павловской станции ВИРа, и только возмущение общественности С.-Петербурга, Павловска, Пушкина и всего мира приостановило эти попытки. В России до сих пор нет Государственной программы по ГРР, что очень мешает качественному выполнению Россией Конвенции о биоразнообразии и соблюдению Россией международных обязательств.

За последние десятилетия правительства многих стран отдали главный приоритет среди других научных направлений – проблеме ГРР, поставив ее впереди ядерной энергетики, космоса и т.п. Страной-пионером, присвоившей приоритет № 1 проблеме ГРР, стала Франция. Вслед за ней это сделали США, Индия, Эфиопия, Египет, Аргентина, Уругвай.

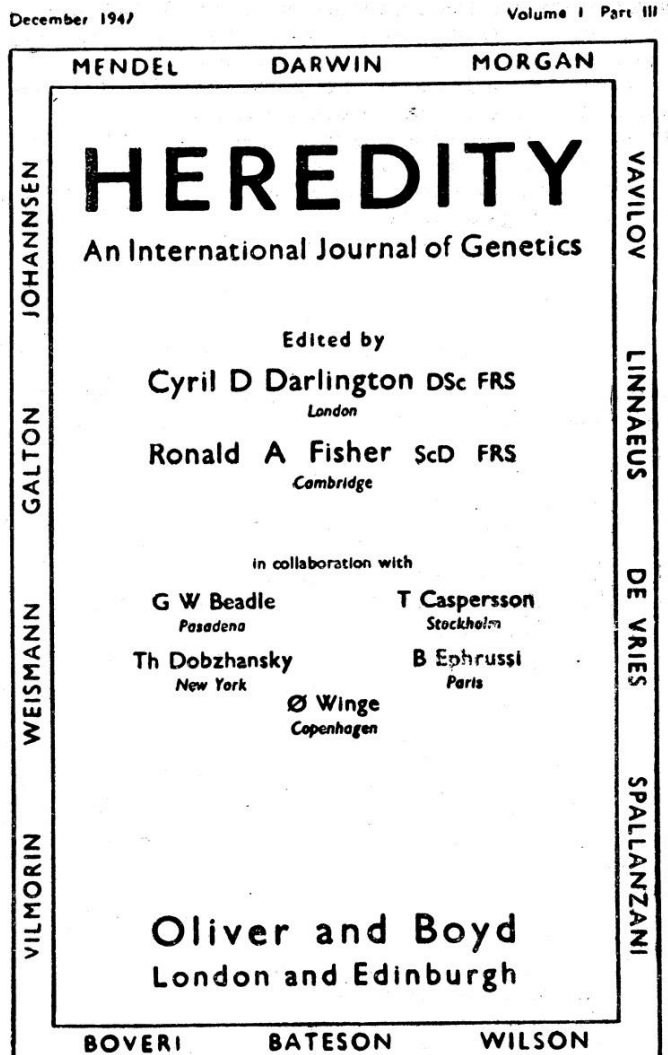
Однако, в перечне приоритетных направлений науки в России (газета «Поиск» № 27-28 от 15 июля 2011 г.) есть «Рациональное природопользование», но нет «Сохранения генетических ресурсов растений», а это совершенно разные вещи. В перечне из 27 критических технологий РФ тоже нет технологий сохранения ГРР. Поэтому в РФ катастрофически исчезают уникальные объекты ГРР – ценные для мировой селекции морозостойкие, засухоустойчивые, соле- и жаростойкие генотипы.

Нынешнее руководство ВИРа и начальство Россельхозакадемии в последние годы полностью разрушили вавиловскую идеологию работ, они отобрали у ВИРа и передали другим институтам, не имеющим отношения к вавиловским коллекциям, 4 очень нужных для ВИРа опытных станции и 2 экспериментальных хозяйства, оставив ВИРу только 9 опытных станций. Понятно, что этого совершенно недостаточно для нормальной работы с коллекциями.

К сожалению, сегодня одна из наиболее ценных в мире коллекций генов растений (вавиловская коллекция) находится под угрозой серьезного разрушения и потери ценнейших образцов. Запасы ископаемого топлива на Земле в ближайшие 15-20 лет будут серьезно истощены. Останутся гидро-, ветро-, атомная, водородная энергетики и воспроизводимое и вечное «консервирование» солнечной энергии растениями. Каждые сутки на Земном шаре рождаются 250 000 младенцев. Чтобы через 20 лет накормить все человечество, необходимо повысить урожай всех культурных растений минимум в 2 раза. Для максимального усвоения солнечной энергии растениями надо иметь все гены существующих семейств, родов, видов и сортов культурных растений и их диких сородичей и уметь строить из них оптимальные комбинации для максимального синтеза общей биомассы и биомассы полезных для человека органов растений на всей Земле. За последние 10 лет правительства многих стран один из главных приоритетов среди прочих научных задач отдали проблеме генетических ресурсов растений, поставив ее на один уровень значимости с ядерной энергетикой, космосом и т.п.

Нельзя не упомянуть об уникальной научной школе, созданной Вавиловым. Её составляли около 80 человек его близких соратников и свыше 200, работавших в русле идей Николая Ивановича в разных частях света. Множество выдающихся открытий в генетике, физиологии растений, биохимии, биотехнологии, экологии, исторической географии растений, эволюции и т. п. сделано ими. Так, Г.Д. Карпеченко создал пустошно-редечный гибрид – новый род растений, неизвестный природе. Это растение имеет особый рукотворный геном, поэтому прав был профессор Н.Н. Воронцов, считавший Карпеченко первым в мире геномным инженером. Карпеченко вместе с Вавиловым до конца боролся с антинаучной агрессией Лысенко и был расстрелян НКВД 28 июля 1941 г. Член-корреспондент АН СССР Г.А. Левитский – всемирно известный цитолог, открывший митохондрии у растений, – погиб 20 мая 1942 г. в тюрьме. Были арестованы и лучшие ученики Левитского: Н.П. Авдулов, Б.А. Вакар, В.П. Чехов, Я.Е.

Элленгорн. самого талантливого из них – генетика Ф.Г. Добржанского – спасло то, что он не вернулся на Родину из научной командировки в США. Чем дальше в историю уходит период жизни и творчества Николая Ивановича, тем более широкому кругу людей становится знакомым и близким его имя, тем более значимыми становятся для выживания человечества созданная им коллекция генов растений и теоретический фундамент решения проблемы – накормить человечество двадцать первого века.



Титульный лист «Международного журнала генетики» за 1947 год с именем Н.И. Вавилова в ряду великих генетиков мира (Резник, 1968).

С 1927 по 1935 гг. Вавилов – член ЦИК СССР (в 1927–29 гг. – член ВЦИК), депутат Ленинградского городского Совета, входил в состав коллегии Наркомата земледелия СССР. Вавилов награжден медалью Н.М. Пржевальского (1925) и Большой золотой медалью ВСХВ. Вавилов, несмотря на громадные заслуги по организации сельского производства СССР, не имел ни одного ордена. Для сравнения: его криминальный антипод Т.Д. Лысенко, ничего не сделавший, разложивший ВАСХНИЛ, всю селекцию и научные исследования в СССР, был Героем социалистического труда, имел 8 (!) орденов Ленина и 2 ордена Трудового красного знамени, был президентом ВАСХНИЛ (1938–1956, 1961–1962), академиком АН УССР

(1934), АН СССР (1939) и ВАСХНИЛ (1935).

«Феномен “пролетарской науки” – есть жесткий централизованный контроль науки системой партийной философии, которая насаждалась сверху и охватывала все уровни образования и науки в СССР. Символом такой пролетарской науки с ее разделами “мичуринской генетики” и “советским творческим дарвинизмом” был объявлен Т.Д. Лысенко – яркий представитель “пролетарской интеллигенции”. Его работы не имели широкой мировой известности, не оказывали влияния на международную научную мысль и не имели реального выхода в практику. Догма однопартийности, постоянно толкающая Сталина и правительство СССР на превентивную войну с собственным народом, на логоцид, репрессии против АН, против крестьян, обязывала Т.Д. Лысенко делать то же самое в науке. Заниматься такими делами могут только фигуры, у которых мораль и нравственность равны нулю», – пишут В.М. Баутин и В.И. Глазко (2007б). К сожалению, взгляд властей на «шибко умных» и «шибко смелых» – стандартен. Его долго до советского режима прекрасно описал А.С. Пушкин, по словам М.Ю. Лермонтова, «с юных лет постигнувший людей»:

Нет, если ты небес избранник,  
Свой дар, божественный посланник,  
Во благо нам употребляй:  
Сердца собратьев исправляй!  
Мы малодушны, мы коварны,  
Бесстыдны, злы, неблагодарны.  
Мы сердцем хладные скопцы,  
Клеветники, рабы, глупцы.  
Гнездятся клубом в нас пороки...  
Ты можешь, ближнего любя,  
Давать нам смелые уроки,  
А мы слушаем тебя...

### Список использованной литературы

- Александров В.Я.* Трудные годы советской биологии. Записки современника. СПб: Наука, 1992. 262 с.
- Баутин В.М., Глазко В.И.* «Петровка» и Николай Иванович Вавилов (годы учебы и становления — 1906–1917). М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2007а. 244 с.
- Баутин В.М., Глазко В.И.* Н.И. Вавилов и научное «киллерство» // Известия ТСХА. 2007б. Вып. 4. С. 4–15.
- Баутин В.М., Глазко В.И.* Н.И. Вавилов и «Петровка». Начало пути // Известия ТСХА. 2011. Вып. 5. С. 136–155.
- Вавилов Н.И.* О происхождении культурной ржи // Тр. Бюро по прикл. ботанике. 1917. Т. 10. № 7/10. С. 561–590.
- Вавилов Н.И.* Современные задачи сельскохозяйственного растениеводства // Сельскохозяйственный вестник Юго-Востока. 1917. № 19/21. С. 3–10.
- Вавилов Н.И.* Пять континентов. Л.: Наука, 1987. 213 с.
- Вавилов Ю.Н.* В долгом поиске. Книга о братьях Николае и Сергее Вавиловых. М.: ФИАН, 2004. 330 с.
- Вавилов Ю.Н., Рокитянский Я.Г.* Голгофа. Архивные материалы о последних годах академика Вавилова (1940–1943) // Вестник РАН. 1993. Т. 63. № 9. С. 830–847.
- Глазко В.И., Баутин В.М.* Н.И. Вавилов как организатор науки. Сообщение 1. Создание научных учреждений // Известия ТСХА. 2012а. Вып. 1. С. 202–217.
- Глазко В.И., Баутин В.М.* Н.И. Вавилов как организатор науки. Сообщение 2. Организация и результаты экспедиций по сбору мирового генофонда // Известия ТСХА. 2012б. Вып. 2. С. 170–191.
- Глазко В.И., Баутин В.М.* Н.И. Вавилов как организатор науки. Сообщение 3. Некоторые экспедиции Н.И. Вавилова на территории СССР // Известия ТСХА. 2012в. Вып. 3. С. 151–181.
- Драгавцев В.А.* «Мне не жалко отдать жизнь ради хоть самого малого в науке» // Известия ТСХА. 2007. Вып. 5. С. 50–53.
- Дубинин Н.П.* Генетика – страницы истории. Кишинев: Штиинца, 1990. 399 с.
- Есаков В.Д.* Николай Иванович Вавилов: страницы биографии. М.: Наука, 2008. С. 287. (Серия «Биографии»).
- Левина Е.С.* Вавилов, Лысенко, Тимофеев-Ресовский... Биология в СССР: история и историография. М.: «АИРО - XX», 1995. 160 с.
- Медведев Ж.* Взлет и падение Лысенко. М.: Книга, 1993. 348 с.
- Резник С.Е.* Николай Вавилов. М.: Молодая гвардия, 1968. 335 с. (Серия «Жизнь замечательных людей». Вып. 11(452)).

*Рокитянский Я.Г., Вавилов Ю.Н., Гончаров В.А. (составит.). Суд палача. Николай Вавилов в застенках НКВД. Биографический очерк. Документы. Изд. 1-е. М.: Academia, 1999. 552 с.; Изд. 2-е. М.: Academia, 2000. 552 с.*

*Сойфер В.Н. Власть и наука. История разгрома генетики в СССР. Л.: Эрмитаж, Тенафлай, 1989. 706 с.*

*Эфроимсон В.П. О Лысенко и лысенковщине // Вопросы истории естествознания и техники. 1989. № 1. С. 79–93; № 2. С. 132–147; № 3. С. 96–109; № 4. С. 100–111.*

*Harlan J.R. The Living Fields: Our Agricultural Heritage. United Kingdom: Cambridge University Press, 1995. 271 pp.*

*Автор выражает глубокую благодарность проф. В.А. Усольцеву за принципиальное улучшение статьи при её редактировании.*

**Рецензент статьи:** профессор, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН Е.В. Колтунов.

УДК 574.45

*В.А. Усольцев<sup>1,2</sup>, К.В. Колчин<sup>1</sup>, М.П. Воронов<sup>1</sup>*  
*V.A. Usoltsev<sup>1,2</sup>, K.V. Kolchin<sup>1</sup>, M.P. Voronov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург  
<sup>2</sup> Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

**ФИКТИВНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ И СМЕЩЕНИЯ ВСЕОБЩИХ  
АЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ  
ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ (НА ПРИМЕРЕ *PICEA L.*)**

**DUMMY VARIABLES AND BIASES OF ALLOMETRIC MODELS WHEN LOCAL  
ESTIMATING TREE BIOMASS (ON AN EXAMPLE OF *PICEA L.*)**



**Ключевые слова:** *Picea L.*, аллометрические модели, фитомасса дерева, пробные площади, региональные различия, стандартные и систематические ошибки.

Леса играют важную роль в снижении количества парниковых газов в атмосфере и предотвращении изменения климата. Одним из способов количественной оценки углеродного обмена в лесном покрове является определение изменений в запасах его фитомассы и углерода со временем. Запас фитомассы на единице площади начинается с определения его на уровне отдельных деревьев. Известно строгое и устойчивое аллометрическое соотношение между фитомассой дерева и его диаметром (простая аллометрия), или между фитомассой дерева и несколькими массообразующими (морфометрическими) показателями (многофакторная аллометрия). В настоящее время в разных странах и континентах проводятся интенсивные исследования применимости так называемых «всеобщих» аллометрических моделей (generic, generalized, common models), которые обеспечивали бы аллометрической модели приемлемую точность при оценке фитомассы насаждений. В статье на основе сформированной базы данных о фитомассе деревьев *Picea* в количестве 1065 определений построены аллометрические модели четырех видов, включающие в себя фиктивные переменные, которые дают возможность дать региональные оценки их фитомассы по известным морфометрическим показателям (диаметр ствола и кроны, высота дерева). Предложенные аллометрические модели свидетельствуют об их адекватности фактическим данным (коэффициент детерминации от 0,959 до 0,984) и могут применяться при региональных оценках фитомассы деревьев ели. Однако всеобщие аллометрические модели, построенные по всему массиву фактических данных, дают в экорегионах слишком большие стандартные ошибки (до 402%) и неприемлемые смещения обоих знаков (от +311 до -86%), что исключает возможность их применения на региональных уровнях.

**Key words:** *Picea L.*, allometric models, tree biomass, sample plots, regional differences, standard errors, biases.

Forests play an important role in reducing the amount of greenhouse gases in the atmosphere and preventing climate change. One way to quantify carbon exchange in forest cover is estimating changes in its biomass and carbon pools over time. Biomass estimating on the

unit of area starts with harvesting sample trees and weighing their biomass. It is known the strong and sustainable relationship between tree biomass and its diameter (simple allometry), or between tree biomass and a number of mass-forming (morphometric) indices (multi-factor allometry). At present, in different countries and continents, the studies of the applicability of the so-called generic (generalized, common) allometric models are intensified that would give acceptable accuracy in estimating forest biomass. In the article on the basis of the compiled database of tree biomass of *Picea* at a number of 1065 trees, allometric models of the four modifications are designed, which include the block of independent dummy variables. These models provide an opportunity to give regional estimates of tree biomass when using some known mass-forming indices (stem and crown diameter and tree height). Allometric models proposed are indicative of their adequacy for the actual data (coefficients of determination are 0,959 to 0,984) and can be applied in regional estimating of spruce tree biomass. However, generic allometric models built using the total quantity of actual data give in different ecoregions too large standard errors (up to 402%) and unacceptable both positive and negative biases (from + 311 to -86%), that excludes any possibility of their application at regional levels.

---

**Усольцев Владимир Андреевич** - доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный лесовод России, профессор кафедры менеджмента и управления качеством Института экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета, профессор, главный научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН (г. Екатеринбург). Тел.: (343)254-61-59; e-mail: Usoltsev50@mail.ru.

**Usoltsev Vladimir Andreyevich** - Doctor of agricultural sciences, professor of the Department of quality management, Ural State Forest Engineering University, chief researcher at the Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg). Phone: (343)254-61-59; e-mail: Usoltsev50@mail.ru.

**Колчин Кирилл Владимирович** – аспирант 2-го года обучения при Уральском государственном лесотехническом университете (Екатеринбург). Тел.: 8-999-567-20-33, e-mail: kirill\_-92@mail.ru.

**Kolchin Kirill Vladimirovich** - Postgraduate of the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: 8-999-567-20-33, e-mail: kirill\_-92@mail.ru.

**Воронов Михаил Петрович** - кандидат технических наук, профессор кафедры менеджмента и управления качеством Института экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел.: (343)375-51-40; e-mail: [mstrk@yandex.ru](mailto:mstrk@yandex.ru).

**Voronov Mikhail Petrovich** - Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of quality management at the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: (343)375-51-40; e-mail: [mstrk@yandex.ru](mailto:mstrk@yandex.ru).

---

## Введение

Леса играют важную роль в стремлении международного сообщества предотвратить изменение климата благодаря их способности депонировать атмосферный углерод и снижать количество парниковых газов в атмосфере. Это резервуар углерода, соизмеримый по объёму с его запасом в атмосфере. Фитомасса лесного покрова выступает как поглотитель углерода из атмосферы в результате фотосинтеза, но при сведении и деградации лесов является его источником. Фитомасса лесов – неотъемлемая составляющая в решении проблемы устойчивого развития (Müller et al., 2015) и является одним из основных индикаторов в климатических исследованиях (Bojinski et al., 2014). Для глобального количественного описания перечисленных функций лесного покрова

необходимы соответствующие базы данных, включающие в себя количественные характеристики мировых лесов, в связи с чем научным сообществом констатируется наступление «эры больших массивов данных» (the Big Data Era) (Crowther et al., 2015; Poorter et al., 2015; Liang et al., 2016; Jucker et al., 2017).

Одним из способов количественной оценки углеродного обмена в лесном покрове является определение изменений в запасах его фитомассы и углерода со временем (Fang et al., 2001). Оценка запаса фитомассы на единице площади начинается с определения его на уровне отдельных деревьев. Известно строгое и устойчивое аллометрическое соотношение (степенная функция) между фитомассой дерева и его диаметром (простая аллометрия), или между фитомассой дерева и некоторыми массообразующими показателями (многофакторная аллометрия), и подобные аллометрические уравнения для разных древесных видов в мире исчисляются уже десятками тысяч (Jenkins et al., 2004).

В настоящее время в разных странах и континентах проводятся интенсивные исследования применимости так называемых «всеобщих» аллометрических моделей (generic, generalized, common models), которые обеспечивали бы аллометрической модели приемлемую точность при оценке фитомассы насаждений (т/га) на региональном или даже локальном уровне (Crow, 1978; Schmitt, Grigal, 1981; Pastor et al., 1984; West et al., 1999; Ares, Fownes, 2000; Ben Brahim et al., 2000; Wirth et al., 2004; Chave et al., 2005; Усольцев и др., 2006; Case, Hall, 2008; Vieilledent et al., 2012; Rutishauser et al., 2013; Stas et al., 2017). Основной источник неопределённости при оценке лесной фитомассы на единице площади с помощью аллометрических уравнений лежит в выборе их приемлемой модели (Chave et al., 2004; Molto et al., 2013), поскольку в зависимости от выбранной модели оценки фитомассы деревьев и древостоев могут различаться вдвое (Basuki et al., 2009).

Наиболее «всеобщий» характер имеет теоретическая модель Г. Веста (West et al., 1999) как симбиоз двух теорий – пайп-модели и фракталов – с фиксированным показателем степени  $8/3$  (или 2,67), предполагающая возможность определения надземной фитомассы дерева по диаметру его ствола применительно к любой древесной породе в любых условиях роста. Д. Цианис и М. Менкуччини (Zianis, Mencuccini, 2004) вывели обобщённую аллометрическую модель на базе мировой сводки для нескольких древесных пород и установили, что она даёт более высокую точность оценки фитомассы по сравнению с теоретической моделью Г. Веста. Аналогичный вывод был получен в исследовании аллометрических уравнений разного уровня обобщения в сосновых насаждениях (Усольцев и др., 2006).

Хотя применяемые всеобщие уравнения характеризуются высокими показателями адекватности, их использование при расчете фитомассы на единице площади данного региона или конкретного древостоя не гарантирует приемлемую точность оценки. С другой стороны, расчёт аллометрических уравнений для каждого местообитания на основе фактических данных срубленных модельных деревьев требует слишком больших затрат времени и средств. Поэтому с целью минимизации затрат при максимуме точности оценок необходим анализ смещений, обусловленных применением той или иной всеобщей аллометрической модели в локальных географических регионах.

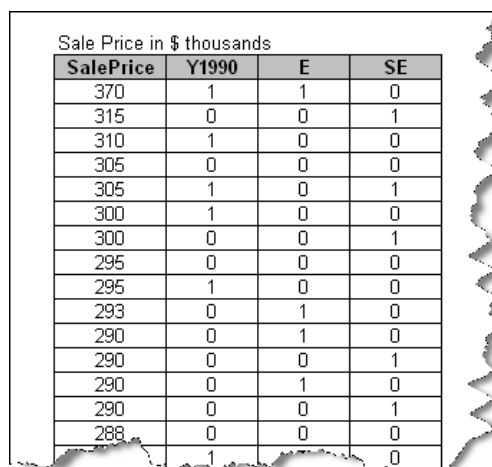
Для этого нужна наиболее полная база данных о фактической структуре фитомассы деревьев, взятых так называемым «деструктивным» методом на пробных площадях. Первый опыт формирования подобных баз данных уже имеется (Usoltsev, 2015; Falster et al., 2015; Усольцев, 2016; Usoltsev, 2016). В настоящем исследовании мы ограничиваемся анализом смещений всеобщих аллометрических уравнений при локальной оценке фитомассы деревьев ели (*Picea* L.). В качестве одного из методических подходов к анализу названных смещений нами принят метод фиктивных переменных (dummy variables).

### Что такое фиктивные переменные?

Метод фиктивных переменных изначально использовался в эконометрических исследованиях. Н. Дрейпер и Г. Смит (1973) дают следующее обоснование метода: «Факторы, используемые в регрессионных задачах, обычно могут принимать значения из некоторого непрерывного интервала. Иногда мы можем вводить фактор, который имеет два или более различных уровней. Например, данные можно получать на трёх машинах или на двух фабриках, или с помощью шести операторов. В таком случае мы не можем построить непрерывную шкалу для факторов «машина» или «фабрика», или «оператор». Мы можем приписать этим факторам некоторые уровни по порядку, учитывая тот факт, что различные машины, фабрики или операторы могут иметь независимые детерминированные эффекты в отклике. Переменные такого типа обычно называют *фиктивными переменными*» (с. 143).

Метод фиктивных переменных комментирует Смита Скриванек (Skrivanek, 2009). Фиктивная, или индикаторная переменная (indicator variable) – это искусственная переменная, представляющая свойства двух или более обособленных уровней. Обычно в регрессионном анализе независимые переменные ( $X$ ) используются как численные переменные, которые имеют сопоставимые значения, например, 10 вдвое больше 5, или 3 минус 1 равно 2. Однако часто бывает необходимо включать в уравнение номинальные переменные, такие как «бренд товара» или «вид дефекта». Скажем, вы имеете три вида дефекта, обозначенные как 1, 2 и 3. В этом случае 3 минус 1 не означает ничего... Вы не можете вычесть дефект номер 1 из дефекта номер 3. Числа здесь используются для того, чтобы обозначить или идентифицировать уровни «вида дефекта» и не имеют внутреннего смысла. В этом случае фиктивные переменные имеют цель «украсить» регрессионный алгоритм корректно анализируемыми характерными переменными.

Например, вы хотите выяснить продажную цену (Sale Price) домостроения в зависимости от положения его на востоке (E), юго-востоке (SE) или северо-западе (NW) данного территориального образования, а также в зависимости от того, когда оно сдано в эксплуатацию – до или после 1990 года (Y1990). Формируем матрицу исходных фактических данных (рис. 1). Sale Price – это численная зависимая переменная (отклик). Фиктивная переменная Y1990 представляет бинарную независимую переменную «до/после 1990 г.», принимающую значение 1, если дом построен после 1990 года, и 0, если он построен до 1990 г. Это одиночная переменная двух уровней.



| Sale Price in \$ thousands |       |   |    |
|----------------------------|-------|---|----|
| SalePrice                  | Y1990 | E | SE |
| 370                        | 1     | 1 | 0  |
| 315                        | 0     | 0 | 1  |
| 310                        | 1     | 0 | 0  |
| 305                        | 0     | 0 | 0  |
| 305                        | 1     | 0 | 1  |
| 300                        | 1     | 0 | 0  |
| 300                        | 0     | 0 | 1  |
| 295                        | 0     | 0 | 0  |
| 295                        | 1     | 0 | 0  |
| 293                        | 0     | 1 | 0  |
| 290                        | 0     | 1 | 0  |
| 290                        | 0     | 0 | 1  |
| 290                        | 0     | 1 | 0  |
| 290                        | 0     | 0 | 1  |
| 288                        | 0     | 0 | 0  |
|                            | 1     |   | 0  |

Рис. 1. Фрагмент матрицы исходных фактических данных, подготовленной для регрессионного анализа (Skrivanek, 2009).

Заметим, что лишь две фиктивные переменные E и SE представляют три уровня (варианта) местоположения дома – E, SE и NW. Они принимают значения: E = 1, если дом расположен на восточной стороне, и 0, если он расположен на любой другой; SE = 1, если дом расположен на юго-востоке, и 0, если на любой другой стороне. А что происходит с третьим вариантом местоположения, северо-западным (NW)?

Оказывается, представлять третью фиктивную переменную не нужно. Если E = 0 и SE = 0, то это и означает, что дом находится на северо-западе (NW). Заметим, что подобная кодировка работает лишь в случае, когда все три уровня взаимоисключающие и единственные.

В результате имеем следующую линейную регрессионную модель

$$\text{Sale Price} = 258 + 33,9 (Y1990) - 10,7 (E) + 21 (SE).$$

Значение свободного члена уравнения, равное 258, означает, что дома имеют стартовую цену \$258 в случае их северо-западного местоположения, когда  $E = 0$ ,  $SE = 0$  и  $Y1990 = 0$  (дом построен до 1990 года). Величина коэффициента 33,9 означает, что когда  $E = 0$  и  $SE = 0$ , и дом построен после 1990 года ( $Y1990 = 1$ ), то к стартовой цене \$258 добавляется ещё \$33,9. Величина коэффициента (-10,7) означает, что когда  $Y1990 = 0$  и  $SE = 0$ , стартовая цена \$258 снижается на \$10,7. Наконец, величина коэффициента (21) означает, что когда  $Y1990 = 0$  и  $E = 0$ , стартовая цена \$258 повышается на \$21.

Таким образом, фиктивная переменная, обозначенная как 1 или 0, означает принадлежность к одной из взаимоисключающих категорий. Количество включённых в уравнение фиктивных переменных всегда на единицу меньше их общего количества. Совокупный эффект двух фиктивных переменных выражается вводом третьей фиктивной переменной, представленной произведением первых двух (так называемый синергизм).

Н. Дрейпер и Г. Смит (1973) приводят пример регрессионного анализа, когда в уравнении фигурируют независимые переменные не только фиктивные, но и численные. Три промышленных предприятия производят одну и ту же продукцию, но объём потребляемой ими воды существенно различается. Эти предприятия кодируются двумя фиктивными переменными (рис. 2).

| $X_1$ | $X_2$ |           |
|-------|-------|-----------|
| 1     | 0     | завод № 1 |
| 0     | 1     | завод № 2 |
| 0     | 0     | завод № 3 |

Рис. 2. Схема кодировки трёх заводов двумя фиктивными переменными  $X_1$  и  $X_2$  (Дрейпер, Смит, 1973).

Предполагается, что количество потребляемой воды ( $Y$ ) является линейной функцией трёх факторов (численных переменных): среднесуточной температуры ( $X_3$ ), объема суточной продукции ( $X_4$ ) и числа работников ( $X_5$ ). На каждом из трёх заводов были взяты из отчётов случайные выборки по пять наборов данных с фиксацией значений названных трёх численных переменных и объёмов потреблённой воды (рис. 3). Линейная модель для оценки количества потребляемой воды, включающая в качестве независимых переменных три фиктивных и три численных переменных, имеет общий вид:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  – ошибка уравнения.

| $X_0$ | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$      | $X_4$      | $X_5$      | $Y$      |
|-------|-------|-------|------------|------------|------------|----------|
| 1     | 1     | 0     | $X_{3,11}$ | $X_{4,11}$ | $X_{5,11}$ | $Y_{11}$ |
| 1     | 1     | 0     | $X_{3,12}$ | $X_{4,12}$ | $X_{5,12}$ | $Y_{12}$ |
| 1     | 1     | 0     | $X_{3,13}$ | $X_{4,13}$ | $X_{5,13}$ | $Y_{13}$ |
| 1     | 1     | 0     | $X_{3,14}$ | $X_{4,14}$ | $X_{5,14}$ | $Y_{14}$ |
| 1     | 1     | 0     | $X_{3,15}$ | $X_{4,15}$ | $X_{5,15}$ | $Y_{15}$ |
| 1     | 0     | 1     | $X_{3,21}$ | $X_{4,21}$ | $X_{5,21}$ | $Y_{21}$ |
| 1     | 0     | 1     | $X_{3,22}$ | $X_{4,22}$ | $X_{5,22}$ | $Y_{22}$ |
| 1     | 0     | 1     | $X_{3,23}$ | $X_{4,23}$ | $X_{5,23}$ | $Y_{23}$ |
| 1     | 0     | 1     | $X_{3,24}$ | $X_{4,24}$ | $X_{5,24}$ | $Y_{24}$ |
| 1     | 0     | 1     | $X_{3,25}$ | $X_{4,25}$ | $X_{5,25}$ | $Y_{25}$ |
| 1     | 0     | 0     | $X_{3,31}$ | $X_{4,31}$ | $X_{5,31}$ | $Y_{31}$ |
| 1     | 0     | 0     | $X_{3,32}$ | $X_{4,32}$ | $X_{5,32}$ | $Y_{32}$ |
| 1     | 0     | 0     | $X_{3,33}$ | $X_{4,33}$ | $X_{5,33}$ | $Y_{33}$ |
| 1     | 0     | 0     | $X_{3,34}$ | $X_{4,34}$ | $X_{5,34}$ | $Y_{34}$ |
| 1     | 0     | 0     | $X_{3,35}$ | $X_{4,35}$ | $X_{5,35}$ | $Y_{35}$ |

Рис. 3. Матрица исходных фактических данных, подготовленная для регрессионного анализа (Дрейпер, Смит, 1973).

Применительно к лесной тематике фиктивные переменные стали вводиться в регрессионные уравнения смешанного типа (mixed models). Изначально они были представлены кривыми роста деревьев и древостоев как функцией высоты от возраста дерева или древостоя, параметры которой варьировали случайным образом от дерева к дереву или от древостоя к древостою (Rao, 1965; Graybill, 1976; Vonesh, Carter, 1987; Lappi, Bailey, 1988). Затем случайную составляющую модели, варьирующую от объекта к объекту, стали включать в модели в виде фиктивных переменных (Bailey, Clutter, 1974; Li, Hong, 1997; Усольцев, 1998; Dieguez-Aranda, 2006; Nord-Larsen, 2006; Li et al., 2006; Wang et al., 2007, 2008; Fehrmann et al., 2008; Lang, 2008; Tang et al., 2008; Li, Zhang, 2010; Zeng et al., 2011; Fu et al., 2012, 2013, 2017; Zeng, 2015), в том числе в комбинации с разностными уравнениями (McDill, Amateis, 1992).

Применительно к оценке фитомассы деревьев комбинация численных и фиктивных переменных может быть представлена моделью общего вида (Fu et al., 2012):

$$\ln Pa = a_0 + \sum a_i X_i + b \ln D, \quad (1)$$

где  $Pa$  – надземная фитомасса дерева, кг;  $D$  – диаметр ствола на высоте груди, см;  $\sum a_i X_i$  – блок фиктивных переменных в количестве  $(i + 1)$ .

Модели смешанного типа, включающие как фиктивные, так и численные независимые переменные, были разработаны для оценки фитомассы (т/га) разных фракций сосновых, еловых, пихтовых и берёзовых древостоев Северной Евразии на основе сформированной базы данных (Усольцев, 1998, 2001). В качестве численных переменных были приняты массообразующие показатели древостоев (возраст, запас, средний диаметр, средняя высота, густота), а фиктивные переменные характеризовали принадлежность фактических данных фитомассы пробных площадей к разным экорегионам Северной Евразии. Каждый блок переменных ( $X_0, \dots, X_n$ ), представляющий группу пробных площадей, приходящуюся на данный экорегион, повторяется в исходной матрице фактических данных столько раз, сколько имеется пробных площадей в экорегионе (см. также рис. 3). В исходный (нулевой) блок, в котором все экорегионы кодируются нулём, обычно включалась Среднеевропейская провинция, а остальные экорегионы имели в кодировке одну единицу.

В получаемых расчетных уравнениях коэффициенты при фиктивных переменных каждого экорегиона означали степень последовательного «дистанцирования» каждого экорегиона от исходного (нулевого) в восточном направлении от Средней Европы по показателю фитомассы фракций при характерных массообразующих показателях древостоев. Для полученных показателей фитомассы выводились регрессионные уравнения связи с природной зональностью территории (Усольцев, 1998, 2001) или с индексом континентальности климата (Усольцев, 2002) или одновременно с природной зональностью в широтном градиенте и с индексом континентальности климата – в меридиональном (Усольцев, 2003, 2007).

Упомянутый выше анализ смещений, обусловленных применением той или иной всеобщей аллометрической модели в локальных географических регионах, выполнен в настоящей работе с использованием базы данных о фитомассе деревьев ели (Усольцев, 2016; Usoltsev, 2016).

Фактические данные фитомассы деревьев ели (1065 определений) после извлечения их из базы данных (Усольцев, 2016; Usoltsev, 2016) распределены по 9 экорегионам и обозначены соответственно девятью фиктивными переменными от  $X_1$  до  $X_9$ . В качестве нулевого варианта принят весь массив данных (табл. 1).

Таблица 1

Схема кодирования региональных и нулевого (общего) массива фактических данных фитомассы деревьев ели

| Регион*     | Вид<br><i>Picea</i> Dietr. | Блок фиктивных переменных |       |       |       |       |       |       |       |       | Число<br>наблю-<br>дений |
|-------------|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
|             |                            | $X_1$                     | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ |                          |
| Все регионы | -                          | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1065                     |
| СЕш         | <i>P. abies</i>            | 1                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 390                      |
| СР          | <i>P. abies</i>            | 0                         | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 234                      |
| ВРсп        | <i>P. abies</i>            | 0                         | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 70                       |
| УРюж (Е)    | <i>P. obovata</i>          | 0                         | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 40                       |
| УРюж (К)    | <i>P. obovata</i>          | 0                         | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 276                      |
| УРсп (Е)    | <i>P. obovata</i>          | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 20                       |
| ЗСлс        | <i>P. obovata</i>          | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 10                       |
| ПТ          | <i>P. schrenkiana</i>      | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 15                       |
| ДВ          | <i>P. ajanensis</i>        | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 10                       |

\*СЕш – Среднеевропейская провинция, широколиственные леса; СР – Скандинавско-Русская провинция; ВРсп – Восток Русской равнины, средняя тайга; УРюж (Е) – Урал, южная тайга, естественные ельники; УРюж (К) – Урал, южная тайга, культуры; УРсп (Е) – Урал, средняя тайга, естественные ельники; ЗСлс – Западная Сибирь, лесостепь; ПТ – Памиро-Тяньшаньская провинция (Северо-Западный Китай); ДВ – Дальневосточная провинция.

В качестве базовой модели примем аллометрическую зависимость надземной фитомассы ( $Pa$ , кг) дерева в четырёх вариантах: (1) от диаметра ствола на высоте груди ( $D$ , см), (2) от диаметра ствола и высоты дерева ( $H$ , м), (3) от диаметра (ширины) кроны ( $Dcr$ , м) и (4) от диаметра кроны и высоты дерева.

Анализ аллометрических моделей по последним двум вариантам обусловлен исключительным прогрессом последних лет в области дистанционного зондирования Земли. В связи с глобализацией оценок биологической продуктивности лесного покрова сегодня происходит смещение ее приоритетов от наземных методов в пользу дистанционных. Лазерное зондирование лесного полога сегодня является составной частью новейших методов и технологий геоинформатики и цифровой фотограмметрии и по многим показателям превосходит не только другие дистанционные методы изучения и измерения параметров лесного полога (Данилин, 2003; Lim, Treitz, 2004; Maltamo et al., 2004; Stone et al., 2012), но и методы наземной таксации (Næsset, 2002; Næsset et al., 2004).

С другой стороны, аллометрические модели фитомассы вида  $Pa \sim Dcr, H$  при несколько более низких показателях адекватности в сравнении с моделями  $Pa \sim D, H$  компенсируют этот недостаток преимуществом бортового лазерного зондирования – несопоставимой с наземной таксацией скоростью измерения морфометрических показателей деревьев и совмещения их с аллометрическими моделями в режиме реального времени (Усольцев и др., 2016).

#### Анализ региональных смещений при оценке фитомассы дерева, обусловленных применением всеобщей простой аллометрической модели $Pa \sim D$

За основу регрессионного анализа фактических данных фитомассы деревьев взята простая модель общего вида (1), структурированная в соответствии с нашей схемой кодирования фиктивных переменных (см. табл. 1). В результате получено уравнение

$$\ln(Pa) = -1,467 + 0,141X_1 - 0,136X_2 - 0,167X_3 - 0,0049X_4 - 0,075X_5 + 0,162X_6 + 0,214X_7 + 0,260X_8 + 0,063X_9 + 2,111(\ln D); R^2 = 0,959; SE = 0,41. \quad (2)$$

Соотношение расчётных и фактических данных по модели (2) показано на рис. 4. Хотя изменчивость надземной фитомассы объясняется моделью (2) на 96 %, очевидна неоднородность её дисперсии остатков (Wirth et al., 1999), вследствие которой расчётные значения фитомассы у мелких деревьев занижаются. Причина такого смещения в том, что при высоте дерева менее 7-10 м диаметр на высоте груди смещается в область кроны, (а у дерева, например, высотой 1,35-1,30 м – это диаметр осевого побега последнего года), нарушая тем самым аллометрическое соотношение.

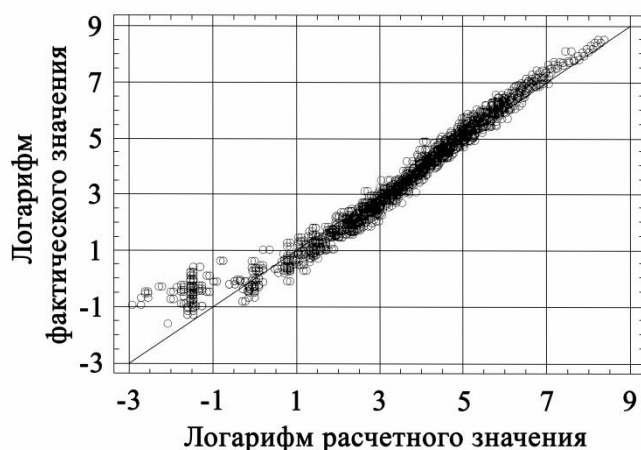


Рис. 4. Соотношение фактических и расчетных значений надземной фитомассы деревьев ели согласно модели (2).

Путём табулирования уравнения (2) по задаваемым значениям ступеней толщины  $D$  получили расчётные показатели надземной фитомассы дерева по общему массиву ( $X_0$ ) и по каждому из 9 экорегионов ( $X_1 \dots, X_9$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Зависимости надземной фитомассы дерева (кг) от диаметра ствола ( $D$ )

| Ступень<br>толщины $D$ | Блок фиктивных переменных |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | $X_0$                     | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ |
| 8                      | 18,6                      | 21,4  | 16,2  | 15,7  | 18,5  | 17,2  | 21,9  | 23,0  | 24,1  | 19,8  |
| 12                     | 43,7                      | 50,3  | 38,2  | 37,0  | 43,5  | 40,6  | 51,4  | 54,2  | 56,7  | 46,6  |
| 16                     | 80,3                      | 92,4  | 70,1  | 67,9  | 79,9  | 74,5  | 94,4  | 99,4  | 104,1 | 85,5  |
| 20                     | 128,6                     | 148,0 | 112,2 | 108,8 | 127,9 | 119,3 | 151,2 | 159,3 | 166,8 | 137,0 |
| 24                     | 188,9                     | 217,4 | 164,9 | 159,9 | 188,0 | 175,3 | 222,2 | 234,0 | 245,1 | 201,3 |
| 28                     | 261,6                     | 301,1 | 228,3 | 221,3 | 260,3 | 242,8 | 307,7 | 324,0 | 339,3 | 278,7 |
| 32                     | 346,7                     | 399,1 | 302,7 | 293,4 | 345,0 | 321,8 | 407,9 | 429,5 | 449,8 | 369,5 |
| 36                     | 444,6                     | 511,7 | 388,1 | 376,2 | 442,4 | 412,6 | 523,0 | 550,8 | 576,7 | 473,8 |
| 40                     | 555,4                     | 639,2 | 484,8 | 469,9 | 552,6 | 515,4 | 653,3 | 688,0 | 720,4 | 591,8 |
| 44                     | 679,1                     | 781,6 | 592,8 | 574,6 | 675,8 | 630,3 | 798,9 | 841,3 | 880,9 | 723,6 |
| 48                     | 816,1                     | 939,2 | 712,3 | 690,5 | 812,1 | 757,3 | 960,0 | 1011  | 1059  | 869,5 |

Из табл. 2 видно, что региональные значения фитомассы (колонки  $X_1 \dots, X_9$ ) отклоняются от всеобщей закономерности (колонка  $X_0$ ) или в большую, или в меньшую сторону. Для оценки реальной среднеквадратической (стандартной) и систематической ошибок мы используем «усечённое» уравнение (3) (с исключёнными из (2) региональными фиктивными переменными)

$$\ln(Pa) = -1,467 + 2,111(\ln D), \quad (3)$$

которое протабулировано по фактическим региональным значениям диаметра ( $D$ ) в базе данных и полученные расчетные показатели фитомассы сопоставлены с фактическими региональными. Результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3

Ошибки определения фитомассы (кг) деревьев ели разных регионов  
по всеобщей модели (3)

| № | Экорегion                                          | Ошибка, %   |                 |
|---|----------------------------------------------------|-------------|-----------------|
|   |                                                    | Стандартная | Систематическая |
| 1 | Среднеевропейская провинция, широколиственные леса | 28,6        | -8,9            |
| 2 | Скандинавско-Русская провинция                     | 38,6        | 7,6             |
| 3 | Восток Русской равнины, средняя тайга              | 48,3        | 26,6            |
| 4 | Уральская провинция, южная тайга (Е)               | 32,1        | 4,4             |
| 5 | Уральская провинция, южная тайга (К)               | 54,1        | 21,5            |
| 6 | Уральская провинция, средняя тайга (Е)             | 41,3        | -4,6            |
| 7 | Западносибирская равнинная провинция, лесостепь    | 59,9        | -5,3            |
| 8 | Памиро-Тяньшаньская                                | 29,7        | -20,6           |
| 9 | Дальний Восток                                     | 39,8        | -0,02           |

Наибольшую стандартную ошибку (60%) при определении фитомассы дерева в том или ином экорегione с помощью всеобщей простой аллометрической модели имеем в Западносибирской, наименьшую (29%) – в Среднеевропейской провинции, а в среднем по 9 экорегionам 41,4%. Всеобщая простая модель завышает фитомассу дерева на 22-27 % в Уральской южнотаёжной провинции (культуры) и на Востоке Русской равнины и занижает на 21% в Памиро-Тяньшаньской провинции. Небольшие отклонения (4-5%) имеют место в Уральской южнотаёжной и среднетаёжной провинциях (естественные ельники), и практически отсутствует смещение при оценке фитомассы ели аянской на Дальнем Востоке.

В общем случае применительно ко всем экорегionам положительные или отрицательные смещения могут быть связаны с игнорированием второго морфометрического (массообразующего) показателя – высоты дерева  $H$ .

#### Анализ региональных смещений при оценке фитомассы дерева, обусловленных применением всеобщей двухфакторной аллометрической модели $Pa \sim D, H$

В данном случае модель (4) структурирована в соответствии с той же схемой кодирования фиктивных переменных (см. табл. 1), и получено уравнение

$$\ln(Pa) = -0,411 + 0,018X_1 - 0,028X_2 - 0,155X_3 + 0,044X_4 - 0,028X_5 + 0,531X_6 - 0,120X_7 + 0,198X_8 + 0,246X_9 + 1,030(\ln D) - 0,275(\ln H) + 0,350(\ln D)(\ln H); R^2=0,984; SE=0,25. \quad (4)$$

Произведение  $(\ln D)(\ln H)$  в качестве третьей независимой численной переменной в (4) характеризует совместное действие первых двух  $(\ln D)$  и  $(\ln H)$  (синергизм). Случай, когда введение синергизма в уравнение необходимо, показан графически на рис. 5.

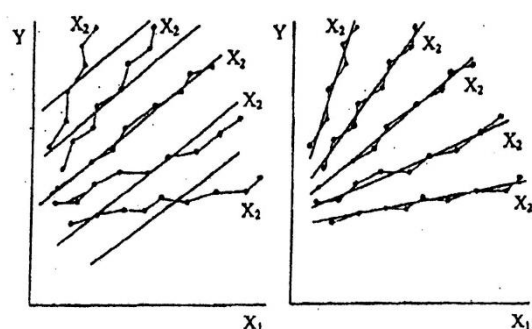


Рис. 5. Сравнительная геометрическая интерпретация двух 2-факторных уравнений:  $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2$  (слева) и  $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3(X_1 \times X_2)$  (справа) (Усольцев, 2004).

Очевидно, что модель без учета  $(X_1 \times X_2)$  дает воспроизводимые оценки лишь в средней

части трендов по  $X_2$ , а на границах диапазонов  $X_2$  она обуславливает значительные смещения. Константа при  $(\ln D)(\ln H)$  в уравнении (4) значима на уровне вероятности  $P_{001}$  ( $t_{\text{факт}} = 50,0 > t_{\text{табл}} = 2,0$ ). Это свидетельствует о том, что дисперсия остатков только по  $(\ln D)$  и  $(\ln H)$  не однородна (рис. 6а). Полная однородность дисперсии достигается путём введения в модель (4) синергизма  $(\ln D)(\ln H)$  (рис. 6б).

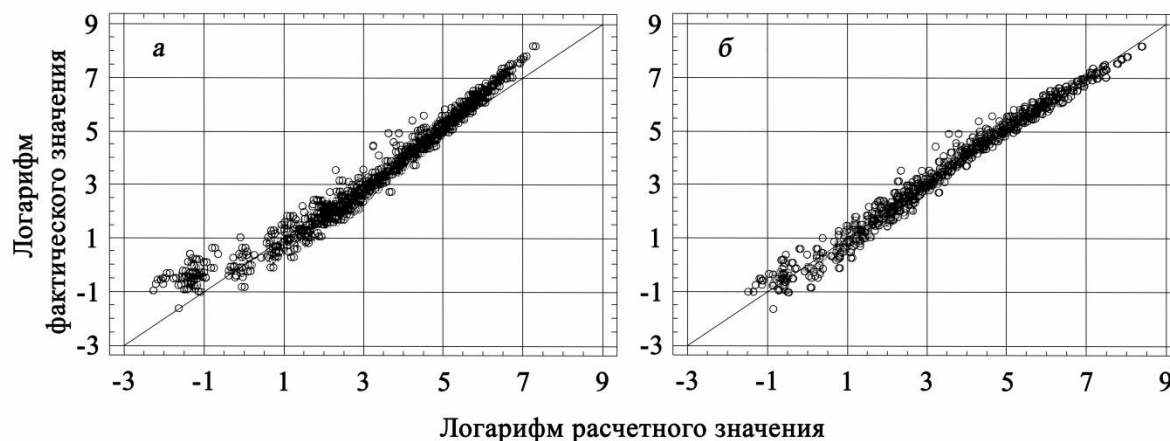


Рис. 6. Графическое визуальное подтверждение неоднородности дисперсии остатков (а) и её отсутствия после введения в уравнение (4) синергизма  $(\ln D)(\ln H)$  (б).

Для оценки стандартной и систематической ошибок модель (4) приведена к «усечённому» виду

$$\ln(Pa) = -0,411 + 1,030(\ln D) - 0,275(\ln H) + 0,350(\ln D)(\ln H), \quad (5)$$

протабулирована по фактическим региональным значениям диаметра ( $D$ ) и высоты дерева ( $H$ ) в базе данных, и полученные расчетные показатели фитомассы сопоставлены с фактическими региональными. Результаты сведены в табл. 4.

Таблица 4

Ошибки определения фитомассы (кг) деревьев ели разных регионов по всеобщей двухфакторной модели (5)

| № | Экорегион                                          | Ошибка, %   |                 |
|---|----------------------------------------------------|-------------|-----------------|
|   |                                                    | Стандартная | Систематическая |
| 1 | Среднеевропейская провинция, широколиственные леса | 20,3        | -0,2            |
| 2 | Скандинавско-Русская провинция                     | 26,2        | 5,4             |
| 3 | Восток Русской равнины, средняя тайга              | 34,1        | 19,7            |
| 4 | Уральская провинция, южная тайга (Е)               | 23,7        | -1,7            |
| 5 | Уральская провинция, южная тайга (К)               | 33,7        | 7,5             |
| 6 | Уральская провинция, средняя тайга (Е)             | 44,5        | -37,3           |
| 7 | Западносибирская равнинная провинция, лесостепь    | 30,3        | 15,5            |
| 8 | Памиро-Тяньшаньская                                | 21,4        | -17,2           |
| 9 | Дальний Восток                                     | 34,6        | -16,0           |

Если при определении фитомассы дерева по простой всеобщей модели  $Pa \sim D$  диапазон стандартной ошибки в регионах был от 29 до 60%, то во втором случае при использовании всеобщей двухфакторной модели  $Pa \sim D, H$  этот диапазон сократился и находится в пределах от 20 до 44%. Снизилась также средняя по регионам стандартная ошибка до 30%.

Общая двухфакторная модель завышает фитомассу дерева на 20% на Востоке Русской равнины и занижает на 37% в Уральской среднетаёжной провинции. Отклонения в пределах от 0,2 до 5% наблюдаются в Среднеевропейской, Скандинавско-Русской и Уральской южнотаёжной провинциях.

### Анализ региональных смещений при оценке фитомассы дерева, обусловленных применением всеобщей простой аллометрической модели $Pa-Dcr$

При регрессионном анализе фактических данных фитомассы в данном случае взята простая модель общего вида (1), в которую вместо диаметра ствола  $D$  включён диаметр (ширина) кроны  $Dcr$ . Модель структурирована в соответствии с нашей схемой кодирования фиктивных переменных (см. табл. 1). В результате получено уравнение

$$\ln(Pa) = 0,102 + 0,946X_1 - 0,386X_2 - 0,689X_3 + 0,109X_4 - 0,387X_5 - 0,402X_6 - 0,997X_7 + 2,153X_8 - 1,317X_9 + 3,406(\ln Dcr); R^2 = 0,814; SE = 0,88. \quad (6)$$

Соотношение расчётных и фактических данных по модели (6) показано на рис. 7. Дисперсия остатков на рис. 7 существенно выше, чем на рис. 4, но в данном случае она в отличие от дисперсии на рис. 4 однородна (см. рис. 7).

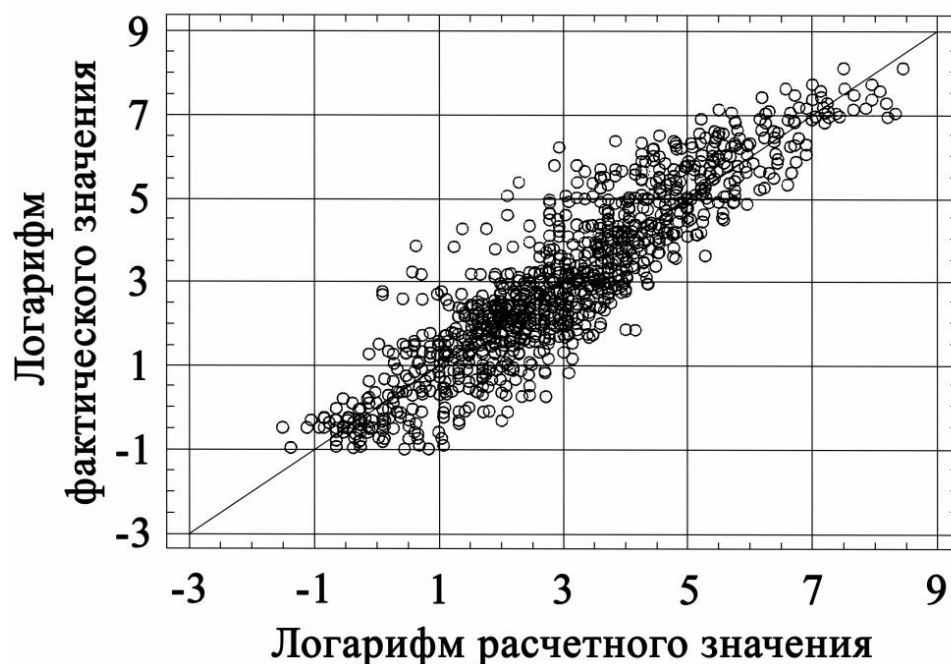


Рис. 7. Соотношение фактических и расчетных значений надземной фитомассы деревьев ели согласно модели (6).

Путём табулирования уравнения (6) по задаваемым значениям ширины кроны  $Dcr$  получили расчётные показатели надземной фитомассы дерева по общему массиву ( $X_0$ ) и по каждому из 9 экорегионов ( $X_1, \dots, X_9$ ) (табл. 5).

Расчётные значения фитомассы деревьев существенно отклоняются по экорегионам от значений, полученных по всеобщей модели, как со знаком плюс, так и со знаком минус. Наибольшее положительное смещение относительно всеобщей модели наблюдается в Памиро-Тяньшаньской провинции у ели Шренка, по-видимому, вследствие её специфичного габитуса (рис. 8).

Таблица 5

Зависимости надземной фитомассы дерева (кг) от ширины кроны ( $Dcr$ )

| Ширина кроны $Dcr$ | Блок фиктивных переменных |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | $X_0$                     | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ |
| 1                  | 1,1                       | 2,9   | 0,8   | 0,6   | 1,2   | 0,8   | 0,7   | 0,4   | 9,5   | 0,3   |
| 2                  | 11,7                      | 30,2  | 8,0   | 5,9   | 13,1  | 8,0   | 7,9   | 4,3   | 101,1 | 3,1   |
| 3                  | 46,7                      | 120,4 | 31,8  | 23,5  | 52,1  | 31,7  | 31,3  | 17,2  | 402,3 | 12,5  |
| 4                  | 124,5                     | 320,7 | 84,6  | 62,5  | 138,8 | 84,5  | 83,3  | 45,9  | 1072  | 33,4  |
| 5                  | 266,3                     | 685,8 | 181,0 | 133,7 | 296,9 | 180,8 | 178,1 | 98,2  | 2292  | 71,4  |
| 6                  | 495,6                     | 1276  | 336,8 | 248,9 | 552,5 | 336,4 | 331,5 | 182,8 | 4265  | 132,8 |
| 7                  | 837,8                     | 2158  | 569,4 | 420,7 | 934,0 | 568,8 | 560,4 | 309,1 | 7211  | 224,6 |
| 8                  | 1320                      | 3400  | 897,4 | 663,1 | 1472  | 896,3 | 883,2 | 487,1 | 11365 | 353,9 |

Рис. 8. Колоннообразные кроны горного вида - ели Шренка (*P. schrenkiana* F. et M.), Тянь-Шань (Еник, 1987)

Для оценки стандартной и систематической ошибок уравнение (6) приведено к «усечённому» виду

$$\ln(Pa) = 0,102 + 3,406(\ln Dcr), \quad (7)$$

протабулировано по фактическим региональным значениям ширины кроны ( $Dcr$ ) в базе данных, и полученные расчетные показатели фитомассы сопоставлены с фактическими региональными. Результаты сведены в табл. 6.

Таблица 6

Ошибки определения фитомассы (кг) деревьев ели разных регионов по всеобщей модели (7)

| № | Экорегion                                          | Ошибка, %   |                 |
|---|----------------------------------------------------|-------------|-----------------|
|   |                                                    | Стандартная | Систематическая |
| 1 | Среднеевропейская провинция, широколиственные леса | 89,4        | -78,7           |
| 2 | Скандинавско-Русская провинция                     | 159,2       | 93,9            |
| 3 | Восток Русской равнины, средняя тайга              | 196,2       | 141,2           |
| 4 | Уральская провинция, южная тайга (Е)               | 42,6        | -5,5            |
| 5 | Уральская провинция, южная тайга (К)               | 189,5       | 90,2            |
| 6 | Уральская провинция, средняя тайга (Е)             | -           | -               |
| 7 | Западносибирская равнинная провинция, лесостепь    | 224,9       | 186,3           |
| 8 | Памиро-Тяньшаньская                                | 89,1        | -85,6           |
| 9 | Дальний Восток                                     | 401,9       | 311,0           |

Очевидно, что стандартные ошибки при определении фитомассы дерева по всеобщей модели  $Pa \sim Dcr$  (диапазон от 43 до 402, в среднем 174 %, см. табл. 6) существенно превышают таковые по модели  $Pa \sim D$  (в среднем 41%, см. табл. 3), поскольку объяснительная способность ширины кроны по сравнению с диаметром ствола при оценке фитомассы дерева значительно более низкая.

Наибольшую стандартную ошибку (190-402 %) при определении фитомассы дерева с помощью всеобщей простой аллометрической модели вида  $Pa \sim Dcr$  имеем на Дальнем Востоке, на Востоке Русской равнины, в Уральской (культуры) и Западносибирской провинциях, а наименьшую (43%) – в Уральской южнотаёжной провинции. Общая простая модель вида  $Pa \sim Dcr$  завышает фитомассу дерева на 311% на Дальнем Востоке, на 186% - в Западносибирской провинции и занижает на 79-86% в Среднеевропейской и Памиро-Тяньшаньской провинциях. Наименьшее смещение при оценке фитомассы - в естественных ельниках Уральской южнотаёжной провинции (-5 %).

**Анализ региональных смещений при оценке фитомассы дерева,  
обусловленных применением всеобщей двухфакторной аллометрической  
модели  $Pa \sim Dcr, H$**

В данном случае модель (8) структурирована в соответствии с той же схемой кодирования фиктивных переменных (см. табл. 1), и получено уравнение

$$\ln(Pa) = -1,180 + 0,130X_1 - 0,162X_2 - 0,248X_3 - 0,129X_4 - 0,0124X_5 + 1,827X_6 - 0,434X_7 + 0,540X_8 - 0,0272X_9 - 0,482(\ln Dcr) + 1,680(\ln H) + 0,500(\ln Dcr)(\ln H); R^2=0,984; SE=0,25. \quad (8)$$

Мы видим (рис. 9а), что, как и в случае с двухфакторной моделью вида  $Pa \sim D, H$ , дисперсия остатков в модели вида  $Pa \sim Dcr, H$ , включающей в себя только  $(\ln Dcr)$  и  $(\ln H)$  без их произведения (синергизма), не однородна, и расчетные значения фитомассы занижаются как у самых мелких, так и у самых крупных деревьев. Полная однородность дисперсии достигается путём введения в модель (8) синергизма  $(\ln Dcr)(\ln H)$  (рис. 9б). При этом константа при  $(\ln Dcr)(\ln H)$  в уравнении (8) в высшей степени значима на уровне вероятности  $P_{001}$  ( $t_{\text{факт}} = 19,5 > t_{\text{табл}} = 2,0$ ).

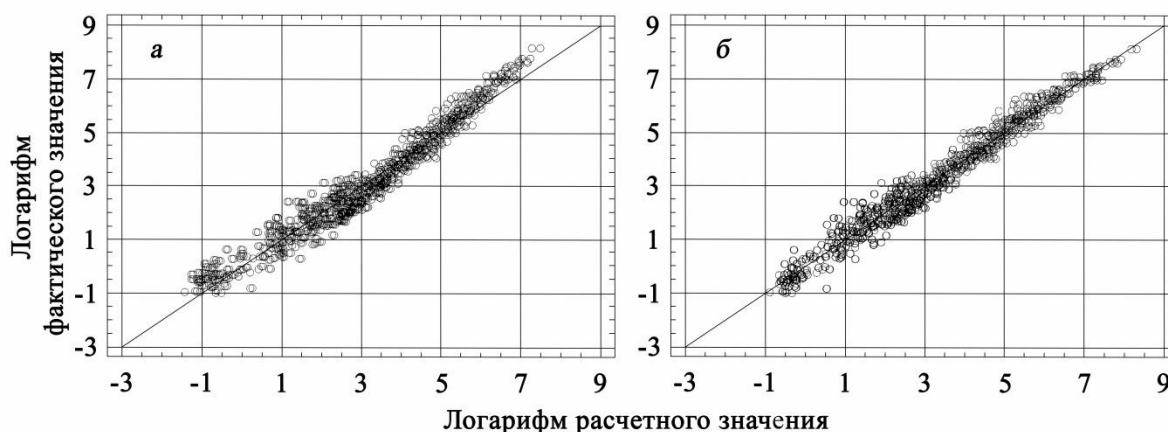


Рис. 9. Графическое визуальное подтверждение неоднородности дисперсии остатков (а) и её отсутствия после введения в уравнение (8) синергизма  $(\ln Dcr)(\ln H)$  (б).

Для расчёта стандартной и систематической ошибок модель (8) приведена к «усечённому» виду

$$\ln(Pa) = -1,180 - 0,482(\ln Dcr) + 1,680(\ln H) + 0,500(\ln Dcr)(\ln H), \quad (9)$$

протабулирована по фактическим региональным значениям ширины кроны ( $Dcr$ ) и высоты дерева ( $H$ ) в базе данных, и полученные расчетные показатели фитомассы сопоставлены с фактическими региональными. Результаты сведены в табл. 7.

Таблица 7

Ошибки определения фитомассы (кг) деревьев ели разных регионов по всеобщей модели (9)

| № | Экорегион                                          | Ошибка, %   |                 |
|---|----------------------------------------------------|-------------|-----------------|
|   |                                                    | Стандартная | Систематическая |
| 1 | Среднеевропейская провинция, широколиственные леса | 115,5       | -36,9           |
| 2 | Скандинавско-Русская провинция                     | 95,4        | 50,7            |
| 3 | Восток Русской равнины, средняя тайга              | 44,8        | 31,9            |
| 4 | Уральская провинция, южная тайга (Е)               | 21,7        | 15,3            |
| 5 | Уральская провинция, южная тайга (К)               | 97,6        | 97,4            |
| 6 | Уральская провинция, средняя тайга (Е)             | -           | -               |
| 7 | Западносибирская равнинная провинция, лесостепь    | 106,7       | 98,8            |
| 8 | Памиро-Тяньшаньская                                | 85,4        | -56,9           |
| 9 | Дальний Восток                                     | 68,4        | 49,7            |

Если при определении фитомассы дерева по простой всеобщей модели  $Pa \sim Dcr$  диапазон стандартной ошибки в регионах был от 43 до 402% (в среднем 174%), то во втором случае при использовании всеобщей двухфакторной модели  $Pa \sim Dcr, H$  этот диапазон сократился и находится в пределах от 22 до 115%. Снизилась также средняя по регионам стандартная ошибка до 79%.

Общая двухфакторная модель  $Pa \sim Dcr, H$  завышает фитомассу дерева на 97-99% в Уральской южнотаёжной (культуры) и Западносибирской провинциях и занижает на 57-58% в Уральской южнотаёжной и Памиро-Тяньшаньской провинциях. Завышение оценок в пределах от 15 до 51% наблюдается в Скандинавско-Русской и Уральской южнотаёжной (естественные древостои) провинциях, на Востоке Русской равнины и на Дальнем Востоке.

### Заключение

Аллометрические модели, полученные на основе базы данных о фитомассе деревьев ели и включающие в себя фиктивные переменные, дают возможность региональных оценок их фитомассы по известным морфометрическим показателям (диаметр ствола и кроны, высота дерева). Коэффициент детерминации в зависимости  $Pa \sim D$  существенно выше, чем в зависимости  $Pa \sim Dcr$  ( $0,959 > 0,814$ ), а двухфакторные модели  $Pa \sim D, H$  и  $Pa \sim Dcr, H$  показали одинаковые коэффициенты детерминации (0,984). Применение двухфакторных всеобщих моделей вида  $Pa \sim D, H$  и  $Pa \sim Dcr, H$  в экорегионах даёт меньшие стандартные ошибки (в среднем соответственно 30 и 77%) по сравнению с простыми уравнениями вида  $Pa \sim D$  и  $Pa \sim Dcr$  (в среднем соответственно 41 и 174%).

Однако вследствие наличия больших стандартных ошибок (до 402%) и неприемлемых региональных смещений обоих знаков (от +311 до -86%) применение всеобщих аллометрических моделей четырёх исследованных видов на региональных уровнях неприемлемо.

### Список использованной литературы

Данилин И.М. Морфологическая структура, продуктивность и дистанционные методы таксации древостоев Сибири: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Красноярск: СибГТУ, 2003. 35 с.

Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.

Еник Я. Иллюстрированная энциклопедия лесов. Прага: Артия, 1987. 431 с.

Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3224>).

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 708 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3280>).

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 762 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3302>).

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: предельная продуктивность и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 406 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3303>).

Усольцев В.А. О применении регрессионного анализа в лесоводственных задачах // Лесная таксация и лесоустройство / Междунар. научно-практич. журн. 2004. № 1 (33). С. 49-55.

Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3281>).

Усольцев В.А. Фитомасса модельных деревьев лесообразующих пород Евразии: база данных, климатически обусловленная география, таксационные нормативы. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 336 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5696>).

Усольцев В.А., Канунникова О.В., Платонов И.В. Исследование ошибок при оценке углеродного пула лесов посредством аллометрических моделей // Современные проблемы устойчивого управления лесами, инвентаризации и мониторинга лесов. Матер. международной конфер. С.-Петербург: С.-ПбГЛТА, 2006. С. 363-370.

Усольцев В.А., Часовских В.П., Норицина Ю.В., Норицин Д.В. Аллометрические модели фитомассы деревьев для лазерного зондирования и наземной таксации углеродного пула в лесах Евразии: сравнительный анализ // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 68–76. (DOI: 10.15372/SJFS20160407).

Ares A., Fownes J.H. Comparisons between generalized and specific tree biomass functions as applied to tropical ash (*Fraxinus uhdei*) // New Forests. 2000. Vol. 20. P. 277-286.

Bailey R.L., Clutter J.L. Base-age invariant polymorphic site curves // Forest Science. 1974. Vol. 20. P. 155–159.

Basuki T.M., Van Laake P.E., Skidmore A.K., Hussin Y.A. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests // Forest Ecology and Management. 2009. Vol. 257. P. 1684–1694.

Ben Brahim M., Gavaland A., Cabanettes A. Generalized allometric regression to estimate biomass of *Populus* in short-rotation coppice // Scandinavian Journal of Forest Research. 2000. Vol. 15. P. 171-176.

Bojinski S., Verstraete M., Peterson T.C., Richter C., Simmons A., Zemp M. The concept of essential climate variables in support of climate research, applications, and policy // Bulletin of the American Meteorological Society. 2014. Vol. 95. No. 9. P. 1431-1443.

Case B.S., Hall R.J. Assessing prediction errors of generalized tree biomass and volume equations for the boreal forest region of west-central Canada // Canadian Journal of Forest Research. 2008. Vol. 38. P. 878-889.

Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H., Riera B., Yamakura T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests // Oecologia. 2005. Vol. 145. P. 87–99.

Chave J., Condit R., Aguilar S., Hernandez A., Lao S., Perez R. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates // Phil. Trans. Royal Soc. London B. 2004. Vol. 359. P. 409-420.

Crow T.R. Common regressions to estimate tree biomass in tropical stands // *Forest Science*. 1978. Vol. 24. No. 1. P. 110-114.

Crowther T.W., Glick H.B., Covey K.R., Bettigole C., Maynard D.S., Thomas S.M. et al. Mapping tree density at a global scale // *Nature*. 2015. Vol. 525. P. 201–205 (doi: 10.1038/nature14967).

Diequez-Aranda U., Burkhardt H.E., Amateis R.L. Dynamic site model for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations in the United States // *Forest Science*. 2006. Vol. 52. No. 3. P. 262–272.

Falster D.S., Duursma R.A., Ishihara M.I., Barneche D.R. et al. BAAD: a Biomass And Allometry Database for woody plants // *Ecology*. 2015. Vol. 96. No. 5. P. 1445 (*Ecological Archives* E096-128), (<http://esapubs.org/archive/>).

Fang J., Chen A., Peng C., Zhao S., Ci L. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998 // *Science*. 2001. Vol. 292. Issue 5525. P. 2320-2322 (DOI: 10.1126/science.1058629).

Fehrmann L., Lehtonen A., Kleinn C., Tomppo R. Comparison of linear and mixed-effect regression models and a k-nearest neighbor approach for estimation of single tree biomass // *Canadian Journal of Forest Research*. 2008. Vol. 38. P. 1–9.

Fu L., Sharma R.P., Hao K., Tang S. A generalized interregional nonlinear mixed-effects crown width model for Prince Rupprecht larch in northern China // *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 389. P. 364–373.

Fu L., Sun H., Sharma R.P., Lei Y., Zhang H., Tang S. Nonlinear mixed-effects crown width models for individual trees of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) in south-central China // *Forest Ecology and Management*. 2013. Vol. 302. P. 210–220.

Fu L.Y., Zeng W.S., Tang S.Z., Sharma R.P., Li H.K. Using linear mixed model and dummy variable model approaches to construct compatible single-tree biomass equations at different scales – A case study for Masson pine in Southern China // *Journal of Forest Science*. 2012. Vol. 58. No. 3. P. 101–115.

Graybill E.A. Theory and application of the linear model. Duxbury Press, N. Scituate, MA, 1976. 704 p.

Jenkins J.C., Chojnacky D.C., Heath L.S., Birdsey R.A. Comprehensive database of diameter-based regressions for North American tree species // USDA Forest Service Northeastern Research Station. General Technical Report NE-319. 2004. 45 p.

Jucker T., Caspersen J., Chave J., Antin C., Barbier N., Bongers F., Dalponte M., van Ewijk K.Y., Forrester D.I., Heani M., Higgins S.I., Holdaway R.J., Iida Y., Lorimer C., Marshall P.M., Momo S., Moncrieff G.R., Ploton P., Poorter L., Rahman K.A., Schlund M., Sonké B., Sterck F.J., Trugman A.T., Usoltsev V.A., Vanderwel M.C., Waldner P., Wedeux B., Wirth C., Wöll H., Woods M., Xiang W., Zimmermann N. and Coomes D.A. Allometric equations for integrating remote sensing imagery into forest monitoring programmes // *Global Change Biology*. 2017. Vol. 23. P. 177-190. DOI: 10.1111/gcb.13388.

Lang P.M. Linear mixed model of aerial photo crown width and ground diameter // *Scientia Silvae Sinicae*. 2008. Vol. 44. P. 41–44 (кит.)

Lappi J., Bailey R.L. A height prediction model with random stand and tree parameters: an alternative to traditional site index methods // *Forest Science*. 1988. Vol. 34. No. 4. P. 907–927.

Li C.M., Zhang H.R. Modeling dominant height for Chinese fir plantation using a nonlinear mixed-effects modeling approach // *Scientia Silvae Sinicae*. 2010. Vol. 46. P. 89–95 (кит.)

Li L.X., Hao Y.H., Zhang Y. The application of dummy variable in statistic analysis // *The Journal of Mathematical Medicine*. 2006. Vol. 19. P. 51–52 (кит.).

Li X., Hong L. Research on the use of dummy variables method to calculate the family of site index curves // *Forest Research*. 1997. Vol. 10. No. 2. P. 215–219 (кит. с англ. резюме).

Liang J., Crowther T.W., Picard N., Wiser S., Zhou M., Alberti G., Schulze E.-D., McGuire A.D., Bozzato F., et al. Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests // *Science*. 2016. Vol. 354. Issue 6309. P. 196–208. (DOI: 10.1126/science.aaf8957).

Lim K.S., Treitz P.M. Estimation of aboveground biomass from airborne discrete return laser scanner data using canopy-based quantile estimators // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2004. Vol. 19. No. 6. P. 558–570.

Maltamo M., Eerikäinen K., Pitkänen J. et al. Estimation of timber volume and stem density based on scanning laser altimetry and expected tree size distribution functions // *Remote Sensing of Environment*. 2004. Vol. 90. No. 3. P. 319–330.

McDill M.E., Amateis R.L. Measuring forest site quality using the parameters of a dimensionally compatible height growth function // *Forest Science*. 1992. Vol. 38. No. 2. P. 409–429.

Molto Q., Rossi V., Blanc L. Error propagation in biomass estimation in tropical forests // *Methods in Ecology and Evolution*. 2013. Vol. 4. P. 175–183.

Müller A., Weigelt J., Götz A., Schmidt O., Alva I.L., Matuschke I., Ehling U., Beringer T. The Role of Biomass in the Sustainable Development Goals: A Reality Check and Governance Implications. IASS Working Paper. Potsdam: Institute for Advanced Sustainability Studies, 2015. 36 p.

Næsset E. Predicting forest stand characteristics with airborne scanning laser using a practical two-stage procedure and field data // *Remote Sensing of Environment*. 2002. Vol. 80. No. 1. P. 88–99.

Næsset E., Gobakken T., Holmgren J., Hyypä H. et al. Laser scanning of forest resources: the Nordic experience // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2004. Vol. 19. P. 482–489.

Nord-Larsen T. Developing dynamic site index curves for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark // *Forest Science*. 2006. Vol. 52. No. 2. P. 173–181.

Pastor J., Aber J.D., Melillo J.M. Biomass prediction using generalized allometric regressions for some Northeast tree species // *Forest Ecology and Management*. 1984. Vol. 7. P. 265–274.

Poorter H., Jagodzinski A.M., Ruiz-Peinado R., Kuyah S., Luo Y., Oleksyn J., Usoltsev V.A., Buckley T.N., Reich P.B., Sack L. How does biomass allocation change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents // *New Phytologist*. 2015. Vol. 208. Issue 3. P. 736–749 (doi:10.1111/nph.13571).

Rao C.R. The theory of least squares when the parameters are stochastic and its application to the analysis of growth curves // *Biometrika*. 1965. Vol. 52. P. 447–458.

Rutishauser E., Noor'an F., Laumonier Y., Halperin J., Rufi'ie, Hergoualch K., Verchot L. Generic allometric models including height best estimate forest biomass and carbon stocks in Indonesia // *Forest Ecology and Management*. 2013. Vol. 307. P. 219–225.

Schmitt M.D.C., Grigal D.F. Generalized biomass estimation equations for *Betula papyrifera* Marsh. // *Canadian Journal of Forest Research*. 1981. Vol. 11. P. 837–840.

Skrivanek S. The use of dummy variables in regression analysis // MoreSteam, com LLC. 2009 (<http://www.moresteam.com>).

Stas S.M., Rutishauser E., Chave J., Anten N.P.R., Laumonier Y. Estimating the aboveground biomass in an old secondary forest on limestone in the Moluccas, Indonesia: Comparing locally developed versus existing allometric models // *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 389. P. 27–34.

Stone C., Penman T., Turner R. Determining an optimal model for processing lidar data at the plot level: results for a *Pinus radiata* plantation in New South Wales, Australia // New Zealand Journal of Forestry Science. 2012. Vol. 42. P. 191-205 (<http://www.scionresearch.com/general/publications/nzjfs>).

Tang S.Z., Lang K.J., Li H.K. Statistics and Computation of Biomathematical Models (ForStat Course). Beijing: Science Press, 2008. P. 115–261 (кит.).

Usoltsev V.A. Sample tree biomass data for Eurasian forests. CD-version in English and Russian. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University. 2015. ISBN 978-5-94984-521-9 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4931>).

Usoltsev V.A. Single-tree biomass data for remote sensing and ground measuring of Eurasian forests. CD-version in English and Russian. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University. 2016. ISBN 978-5-94984-600-1 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6103>).

Vieilledent G., Vaudry R., Andriamanohisoa S.F.D., Rakotonarivo O.S., Randrianasolo Z.H., Razafindrabe H.N., Bidaud Rakotoarivony C., Ebeling J., Rasamoelina M. A universal approach to estimate biomass and carbon stock in tropical forests using generic allometric models // Ecological Applications. 2012. Vol. 22. Issue 2. P. 572–583.

Vonesh E.F., Carter R.L. Efficient Inference for Random-Coefficient Growth Curve Models with Unbalanced Data // Biometrics. 1987. Vol. 43. No. 3. P. 617-28.

Wang M., Borders B.E., Zhao D. An empirical comparison of two subject-specific approaches to dominant heights modeling: The dummy variable method and the mixed model method // Forest Ecology and Management. 2008. Vol. 255. P. 2659-2669.

Wang M., Borders B.E., Zhao D.H. Parameter estimation of base-age invariant site index models: which data structure to use? // Forest Science. 2007. Vol. 53. No. 5. P. 541–551.

West G.B., Brown J.H., Enquist B.J. A general model for the structure and allometry of plant vascular system // Nature. 1999. Vol. 400. P. 664-667.

Wirth C., Schulze E.-D., Schulze W., von Stünzner-Karbe D., Ziegler W., Milyukowa I., Sogatchev A., Varlagin A.B., Panvyorov M., Grigoriev S., Kusnetzova W., Siry M., Harges G., Zimmermann R., Vygodskaya N.N. Above-ground biomass in pristine Siberian Scots pine forests as controlled by competition and fire // Oecologia. 1999. Vol. 121. P. 66-80.

Wirth C., Schumacher J., Schulze E.-D. Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe – a meta-analysis approach toward prediction and uncertainty estimation // Tree Physiology. 2004. Vol. 24. P. 121-139.

Zeng W.S. Using nonlinear mixed model and dummy variable model approaches to construct origin-based single tree biomass equations // Trees. 2015. Vol. 29. No. 1. P. 275-283.

Zeng W.S., Tang S.Z., Xia Z.S., Zhu S., Luo H.Z. Using linear mixed model and dummy variable model approaches to construct generalized single-tree biomass equations in Guizhou // Forest Research. 2011. Vol. 24. No. 3. P. 285-291 (кит.).

Zianis D., Mencuccini M. On simplifying allometric analyses of forest biomass // Forest Ecology and Management. 2004. Vol. 187. P. 311-332.

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор с.-х. наук В.А. Азарёнок.

УДК 581.5; 504.7

*К.В. Колчин, Е.В. Марковская, В.А. Азаренок*  
*K.V. Kolchin, E.V. Markovskaya, V.A. Azarenok*

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

**ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ:  
ОТ ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ - К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА**

**ESTIMATING FOREST BIOLOGICAL PRODUCTIVITY - FROM A SAMPLE  
PLOT TO THE AUTOMATIC SPACE ANALYSIS SYSTEM**



**Ключевые слова:** *фитомасса, чистая первичная продукция, деревья, древостои, пробные площади, экстраполяция данных, базы данных, рекурсивные модели, блок-схемы алгоритмов расчета, безбумажная информатика, система управления базой данных ADABAS, интерактивные карты.*

Проанализирована история развития научного направления «Биологическая продуктивность лесных экосистем» от непосредственного определения фитомассы и чистой первичной продукции деревьев и древостоев на пробных площадях к совмещению баз данных о фитомассе и чистой первичной продукции с данными государственного учета лесов на основе системы управления базой данных ADABAS и приложений *Natural*.

**Keywords:** *biomass, net primary production, trees, forests, sample plots, extrapolation of data, databases, recursive model, flowchart algorithms, paperless informatics, database management system ADABAS, interactive maps.*

The history of the development of scientific direction "Biological productivity of forest ecosystems» from the direct determination of net primary production and biomass of trees and forest stands on sample plots - to combining databases of biomass and net primary production with the data of National System of Forests Inventory on the basis of the system of database management ADABAS and applications *Natural* is reported.

**Марковская Екатерина Владимировна** - магистр 1 курса Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел. (343)328-06-11; e-mail: [sqwid@mail.ru](mailto:sqwid@mail.ru).

**Markovskaya Ekaterina Vladimirovna** - Magister of the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: (343)328-06-11; e-mail: [sqwid@mail.ru](mailto:sqwid@mail.ru).

**Азаренок Василий Андреевич** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел. 8-912-68-68-841; e-mail: [azarenok\\_96@mail.ru](mailto:azarenok_96@mail.ru).

**Azarenok Vasily Andreyevich** - doctor of agricultural sciences, professor of the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: 8-912-68-68-841; e-mail: [azarenok\\_96@mail.ru](mailto:azarenok_96@mail.ru).

История естественных наук характеризуется длительным периодом дискурсивного наблюдения, а также накопления и классификации огромного количества фактов, прежде чем они подвергаются какому-то осмыслению (Бернал, 1956). Затем на базе накопленных фактов появляется необходимость выявления закономерностей, поскольку знание некоторых закономерностей освобождает от необходимости знания очень многих фактов (Усольцев, 2003). В частности, история развития науки о продуктивности лесов, включающей основные положения лесной биологии и лесной таксации, прошла путь от прямых измерений в лесу до современных моделей роста и продуктивности лесов, разработанных на основе последних достижений в области информационных технологий (Pretzsch, 2009).

Наука о биологической продуктивности лесов как специфичная составная часть упомянутой науки о продуктивности лесов в целом, прошла аналогичный путь. Лесная таксация, как наука о количественной оценке лесных ресурсов, традиционно была ориентирована только на «стереометрическую» оценку ствола дерева как источника древесного сырья. Лишь в конце XIX в. появились первые данные о массе крон (Flury, 1892), имевшие целью вовлечь в ресурсный потенциал все части дерева. Ресурсоведческий аспект оценки всей фитомассы лесов получил развитие в 1930-1960-х, продолжаясь вплоть до 1980-х гг. (Рейхардт, 1934; Usolzew, 1971; Усольцев, 1971а, 1972 а,б; 1975 а, б; 1978, 1982, 1983, 1984), и был резюмирован как лесное ресурсоведение (Поздняков, 1973). В течение этого периода пришло осознание сдерживающей роли экономического фактора в проблеме использования всей фитомассы лесов, которое не всегда было рентабельным. На экономический накладывается ещё и экологический фактор – опасность снижения стабильности лесной экосистемы и необходимость компенсации элементов питания, выносимых из нее при использовании всей фитомассы.

В 1964-1974 гг. изучение фитомассы и годичной продукции лесов было стимулировано Международной биологической программой (МБП), осуществляемой под девизом «Биологические основы продуктивности и благосостояние человечества», и вслед за ней программой «Человек и биосфера», в ходе реализации которых получили существенное развитие как методологическая, так и фактологическая стороны проблемы. Было заложено огромное количество пробных площадей по экспериментальному определению фитомассы, резко возрос объем информации о биологической продуктивности лесов (Поздняков и др., 1969; Уткин, 1970; Протопопов, Грибов, 1971; Усольцев, 1971б, 1972в, 1973; 1974, Казимиров, Морозова, 1973; Усольцев, Усольцева, 1977).

Очередной бум в изучении биологической продуктивности лесов начался в 1973 году после резкого повышения цен на нефть странами ОПЕК. При этом биологическая продукция лесов рассматривалась в качестве возобновляемого источника энергии. Особенно драматизировали ситуацию в США, приравнивая «энергетический кризис» по исторической значимости к таким событиям, как рождение Христа и минувшие две мировые войны (Young, 1981). Постепенно выяснилось, что экономика производства «энергетической» древесины, как и эффективность утилизации всей фитомассы, оказывается довольно шаткой. Цены на нефть выровнялись, и проблема на какое-то время отошла на задний план.

В последние годы мировая лесная экология переживает очередной, ранее не виданный по масштабам информационный всплеск в оценке биопродуктивности лесов в предвидении антропогенного изменения климата. Нынешний ажиотаж вокруг проблемы нарушенного углеродного баланса биосферы и сомнительных надежд на его восстановление путем тотального облесения планеты переходит в русло общей парадигмы устойчивого развития (sustainable development), в рамках которой на первый план выступает биосферная функция лесов, а ресурсное лесопользование рассматривается как подчиненная задача (Уткин, 1995).

Сегодня фитомасса лесов рассматривается как их основная характеристика, определяющая ход процессов в лесных экосистемах и используемая в целях экологического мониторинга, устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова, оценки углерододепонирующей емкости лесов (Усольцев, 1993, 1994, 1995а).

Понятия *углерод* и *фитомасса* связаны стабильным соотношением 1 : 2. Однако точность оценок депонируемого в лесной фитомассе углерода оставляет желать лучшего. Первые оценки фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) лесного покрова были выполнены российскими учеными (Базилевич, Родин, 1967) путём прямой экстраполяции данных 150 пробных площадей о фитомассе и ЧПП на экорегионы и биомы. Методическим недостатком такого приема является отсутствие подтверждения репрезентативности той или иной пробной площади, т.е. информации о том, насколько эта пробная площадь или их совокупность являются характерными для региона, особенно, если принять во внимание варьирование в его пределах возраста, морфологии и породного состава лесов. Данные Государственного учёта лесного фонда (ГУЛФ) при этом не учитывались.

Отказавшись от прямой экстраполяции данных о фитомассе, полученных на пробных площадях, завышающей среднерегиональные оценки в 2-3 раза, Р.В. Опритова с соавторами (1982), а затем М.Ф. Макаревский (1991) впервые в России применили переводной коэффициент общей фитомассы (отношение фитомассы к запасу). М.Ф. Макаревский совместил названный коэффициент с данными ГУЛФ, выделив в них три породные группы и в каждой - три возрастных группы. Тем самым была реализована стыковка фактических данных о фитомассе на пробных площадях с данными ГУЛФ.

Следующим шагом в направлении оценки депонирования углерода в фитомассе на лесопокрытых площадях всей территории России явилось совмещение переводных коэффициентов не только фитомассы, но и ЧПП, со сводными данными ГУЛФ, при котором исходные данные фитомассы, ЧПП и ГУЛФ были структурированы по каждой породе и возрастным группам (Исаев и др. 1993; Алексеев, Бердси, 1994). Были рассчитаны общие запасы углерода, составившие для лесного фонда России 38,6 Гт, и годовичное депонирование углерода в лесфонде – 262 млн. т. В упомянутых исследованиях исходными (базовыми) единицами расчета являются территориальные комплексы, что затрудняет детальное картирование фитомассы и ЧПП лесов.

Наряду с оценками фитомассы на уровне регионов с использованием сводных данных ГУЛФ, были предприняты первые попытки использовать повыдельные банки данных и оценивать фитомассу лесов на уровне отдельных лесхозов и лесничеств. В частности, данные Учебно-опытного лесхоза УГЛТА были структурированы с помощью СУБД FoxBase plus (версия 2), а материалы ГУЛФ Невьянского лесхоза Свердловской области - с помощью СУБД Paradox версии 4.5 (Усольцев и др., 1995; Усольцев, 1995б; Usoltsev, Hoffmann, 1997; Usoltsev, Salnikov, 1998; Усольцев, 1998; Усольцев, Сальников, 1998; Сальников, Усольцев, 1999; Усольцев и др., 2002). Однако оценивать фитомассу и ЧПП лесов на основе повыдельных банков данных для крупных экорегионов, а тем более, для всей России, технически довольно трудно, даже при наличии актуализированных повыдельных данных, обычно недоступных для пользователей. Особенно, если учесть, что лесоустройство в России давно ликвидировано, и все имеющиеся повыдельные банки данных ГУЛФ устарели минимум на два десятилетия.

Поэтому оценки фитомассы и ЧПП лесного покрова России оцениваются сегодня на основе современных информационных технологий по сводным данным ГУЛФ лесхозов (лесничеств) (Усольцев и др., 1999, 2007а,б), иногда скорректированным с помощью дистанционных методов (Швиденко и др., 2000, 2004, 2007, 2008), а также на

основе хлорофиллового индекса и фотосинтетического стока углерода (Воронин и др., 2004).

В частности, разработан математико-статистический инструментарий (системы рекурсивных многофакторных моделей), обеспечивший корректное совмещение фактических данных фитомассы с данными ГУЛФ, а фактических данных ЧПП - не только с материалами ГУЛФ, но и с данными фитомассы (рис. 1). Отличительная особенность данных исследований состоит не только в территориально более детальных расчетах, но и в использовании рекурсивного принципа совмещения результатов экстраполяции фитомассы и ЧПП пробных площадей на лесопокрытые площади лесхозов и уже затем - территориальных комплексов (Усольцев и др., 2008 *а,б,в,г*; Усольцев и др., 2009*а*).

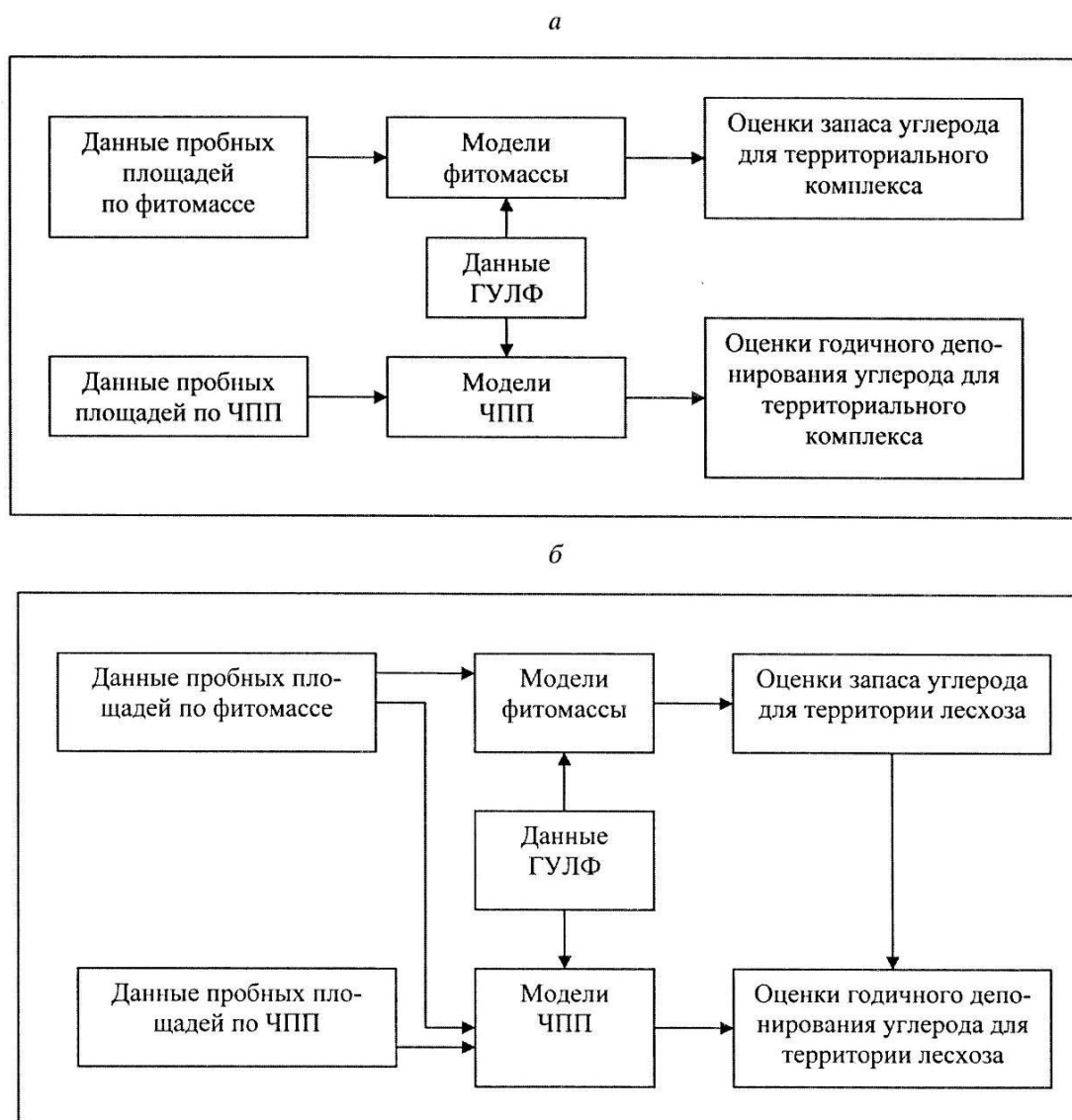


Рис. 1. Блок-схемы алгоритмов расчета фитомассы и ЧПП (или углерода и его годичного депонирования) насаждений территориальных комплексов согласно предложениям: *а* - Д.Г. Замолодчикова и А.И. Уткина (2000) и *б* – В.А. Усольцева с соавторами (2008*а*).

Сказанное поясняется сопоставлением двух алгоритмов, показанных на блок-схемах (см. рис. 1). Согласно первому алгоритму (см. рис. 1, А), расчеты фитомассы и ЧПП выполняются параллельно (Замолодчиков, Уткин, 2000), и их результаты не связаны между собой. Согласно второму алгоритму (см. рис. 1, Б) расчеты выполняются последовательно: вначале рассчитываются модели фитомассы в зависимости от запаса стволовой древесины и возраста древостоев, а затем – модели ЧПП в зависимости от

тех же показателей и от показателей фитомассы (Усольцев и др., 2008 *а,б,в,г*; Усольцев и др., 2009*а*). Соответственно совмещение моделей с данными ГУЛФ (структурированными по запасу и возрасту древостоев) также выполняется последовательно. Сравнительная проверка двух методов совмещения экспериментальных данных фитомассы и ЧПП с материалами ГУЛФ показала, что первый завышает результаты по сравнению со вторым в 2-3 раза (Швиденко и др., 2007; Усольцев, 2007*а*; Усольцев и др., 2009*а,б*; 2010*а*).

Расчетами, выполненными по второму алгоритму на покрытой лесом площади 106 млн. га по 305 лесхозам Уральского региона (10 территориальных образований, площадь которых составляет 16% от общей территории России) установлено, что общий углеродный пул фитомассы лесов составляет 4556 млн. т и годичное депонирование углерода в фитомассе 271 млн т (рис. 2, 3).

А.З. Швиденко с соавторами (2007, 2008) показали, что их метод моделей хода роста фитомассы при совмещении последней с данными ГУЛФ на уровне территориальных комплексов дал расхождение с результатами, полученными по методике В.А. Усольцева с соавторами (1999, 2007*а*) в пределах 3-5%. При оценке ЧПП лесного покрова отклонения результатов, полученных по методике А.З. Швиденко, от результатов, полученных по альтернативным методикам В.А. Усольцева (1999, 2007*а*) и П.Ю. Воронина с соавторами (2004) находились в пределах 8%, т.е. были сравнительно близкими, но по сравнению со всеми тремя результаты, полученные по методике Д.Г. Замолдчикова и А.И. Уткина (2000), оказались завышенными в 2,2-3,6 раза.

В результате анализа существующей ситуации с оценкой биопродуктивности лесного покрова В.А. Усольцев с соавторами (2011) сделали следующие выводы:

- с течением времени происходит непрерывное пополнение баз данных о фитомассе и ЧПП лесов новыми материалами – фактическими определениями на пробных площадях;
- расчет и картирование биологической продуктивности лесного покрова территориальных образований (с принятием площади лесничества в качестве исходной единицы расчета и картирования) представляет собой чрезвычайно трудоемкую и многоэтапную процедуру, что создает существенные проблемы при актуализации подобных результатов;
- нет общепризнанных достаточно адекватных методов расчета ЧПП на лесопокрываемых площадях, и любое методическое усовершенствование влечет за собой весьма трудоемкую модификацию результата расчетов и картирования;
- материалы ГУЛФ регулярно обновляются, изменяются лесопокрываемые площади лесничеств за счет изменения категорий земель, а также за счет объединения-разделения «держателей» лесфонда, что также требует непрерывной чрезвычайно трудоемкой актуализации результата расчетов и картирования углеродного пула и депонирования углерода в фитомассе на покрытых лесом площадях.

Все перечисленное означало, что алгоритмы расчета и картирования биологической продуктивности лесного покрова необходимо переводить с существующей примитивной системы многоэтапных громоздких расчетов в режим их автоматизации на основе последних достижений в области информационных технологий.

Информационные потоки сейчас на шесть порядков превышают естественные возможности человечества усваивать информацию (Кондратьев и др., 2003), и будущее – за безбумажной информатикой (Глушков, 1987). Дж. Мартин в 1980 г. писал: «Историки будут рассматривать появление банков данных на ЭВМ и возможностей, связанных с ними, как шаг, изменивший природу эволюции общества и имеющий, возможно, большее значение, чем изобретение печатного станка» (цит. по: Борщев, 1982). Термины «банк данных» и «база данных» часто используются как синонимы. Такого же мнения придерживается В.Б. Борщев (1982), отмечая в то же время, что первый термин чаще

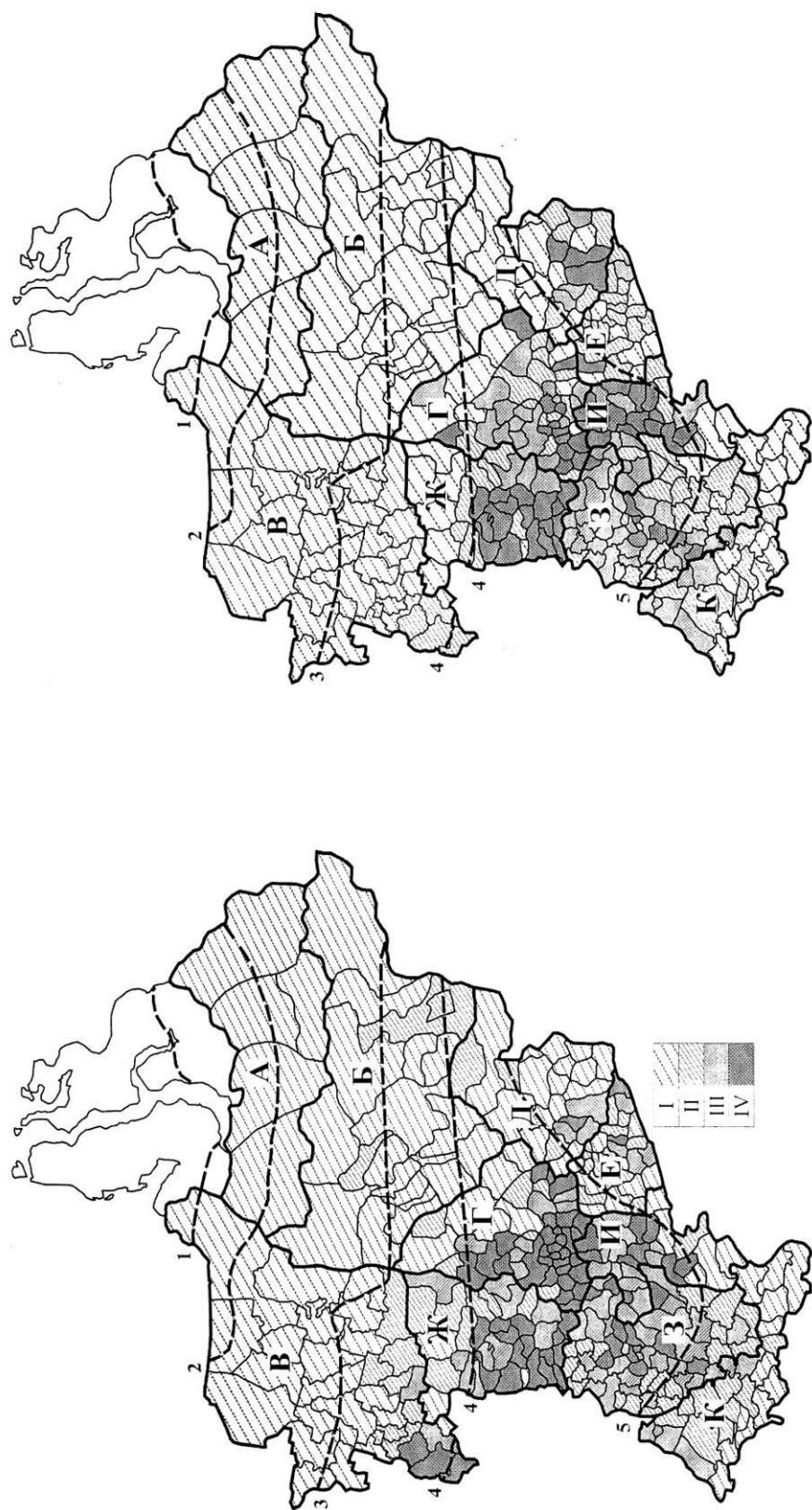


Рис. 2. Распределение запасов углерода (слева) и его годичного депонирования (справа) в фитомассе насаждений в расчете на общую (в границах лесхозов) площадь. Градации запасов углерода, т/га: I – 3,0-38,5; II – 38,5-46,5; III – 46,5-54,5; IV – 54,5-110. Градации депонирования углерода, т/га: I – 0,4-2,7; II – 2,7-3,4; III – 3,4-4,0; IV – 4,0-5,8. Сплошной линией обозначены границы лесничеств, пунктирной – южные границы: 1 – тундры, 2 – лесотундры; 3 – северной тайги, 4 – средней тайги, 5 – южной тайги. Буквами обозначены административные образования: А – Ямало-Ненецкий АО; Б – Ханты-Мансийский АО; В – республика Коми; Г – Свердловская обл.; Д – Тюменская обл.; Е – Курганская обл.; Ж – Пермский край; З – Башкирия; И – Челябинская обл.; К – Оренбургская обл. (Усолцев и др., 2009а,б; 2010а).

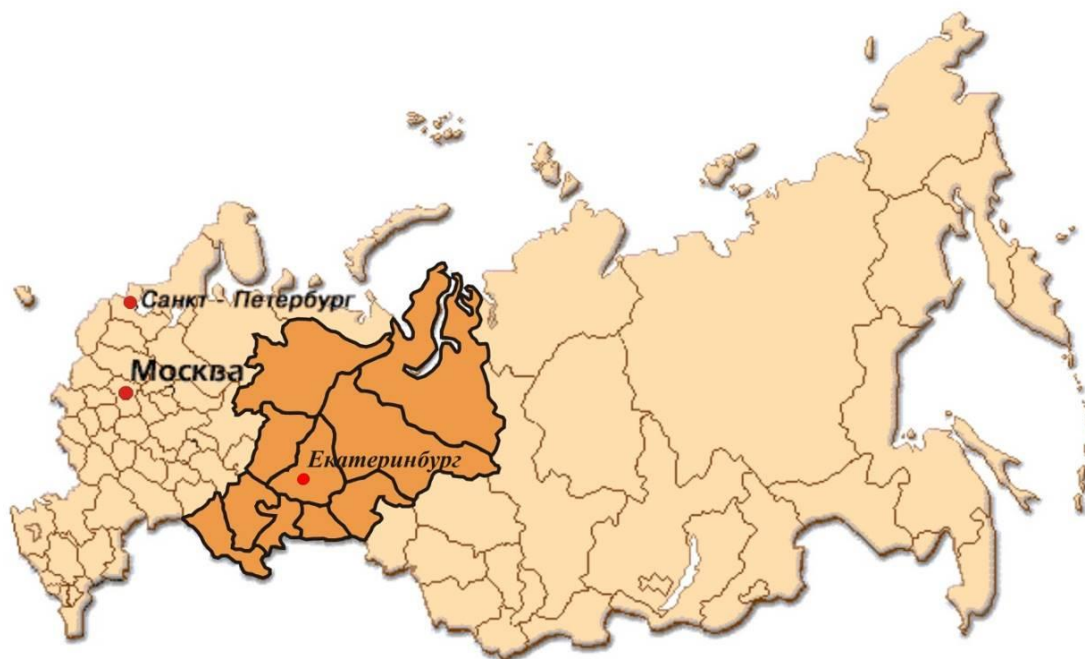


Рис. 3. Положение 10 территориальных образований Уральского региона на территории России (Воронов и др., 2010, 2012).

встречается в популярных работах, а в специальной литературе, особенно при обсуждении точных понятий, чаще употребляется второй термин.

База данных – это реализованная средствами вычислительной техники специальная система для хранения данных о некотором фрагменте действительности, необходимых для решения многих задач. Функционирование базы данных обеспечивается специальной системой программ – системой управления базами данных (Борщев, 1982).

Накопленный опыт совмещения регрессионных моделей биопродуктивности насаждений с данными ГУЛФ (Исаев и др., 1993; Алексеев, Бердси, 1994; Усольцев, 1998; 2007а,б; Швиденко и др., 2000, 2004, 2007, 2008) создает предпосылки для создания автоматизированной и актуализируемой системы пространственного анализа биопродуктивности на основе системы управления базами данных (СУБД).

Огромными неиспользуемыми возможностями обладает одна из наиболее быстросуществующих в мире СУБД ADABAS (сокр. от: Adaptable DATA Base System) с редактором приложений *Natural* (Часовских и др., 2006). Автоматизированная информационная система рассматривается в виде совокупности программных модулей, каждый из которых представляет собой модель определенного автоматизируемого процесса и может быть представлен в виде совокупности его программных элементов и системных связей между элементами, которые задают структуру модуля. Концепция проектирования информационной системы пространственного анализа биопродуктивности лесных экосистем заключается в моделировании структуры посредством выбора необходимых для системы программных элементов и задания функциональных связей между этими элементами (Воронов и др., 2008; Усольцев и др., 2009в,г; 2010а,б; 2011б; Воронов и др., 2009а,б,в; 2010а,б,в; 2011а,б,в, г; 2012а,б; 2013, 2014; Часовских и др., 2014). Программные элементы классифицированы по функциональным признакам (рис. 4).

Разработанная информационная система дает возможность полной автоматизации расчетов и актуализации результатов (Воронов и др., 2009а,б,в; 2010а,б,в; 2011а,б,в,г; 2012а,б; 2013, 2014). Участие оператора предполагается лишь на этапах ввода и корректировки исходных данных, т.е. данных ГУЛФ и фактических значений фитомассы и ЧПП, дополнительно полученных на пробных площадях. Предполагается

также автоматический перерасчет коэффициентов регрессионных уравнений (КРУ) фитомассы и ЧПП с исключением статистически не значимых переменных, а также перерасчет итоговых данных. Передача итоговых значений в среду отображения осуществляется в формате ГИС «Карта 2008». Схема аналитического блока системы представлена на рис. 5. Опция Главного управляющего приложения «Экспорт данных для отображения на карте» запускает процедуру формирования двух файлов транспортировки для значений как фитомассы, так и ЧПП.

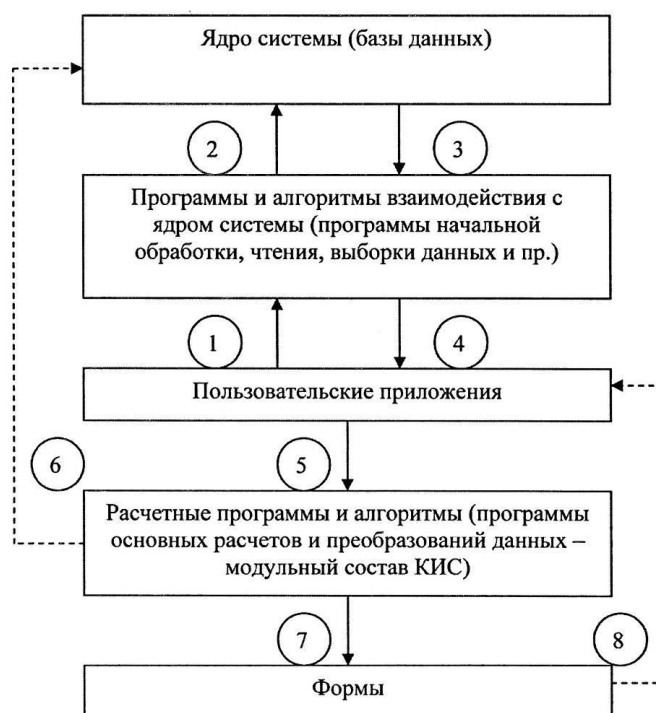


Рис. 4. Классификация программных элементов по функциональным признакам (Воронов, 2010а, 2012а; Усольцев и др., 2011а).

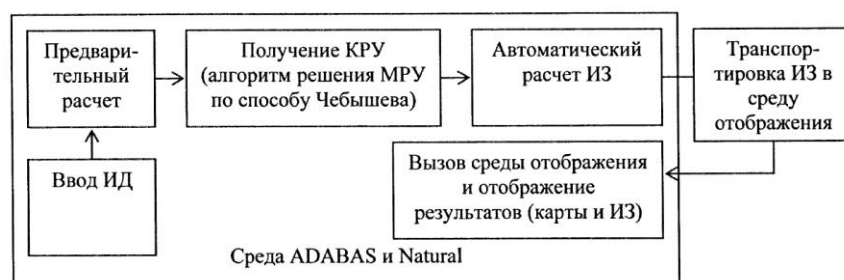


Рис. 5. Схема реализации аналитического блока системы пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами территориального комплекса (Воронов, 2010а, 2012а; Усольцев и др., 2011а).

В формате ГИС созданы интерактивные карты для фитомассы и ЧПП, в каждой задается по одному слою для каждой из десяти древесных пород и по одному слою для отображения итоговых значений фитомассы и ЧПП. Каждая карта содержит 12 слоев. Результирующие изображения карты для фитомассы и ЧПП показаны соответственно на рис. 6 и 7. При двойном щелчке мыши в границах каждого лесничества вызывается информационный диалог, в котором представлены название лесничества, соответствующие ему значения запаса и фитомассы и ЧПП по фракциям для каждой из пород, а также информация о координатах границ лесничества, его площади и периметра. Перемещение по слоям производится при помощи поля со списком.

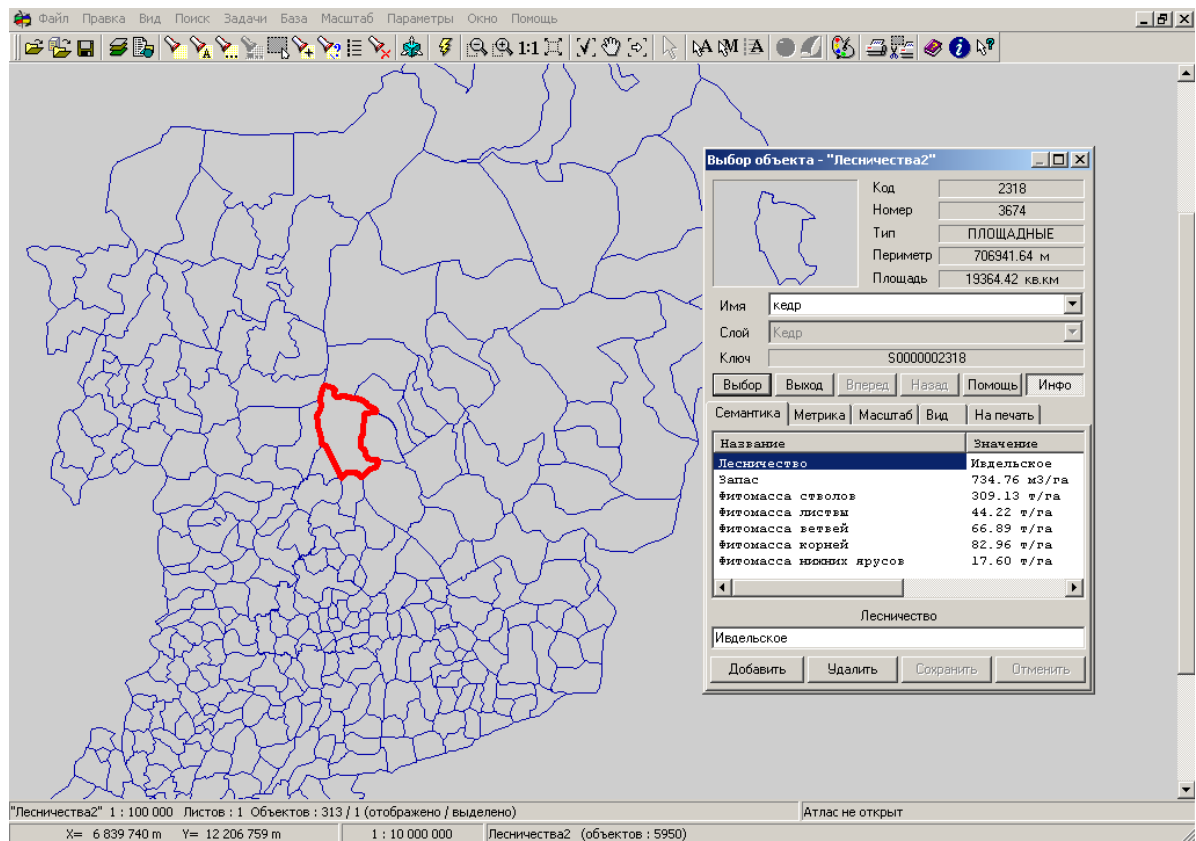


Рис. 6. Отображение на электронной карте значений фитомассы по фракциям для каждой древесной породы по каждому лесничеству (Воронов, 2010а, 2012а; Усольцев и др., 2011а).

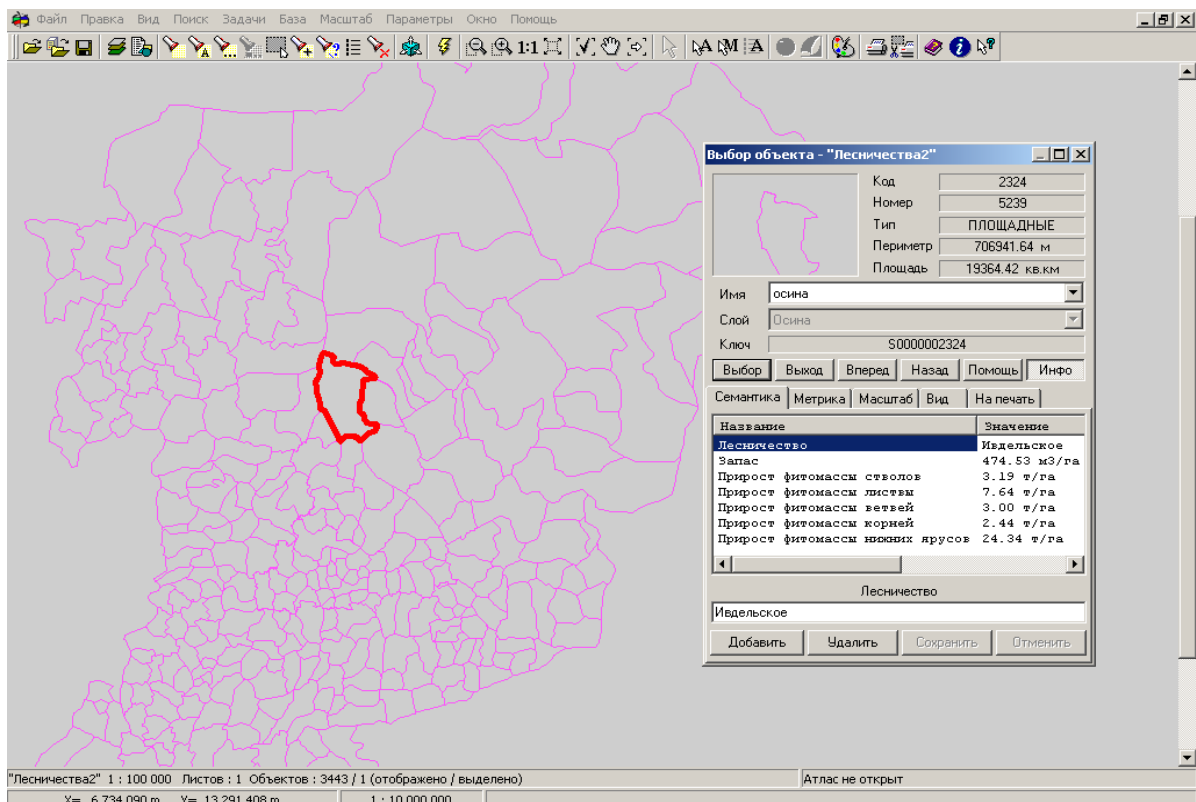


Рис. 7. Отображение значений ЧПП фитомассы по фракциям для каждой древесной породы по каждому лесничеству (Воронов, 2010а, 2012а; Усольцев и др., 2011а).

### Закключение

Несмотря на значительные расхождения в оценках фитомассы и ЧПП лесов, по мере совершенствования методических подходов наблюдается тенденция сближения величины оценок, выполняемых разными исследователями, что свидетельствует о прогрессе в познании закономерностей формирования биологической продуктивности лесов. Алгоритмы расчетов впервые реализованы в среде СУБД ADABAS, *Natural* и ГИС «Карта 2008». С помощью разработанной информационной системы все расчеты фитомассы и ЧПП в лесах на уровнях от лесничества до территориального комплекса актуализируются в автоматическом режиме без участия оператора, который имеет доступ лишь к исходным базам данных при необходимости их коррекции.

### Список использованной литературы

*Алексеев В.А., Бердси Р.А. (ред.).* Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. 224 с.

*Базилевич Н.И., Родин Л.Е.* Картограммы продуктивности и биологического круговорота главных типов растительности суши // Изв. ВГО. 1967. Т. 99. № 3. С. 190-194.

*Бернал Дж.* Наука в истории общества. М.: Изд-во иностранной литературы, 1956. 735 с.

*Борщев В.Б.* Банки и базы данных // Природа. 1982. № 3. С. 64-75.

*Воронин П.Ю., Коновалов П.В., Блондинский В.К., Кайбияйнен Л.К.* Хлорофильный индекс и фотосинтетический сток углерода в лесах Северной Евразии // Физиология растений. 2004. № 51. С. 390-395.

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.* Разработка аналитического блока системы пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами Урала // Актуальные проблемы лесного комплекса / Сб. научн. трудов. Часть 1. Брянск: БГИТА, 2008. С. 76-79 ([http://science-bsea.bgita.ru/2008/leskomp\\_2008/usoltsev\\_izm.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2008/leskomp_2008/usoltsev_izm.htm)).

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П., Бараковских Е.В.* Система пространственного анализа депонирования углерода лесами в среде СУБД ADABAS // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 186. СПбГЛТА, 2009а. С. 188-195.

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.* Обоснование выбора среды для проектирования и реализации системы оценки углерододепонирующей способности лесов России // Современные проблемы науки и образования. 2009б. № 6. С. 20-22 (<http://www.science-education.ru/pdf/2009/6-1/8.pdf>).

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.* Система мониторинга депонирования углерода лесными экосистемами: состояние и перспективы развития // Новости Международного центра лесного хозяйства и лесной промышленности (ICFFI News). СПбГЛТА. 2009в. Т. 1. № 10. С. 12-13, 62-64.

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.* Исследование методов и разработка информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде *Natural*. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010а. 160 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3380>).

*Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.* Структура и системные взаимосвязи информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода // Инженерная поддержка инновации и модернизации / Сб. научных трудов. Вып. 1. Екатеринбург: Академия инженерных наук, 2010б. С. 140-143.

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Экспертная система пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами Уральского региона – годичный прирост фитомассы // Современные наукоемкие технологии. 2010в. № 4. С. 90-92 ([www.rae.ru/snt/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=6133](http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=6133))

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Алгоритм автоматического расчета значений коэффициентов регрессионных уравнений оценки углерододепонирующей способности лесов при обновлении справочных данных // Фундаментальные исследования. 2011а. № 12. С. 89-95 ([http://www.rae.ru/fs/pdf/2011/2011\\_12\\_1.pdf](http://www.rae.ru/fs/pdf/2011/2011_12_1.pdf)).

Воронов М.П., Усольцев В.А. Модели оценки годичного депонирования углерода в фитомассе насаждений на лесопокрытых площадях // Естественные и технические науки. 2011б. № 4. С. 227-230 (<http://istina.msu.ru/journals/94877/?p=3>).

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Структура и основные компоненты информационной системы оценки депонирования углерода лесными экосистемами // Естественные и технические науки. 2011в. № 4. С. 231-235 (<http://istina.msu.ru/journals/94877/?p=3>).

Воронов М.П., Усольцев В.А., Кох Е.В., Мезенцев А.Т., Крудышев В.В., Лазарев И.С., Чендарев Д.В., Сенчило Н.В. Оценка и картирование биологической продуктивности лесного покрова в среде Natural (на примере Уральского региона) // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: Биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг / Материалы международного научно-практического семинара. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011г. С. 109-114 (<http://csfm.marstu.net/publications.html#seminar2011>).

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Исследование методов и разработка информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде Natural. Эл. издание. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012а. 192 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3301>).

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Информационная система определения и картирования депонируемого лесами углерода // Сб. научных трудов ученых и специалистов факультета экономики и управления УГЛТУ. Вып. 3. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012б. С. 71-75.

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П., Лазарев И.С., Сенчило Н.В. Автоматизированная система определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде СУБД ADABAS // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2013. № 1 (331). С. 22-28 ([http://www.lesnoizhurnal.ru/article\\_index\\_years.php?SECTION\\_ID=2158](http://www.lesnoizhurnal.ru/article_index_years.php?SECTION_ID=2158)).

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Методы и модели мониторинга уровня эмиссии и депонирования углерода в лесных экосистемах // Конкурентоспособность социально-экономических систем в условиях динамично меняющейся внешней среды / Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасного развития современного общества». Часть 1. Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 130-140 (<http://менеджмент-углту.рф/Uploads/NauchPublikazii/52.pdf>).

Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. М.: Наука, 1987. 552 с.

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений // Лесоведение. 2000. № 6. С. 54-63.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И. и др. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России // Лесоведение. 1993. № 5. С. 3-10.

Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.: Наука, 1973. 175 с.

Кондратьев К.Я., Лосев К.С., Ананичева М.Д., Чеснокова И.В. Естественнонаучные основы устойчивости жизни. М.: ЦС АГО, 2003. 239 с.

Макаревский М.Ф. Запасы и баланс органического углерода в лесных и болотных биогеоценозах Карелии // Экология. 1991. № 3. С. 3 –10.

Опритова С.В., Глаголев В.А., Розенберг В.А. О возможности определения надземной фитомассы лесов по материалам лесоустройства // Биогеоэкологические исследования в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 71-83.

Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. Новосибирск: Наука, 1973. 120 с.

Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск: Книжное изд-во, 1969. 120 с.

Протопопов В.В. Грибов А.И. Элементы первичной продуктивности и биометрические показатели березовых древостоев Западного Саяна // Лесоведение. 1971. № 1. С. 32-36.

Рейхардт А.Ю. Лесные отходы как сырье для ширпотреба // Лесная индустрия. 1934. № 7. С. 45-48.

Сальников А.А., Усольцев В.А. Новый метод экстраполяции фитомассы древостоев пробных площадей на лесопокрытую площадь лесхоза и систематические ошибки существующих методов // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 19. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. С. 219-228

Усольцев В.А. Березовые сучья – сырье для производства древесностружечных плит // Информатор ЛатНИИЛХП: обзоры текущих исследований института. Рига. 1971а. С. 78-83.

Усольцев В.А. Взаимосвязь некоторых таксационных элементов кроны и ствола у березы пушистой в Северном Казахстане // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1971б. № 2. С. 80-84.

Усольцев В.А. Листва березы и осины как сырье для витаминной муки // Животноводство. 1972а. № 7. С. 80.

Усольцев В.А. Лиственную древесную зелень - на нужды животноводства // Сельское хозяйство Казахстана. 1972б. № 8. С. 42.

Усольцев В.А. Вес кроны березы и осины в насаждениях Северного Казахстана // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1972в. № 4. С. 77-80.

Усольцев В.А. Элементы биологической продуктивности березово-осиновых лесов Северного Казахстана: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. УЛТИ, 1973. 26 с.

Усольцев В.А. Фитомасса крон спелых березово-осиновых насаждений в Северном Казахстане // Лесоведение. 1974. № 2. С. 86-88.

Усольцев В.А. Тонкомерные сортименты березы и осины для производства древесно-стружечных плит // Плиты и фанера. Реферативная информация. 1975а. № 10. С. 6-7.

Усольцев В.А. Комплексное использование лесосечного фонда и отходов в лесах Северного Казахстана // Информационный листок КазНИИТИ. 1975б. № 0521. С. 1-3.

Усольцев В.А. Ресурсы и возможности переработки низкокачественного древесного сырья в Кустанайской области // Охрана и воспроизводство животного и растительного мира Северного Казахстана. Кокчетав: КазНИИЛХ, 1978. С. 85-87.

Усольцев В.А. Обоснование комплексного использования тонкомерной древесины и отходов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1982. № 9. С. 93-98.

Усольцев В.А. Фитомасса древесных крон в лесах Северного Казахстана и ее кормовое использование // Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов / Тез. докл. всесоюз. совещ. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1983. С. 160.

Усольцев В.А. Использование всей фитомассы древостоев. Обзор. Щучинск: КазНИИЛХА, 1984. 94 с. (Депон. в КазНИИТИ 25.01.1984, № 560 Ка-Д84).

Усольцев В.А. Глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов // ИВУЗ. Лесной журнал. 1993. № 4. С. 3-7.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг и базы данных по фитомассе лесов // Лесная таксация и лесоустройство / Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: КГТА, 1994. С. 42-49.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг, глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов // Лесное хозяйство. 1995а. № 5. С. 33-35.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг, глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УГЛТА, 1995б. 91 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3381>).

Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3224>).

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: предельная продуктивность и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 406 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3303>).

Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007а. 636 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3281>).

Усольцев В.А. Некоторые методические и концептуальные неопределенности при оценке приходной части углеродного цикла лесов // Экология. 2007б. № 1. С. 1-10 (<http://www.maikonline.com/maik/showArticle.do?aud=VAF0BYY9U9&lang=ru>).

Усольцев В.А., Усольцева Р.Ф. Аппроксимирование надземной фитомассы березы и осины по диаметру и высоте ствола // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1977. № 7. С. 83-89.

Усольцев В.А., Сальников А.А., Горбунова С.А., Нагимов З.Я. Принципы формирования баз данных по фитомассе лесов России и Швейцарии // Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 18. Екатеринбург: УГЛТА, 1995. С. 198-227.

Усольцев В.А., Часовских В.П., Азаренок М.В. О разработке экспертной системы по углеродному бюджету лесов России // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса / Тез. докл. междунар. н.-т. конфер. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. С. 208-209.

Усольцев В.А., Галако В.А., Колтунова А.И. Совмещение моделей фитомассы лесобразующих пород Среднего Урала с данными лесоустройства // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 22. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. С. 102-110.

Усольцев В.А., Часовских В.П., Воронов М.П., Корец М.А., Черкашин В.П., Кофман Г.Б., Бараковских Е.В., Семьшев М.М., Касаткин А.С., Накай Н.В. Оценка углероддепонирующей способности лесов: от пробной площади – к автоматизированной системе пространственного анализа // Лесная таксация и лесоустройство. 2008а. № 1(39). С. 183-190.

Усольцев В.А., Терехов Г.Г., Канунникова О.В. Депонирование углерода лесами Уральского федерального округа // Сибирский экологический журнал. 2008б. № 3. С. 371-380 (<http://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=120619>).

Усольцев В.А., Бараковских Е.В., Малеев К.И. Депонирование углерода в фитомассе лесного покрова Пермского края // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2008в. Вып. 21. С. 136-139 ([http://science-bsea.bgita.ru/sborniki/akt\\_les\\_21.htm](http://science-bsea.bgita.ru/sborniki/akt_les_21.htm)).

Усольцев В.А., Часовских В.П., Бараковских Е.В., Накай Н.В., Воронов М.П. Картирование лесных горючих материалов путем совмещения баз данных ГУЛФ и фитомассы насаждений // Пожары в лесных экосистемах Сибири / Материалы всероссийской конференции с международным участием. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2008г. С. 81-83.

Усольцев В.А., Азаренок В.А., Бараковских Е.В., Накай Н.В. Депонирование и динамика углерода в фитомассе лесов Уральского региона // Лесная таксация и лесоустройство. 2009а. № 1 (41). С. 108-115.

Усольцев В.А., Бараковских Е.В., Накай Н.В. Региональные особенности картографирования углерода, депонируемого лесным покровом // Генетическая типология, динамика и география лесов России / Матер. всероссийской конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Б.П. Колесникова. Екатеринбург: БС УрО РАН, 2009б. С. 188-191.

Усольцев В.А., Воронов М.П., Накай Н.В. Автоматизированная система оценки и картирования углерода, депонируемого лесными экосистемами, в среде ADABAS и Natural // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. 2009в. № 2 (52). С. 30-36 ([http://www1.asau.ru/doc/nauka/vestnik/2009/2/Leshos\\_Usolzev.pdf](http://www1.asau.ru/doc/nauka/vestnik/2009/2/Leshos_Usolzev.pdf)).

Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П., Накай Н.В., Бергман И.Е., Уразова А.Ф., Борников А.В., Жанабаева А.С. Разработка системы пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами Уральского региона. Аннотационный отчет по гранту РФФИ «Урал» № 07-07-96010 // Региональный конкурс РФФИ «Урал», Свердловская область / Результаты научных работ, полученные за 2008 г. Екатеринбург: Региональный научно-технический центр, 2009г. С. 252-255.

Усольцев В.А., Накай Н.В., Уразова А.Ф., Борников А.В., Жанабаева А.С., Бергман И.Е. Углерододепонирующая способность лесов: базы данных, методы оценки, география // Генетика, экология, и география дендропопуляций и ценоэкосистем. Екатеринбург: УрО РАН, 2010а. С. 84-92.

Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П., Накай Н.В., Семышев М.М., Бергман И.Е., Уразова А.Ф., Борников А.В., Жанабаева А.С. Разработка системы пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами Уральского региона // Аннотационный отчет по гранту РФФИ «Урал» № 07-07-96010. Региональный конкурс РФФИ «Урал», Свердловская область / Результаты научных работ, полученные за 2007-2009 гг. Екатеринбург: Региональный научно-техн. центр, 2010б. С. 233-237.

Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П., Накай Н.В. Депонирование углерода в фитомассе лесов: расчетный алгоритм и его реализация в среде СУБД ADABAS (на примере Уральского региона) // Лесная таксация и лесоустройство. 2010в. № 1 (43). С. 78-92 ([http://www.sibgtu.ru/files/nau/zs/2010.10/tl\\_1\(43\)\\_2010.pdf](http://www.sibgtu.ru/files/nau/zs/2010.10/tl_1(43)_2010.pdf)).

Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П. Чистая первичная продукция лесов Урала: методы и результаты автоматизированной оценки // Экология. 2011а. № 5. С. 334-343 (<http://www.maikonline.com/maik/showIssueContent.do?puid=VIGHOHGRJX&lang=ru>).

Усольцев В.А., Воронов М.П., Кох Е.В., Бергман И.Е., Уразова А.Ф., Борников А.В., Жанабаева А.С., Мезенцев А.Т., Крудышев В.В. Совмещение баз данных лесоинвентаризации и первичной продукции лесов на основе статистических моделей и картирование результатов // Математическое моделирование в экологии / Материалы Второй национальной конференции с международным участием, 23-27 мая 2011 г. Пушкино: ИФХиБПП РАН, 2011б. С. 275-277 ([http://ecomodelling.ru/doc/Proceedings\\_EcoMatMod2011.pdf](http://ecomodelling.ru/doc/Proceedings_EcoMatMod2011.pdf)).

Уткин А.И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов в СССР // Лесоведение. 1970. № 3. С. 58-89.

Уткин А.И. Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. 1995. № 5. С. 3-20.

Часовских В.П., Воронов М.П., Фатеркин А.С. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами Natural. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 476 с.

Часовских В.П., Усольцев В.А., Воронов М.П. Проектирование информационной системы поддержки принятия решений в лесном комплексе с использованием самона-

страивающихся нечетких моделей // Эко-Потенциал. 2014. № 4 (8). С. 81-89 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3565>).

*Швиденко А.З., Нильссон С., Столбовой В.С.* и др. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 1. Запасы растительной органической массы // Экология. 2000. № 6. С. 403-410.

*Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И.* Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России. 2. Таблицы и модели биопродуктивности // Лесное хозяйство. 2004. № 2. С. 40-44.

*Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С.* Материалы к познанию современной продуктивности лесов России // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет лесов и организация лесного хозяйства / Матер. международного семинара. Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. С. 5-37.

*Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Ваганов Е.А., Нильссон С.* Чистая первичная продукция лесных экосистем России: новая оценка // Доклады Академии наук. 2008. Т. 421. № 6. С. 822-825.

*Flury Ph.* Untersuchungen über das Verhältniss der Reisigmasse zur Derbholzmasse // Mitt. Schweiz. Centralanstalt forstl. Versuchswesen. 1892. Bd. 2. S. 25-32.

*Pretzsch H.* Forest dynamics, growth and yield: from measurement to model. Berlin; Heidelberg: Springer, 2009. 664 pp.

*Usolzew W.A.* Birkenäste als Rohstoff für die Herstellung von Holzspannplatten // Bauinformation. Berlin. 1971. № 9. S. 140.

*Usoltsev V.A., Hoffmann C.W.* Combining harvest sample data with inventory data to estimate forest biomass // Scandinavian Journal of Forest Research. 1997. Vol. 12. No. 3. P. 273-279.

*Usoltsev V.A., Salnikov A.A.* A new method for estimating the carbon pool of forest ecosystems // Russian Journal of Ecology. 1998. Vol. 29. No. 1. P. 3-13.

*Young H.E.* A balanced view of the forest as a source of energy material // Proc. "Joint IEA/IUFRO Forestry Energy Workshop" in Garpenberg, Sweden. October 2. 1980. Information from project Forestry Energy. 1981. No. 20. P. 59-63.

**Рецензент статьи:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по науке Уральского государственного лесотехнического университета С.В. Залесов.

УДК 574.45

*В.А. Усольцев<sup>1,2</sup>, М.П. Воронов<sup>1</sup>, К.В. Колчин<sup>1</sup>*  
*V.A. Usoltsev<sup>1,2</sup>, M.P. Voronov<sup>1</sup>, K.V. Kolchin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

## СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ГРАДИЕНТАХ ЕВРАЗИИ

### SINGLE-TREE BIOMASS STRUCTURE OF FOREST-FORMING SPECIES IN TRANSCONTINENTAL GRADIENTS OF EURASIA

**Ключевые слова:** *Larix Mill.*, *подвид Pinus*, *Picea L.*, *Abies Mill.*, *Betula L.*, *фито-масса дерева*, *фракции фитомассы*, *пробные площади*, *региональные различия*, *географические закономерности*, *трансконтинентальные градиенты*.

Впервые установлены трансконтинентальные градиенты фракционного состава фитомассы деревьев лесобразующих пород с учетом их региональных различий по возрасту, высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев. Масса всех фракций дерева у 50-летних берёз монотонно уменьшается в направлении с севера на юг, в то время как у 100-летних сосен и лиственниц она увеличивается, а у елей и пихт изменяется по колоколообразной кривой. Изменение фитомассы 50-летних деревьев в направлении от тихоокеанского и атлантического побережий к полюсу континентальности в Сибири характеризуется монотонным увеличением надземной, подземной и общей фитомассы, тогда как у хвойных 100-летних деревьев названные закономерности прямо противоположные. Причины подобных противоречий пока неизвестны. Возможно, это связано с различиями в изменении морфологической структуры древостоев хвойных и лиственных древесных видов в двух трансконтинентальных градиентах. Система полученных трансконтинентальных уравнений даёт возможность ее регионального использования при оценке фитомассы древостоев на 1 га на основе локальных данных перечета деревьев на единице площади.

**Key words:** *Larix Mill.*, *подвид Pinus*, *Picea L.*, *Abies Mill.*, *Betula L.*, *tree biomass*, *biomass components*, *sample plots*, *regional differences*, *geographical patterns*.

Transcontinental Eurasian dependences of biomass fractional composition of trees of forest-forming species, taking into account regional differences of trees by age, height, stem diameter, and volume, as well as stand density are reported for the first time. The biomass of all 50-year-old birch tree components decreases monotonically from the North to the South, while the biomass of 100-year-old pines and larches increases, and the same of spruces and firs changes according to the bell-shaped curve. Change of biomass of 50-year-old birch trees in the direction of the Pacific and Atlantic coasts to the pole of continentality in Siberia is characterized by a monotonous increasing aboveground, underground and total biomass, whereas the 100-year-old coniferous trees have opposite patterns of the same indices. The reasons for this controversy are not yet known. Perhaps this is due to the differences in the change of morphological structure of forests of coniferous and small-leaved species in two transcontinental gradients. The system of the reported transcontinental equations gives the opportunity to its regional use when evaluating forest biomass per ha.

Фитомасса лесов является их основной характеристикой, определяющей ход процессов в лесных экосистемах и используемой в целях экологического мониторинга,

устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова, оценки углерододепонирующей емкости лесов. Одним из способов количественной оценки углеродного обмена в лесу является определение изменений в запасах его фитомассы и углерода со временем. Изучение структуры фитомассы деревьев необходимо потому, что различные ее фракции имеют разное содержание элементов питания и разный вклад в ее годовую продукцию. Например, хвоя и ветви содержат около 50% азота в общей фитомассе и дают 40% годичной продукции, но составляют лишь около 15% общей фитомассы (Scarascia-Mugnozza et al., 2000; Mund et al., 2002).



Рис. 1. Лесной ландшафт смешанного породного состава Мулань Вэйчан в провинции Хэбэй, район Чэндэ, Китай (<http://hebeitour.ru/natural.ph>).

В последние годы за рубежом, в частности, в Канаде и Швеции, оценка биологической продуктивности лесов совмещается с лесоинвентаризацией (Bonnor, 1985; Ranney et al., 1987; Penner et al., 1997). При этом исходными данными для совмещения с материалами лесоинвентаризации служат регрессионные модели продуктивности фитомассы на уровне деревьев, составляющих эти древостои. Обычно таксационные нормативы ориентированы на оценку фитомассы одновидовых насаждений, хотя их доля в лесном фонде не велика, и смешанные насаждения занимают значительные площади (рис. 1). Для оценки их фитомассы необходимы таксационные нормативы для подеревного определения фитомассы.

Фитомасса деревьев трудно предсказуема вследствие ее высокой изменчивости и зависимости от условий произрастания и свойств дерева. Для ее оценки необходимы прямые измерения, очень трудоемкие и требующие применения «деструктивного» выборочного учета путем рубки модельных деревьев, фракционирования, взвешивания и сушки фракций - стволов, ветвей, листвы и корней. Фактические данные фитомассы деревьев публикуются в монографиях и очень редко - в научных статьях. Получаемая на пробных площадях информация обычно «сжимается», т.е. преобразуется в виде уравнений зависимости той или иной фракции фитомассы от одного или нескольких массообразующих показателей дерева. Известны десятки разных структурных форм уравнений (Crow, 1978; Усольцев, 1985, 1988, 1997; Wang et al., 2002; Kajimoto et al., 2006; Case, Hall, 2008; Hosoda, Iehara, 2010; Zianis et al., 2011; Stark et al., 2013; Bijak et al., 2013; Cai et al., 2013). Наибольшее распространение получила аллометрическая (степенная) зависимость фракций фитомассы от одного (диаметр ствола), двух (диаметр ствола и высота дерева), трех (диаметр, высота, возраст дерева) и более массообразующих, легко измеряемых показателей.

Публикуемые сводки насчитывают уже тысячи уравнений (Jenkins et al., 2004; Muukkonen, Mäkipää, 2006; Hosoda, Iehara, 2010), однако область применения их неизвестна. Использование опубликованных аллометрических уравнений в локальных условиях приводит к существенным смещениям. Например, фитомасса листвы берёзы бумажной, определённая в Китае по опубликованным уравнениям, составила в сравнении с фактическими локальными значениями от 50 до 140% и фитомасса ветвей - от 155 до 239%, а фитомасса листвы и ветвей осины соответственно от 72 до 81% и от 55 до 165% от фактических локальных значений (Wang et al., 2002).

Казалось бы, чем больше независимых переменных привлечено для объяснения изменчивости фитомассы деревьев, тем в большей степени обеспечивается всеобщий

характер уравнения и шире область его применения (Jokela et al., 1986; Усольцев и др., 2006). Однако П. Муукконен и Р. Мякипя (Muukkonen, Mäkipää, 2006) установили, что уравнения, в которых использованы кроме диаметра и высоты ствола другие переменные, не могут быть распространены на другие географические регионы, поскольку эти дополнительные переменные отражают лишь локальные особенности местообитаний. Возможно, какие-то особенности местообитаний в разных географических регионах связаны с их зонально-климатическими характеристиками.

Именно к такому выводу пришли Х. Вирт с соавторами (Wirth et al., 2004): даже многофакторные модели подеревной фитомассы, рассчитанные по большим и достаточно репрезентативным исходным сводкам данных для двух обширных регионов, не могут претендовать на всеобщее применение, из-за расхождений, обусловленных принадлежностью данных к разным природным зонам.

Однако географический анализ тысяч опубликованных в мире аллометрических уравнений невозможен по причине их несопоставимости вследствие обилия разных структурных форм. Поэтому необходима база данных о фактической структуре фитомассы модельных деревьев, полученной на лесных пробных площадях, на основе которой можно исследовать трансконтинентальные закономерности структуры фитомассы на уровне отдельного дерева (кг).

Ранее на основе сформированной базы данных о фитомассе (т/га) пяти (Усольцев, 2016а) и затем семи (Усольцев, 2016б) лесообразующих пород Евразии в количестве соответственно 1746 и 2242 пробных площадей на территории от Великобритании до Японии и Китая установлены статистически значимые закономерности изменения удельной чистой первичной продукции в направлении с севера на юг и от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности в Сибири.

Цель настоящего исследования – по литературным источникам сформировать базу данных о фактической структуре фитомассы модельных деревьев (кг) лесообразующих пород Евразии, полученной на лесных пробных площадях, и установить закономерности её изменения по трансевразийским градиентам.

### Объекты и методы исследования

Сформирована база данных пяти лесообразующих пород – двухвойных сосен (подвид *Pinus* L.), лиственниц (*Larix* Mill.), елей (*Picea* L.), пихт (*Abies* Mill.) и берёз (*Betula* L.) – соответственно в количестве 2685, 522, 1087, 180 и 1290 модельных деревьев, всего 5764 (Усольцев, 2016в; Usoltsev, 2015, 2016). Распределение количества модельных деревьев по древесным видам и странам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение количества модельных деревьев основных лесообразующих пород по видам и странам

| Вид                     | Систематическое название      | Страна                                                                                                    | Число модельных деревьев |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Двухвойные сосны</b> |                               |                                                                                                           |                          |
| Сосна обыкновенная      | <i>P. sylvestris</i> L.       | Россия, Казахстан, Белоруссия, Китай Швейцария, Великобритания, Чехия, Словакия, Болгария, Латвия, Япония | 2638                     |
| С. австрийская          | <i>P. nigra</i> Arn.          | Болгария                                                                                                  | 20                       |
| С. густоцветная         | <i>P. densiflora</i> S.et Z.  | Япония                                                                                                    | 11                       |
| С. китайская            | <i>P. tabulaeformis</i> Carr. | Китай                                                                                                     | 8                        |
| С. ладанная             | <i>Pinus taeda</i> L.         | Япония                                                                                                    | 5                        |
| С. Тунберга             | <i>P. thunbergii</i> Parl.    | Япония                                                                                                    | 1                        |

Продолжение таблицы 1

| Вид                        | Систематическое название               | Страна                                                                        | Число модельных деревьев |
|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| С. веймутова               | <i>Pinus strobus</i> L.                | Япония                                                                        | 1                        |
| С. алеппская               | <i>P. halepensis</i> Mill.             | Ирак                                                                          | 1                        |
| Всего                      |                                        |                                                                               | 2685                     |
| <b>Лиственницы</b>         |                                        |                                                                               |                          |
| Лиственница сибирская      | <i>L. sibirica</i> L.                  | Россия, Монголия                                                              | 152                      |
| Л. Каяндера                | <i>L. cajanderi</i> Mayr.              | Россия                                                                        | 109                      |
| Л. Сукачёва                | <i>L. sukaczewii</i> N. Dyl.           | Россия                                                                        | 102                      |
| Л. японская                | <i>L. leptolepis</i> Gord.             | Япония                                                                        | 73                       |
| Л. Гмелина                 | <i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.       | Россия, Китай                                                                 | 37                       |
| Л. ольгинская              | <i>L. olgensis</i> A. Henry            | Китай                                                                         | 29                       |
| Л. европейская             | <i>L. decidua</i> Mill.                | Чехия, Швейцария, Россия                                                      | 20                       |
| Итого                      |                                        |                                                                               | 522                      |
| <b>Ели и пихты</b>         |                                        |                                                                               |                          |
| Ель европейская            | <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.      | Россия, Германия, Швейцария, Чехия, Болгария, Бельгия, Латвия, Италия, Швеция | 693                      |
| Е. сибирская               | <i>P. obovata</i> L.                   | Россия                                                                        | 369                      |
| Е. Шренка                  | <i>P. schrenkiana</i> F. & C. A. Mey.  | Китай                                                                         | 15                       |
| Е. аянская                 | <i>P. jezoensis</i> (S. & Z.) Carrière | Россия                                                                        | 7                        |
| Е. пурпурная               | <i>P. purpurea</i> Masters             | Китай                                                                         | 2                        |
| Е. корейская               | <i>P. koraiensis</i> Nakai             | Китай                                                                         | 1                        |
| Пихта сибирская            | <i>Abies sibirica</i> L.               | Россия                                                                        | 136                      |
| П. европейская (белая)     | <i>A. alba</i> Mill.                   | Чехия                                                                         | 20                       |
| П. Вича                    | <i>A. veitchii</i> Lindl.              | Япония                                                                        | 8                        |
| П. цельнолистная           | <i>A. holophylla</i> Maxim.            | Россия                                                                        | 7                        |
| П. белокорая               | <i>A. nephrolepis</i> (Trautv.) Maxim. | Россия                                                                        | 7                        |
| П. сильная                 | <i>A. firma</i> Sieb. et Zucc.         | Япония                                                                        | 2                        |
| Итого                      |                                        |                                                                               | 1267                     |
| <b>Берёзы</b>              |                                        |                                                                               |                          |
| Берёзы повислая и пушистая | <i>Betula alba</i> L.                  | Россия, Северный Казахстан, Англия, Азербайджан, Бельгия, Франция, Финляндия  | 1195                     |
| Б. плосколистная           | <i>B. platyphylla</i> Sukacz.          | Россия, Япония, Монголия, Китай                                               | 61                       |
| Б. кустарниковая           | <i>B. fruticosa</i> Pall.              | Россия                                                                        | 20                       |
| Б. ребристая (жёлтая)      | <i>B. costata</i> Trautv.              | Россия                                                                        | 7                        |
| Б. даурская (чёрная)       | <i>B. dahurica</i> Pall.               | Россия                                                                        | 7                        |
| Итого                      |                                        |                                                                               | 1290                     |
| Всего                      |                                        |                                                                               | 5764                     |

Данные о фитомассе деревьев, представленные в табл. 1, объединены в пределах родов и структурированы в географическом плане. Совместный анализ разных видов в пределах рода (подрода) вызван невозможностью произрастания одного и того же древесного вида на всей территории Евразии (например, *L. decidua* Mill. и *L. leptolepis* Gord.), в результате чего ареалы древесных видов в пределах рода приурочены к определенным экорегионам. Последнее явление известно в хорологии растений как замещение видов: замещающие, или викарирующие виды растений возникают в случаях геологически давнего разобщения когда-то сплошного ареала (Толмачев, 1962) или вследствие климатически обусловленного морфогенеза (Чернышев, 1974). Ранее было установлено, что между фитомассой разновозрастных, равновеликих деревьев елей и пихт достоверных различий не выявлено как на региональном уровне в Швейцарии (Burger, 1939), так и на территории всей Евразии (Усольцев, 2016в). Поэтому географический анализ фитомассы елей и пихт выполнен нами совместно.

С целью выявления географических закономерностей в изменении структуры фитомассы деревьев в лесах Евразии каждая пробная площадь, на которой были взяты модельные деревья, позиционирована по зональным поясам (от 1-го до 5-го) на карте-схеме Евразии (рис. 2) и соотнесена с индексом континентальности на карте-схеме изоконт, рассчитанных по В. Ценкеру (рис. 3).

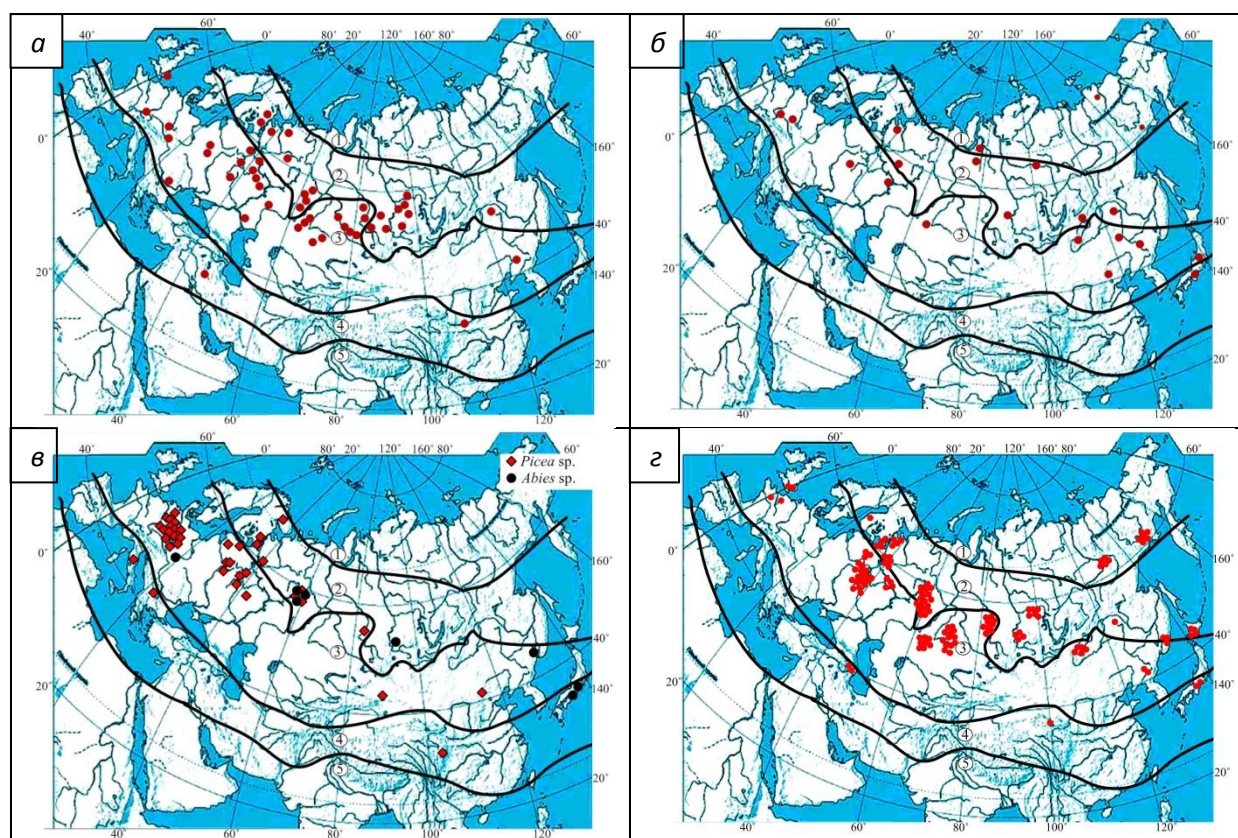


Рис. 2. Распределение пробных площадей, на которых определена фитомасса сосен (а), лиственниц (б), елей и пихт (в) и берёз (г) по зональным поясам: 1 – субарктический, 2 – северный умеренный, 3 – южный умеренный, 4 – субтропический, 5 – субэкваториальный (Алисов, Полтараус, 1974).

Известно, что основными таксационными показателями, определяющими фитомассу дерева, являются его возраст, диаметр и высота ствола. Индекс конкуренции также вносит существенный вклад в объяснение изменчивости фитомассы деревьев (Усольцев, 2013а), однако в опубликованных фактических подеревных данных фито-

массы индексы конкуренции (а их в литературе известно около 20) никогда не указываются. И напротив, практически всегда приводится густота древостоя, в котором определена фитомасса деревьев, и значение густоты (плотности стояния деревьев) может опосредованно характеризовать интенсивность конкурентных отношений, существенно влияющих не столько на массу ствола, сколько на массу кроны.

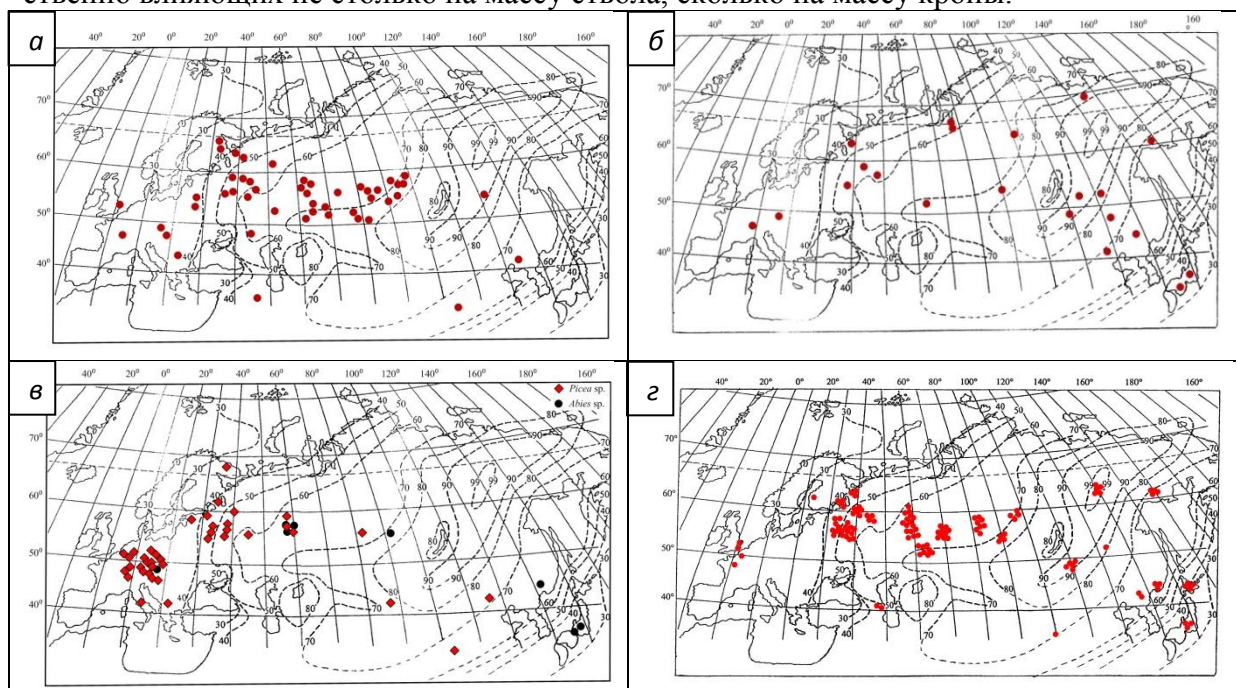


Рис. 3. Карта-схема изолиний континентальности климата Евразии, рассчитанных А.А. Борисовым (1967) по формуле В. Ценкера с нанесенным положением пробных площадей, на которых выполнено определение фитомассы сосен (а), лиственниц (б), елей и пихт (в) и берёз (з).

Проанализировав данные массы хвойной лапки (охвоённых побегов) в сосняках Северного Казахстана по материалам 1088 модельных деревьев, взятым на 87 пробных площадях, С.Б. Байзаков (1969) установил, что количество хвойной лапки дерева «теснее связано с густотой, чем с полнотой древостоев». Поэтому «положение о незаменимости полноты в таксации для количественного учёта не оправдывается применительно к количеству хвойной лапки деревьев сосны» (с. 9-10). Х. Вирт с соавторами (Wirth et al., 1999) считают густоту базовой характеристикой фитомассы, определяющей «экосистемную несущую способность» (с. 67). С ними согласны А.И. Бузыкин с соавторами (2002): «Густоту древесных ценозов необходимо признать базовой, или фундаментальной, структурно-функциональной характеристикой жизни древостоя» (с. 15). Впрочем, в литературе имеются и результаты, не подтверждающие выводы упомянутых авторов. В частности, Г. Баскервиль (Baskerville, 1965) установил, что густота древостоя не оказывает влияния на аллометрическое соотношение надземной фитомассы и диаметра ствола у пихты бальзамической на 18 пробных площадях в диапазоне густот от 1,7 до 12,0 тыс. экз/га.

Таким образом, основные таксационные показатели, определяющие фитомассу дерева и включенные в сформированную базу данных, - это возраст, диаметр ствола и высота дерева, а также густота древостоя, в котором определена фитомасса деревьев. Кроме того, введены объемы стволов и показаны координаты пробных площадей, необходимые при географическом анализе подеревных данных фитомассы.

Лесоводственная информация обычно представлена многомерными массивами данных, которые позволяют оценить искомую величину по совокупности известных параметров-факторов. При этом реализуется простейший вариант системного подхода

– расчет эмпирической многофакторной регрессионной модели, вычлняющей основные определяющие факторы воздействия в системе и дающей количественную оценку их совокупного эффекта в виде результирующих искомых величин.

Ранее был сделан, казалось бы, парадоксальный вывод (Усольцев, 2013б; 2016в) о том, что модель, построенная с соблюдением всех предписаний математической корректности, как то: поправка на логарифмирование по Д. Финни (Finney, 1941), проверка адекватности по критерию Х. Акайке (Akaike, 1974), тестирование нормальности распределения остатков по С. Гошу (Ghosh, 1996), - даёт существенно менее точный результат, чем модель, построенная без какого-либо ее соблюдения.

Из этого следует вывод, что важно не столько соблюдение статистической корректности модели, сколько обеспечение корректности её структуры путём предварительного содержательного анализа (Лиёпа, 1980). Необходимо, видимо, согласиться с мнением Е.М. Четыркина (1977), что если выполнять все статистические предписания как залог корректности многофакторной модели, то от применения множественного статистического моделирования придётся отказаться и довольствоваться скудным инструментарием. Сам процесс математического моделирования в принципе не формализуем, в противном случае полезность этого процесса была бы весьма ограниченной (Мазуров, 1987). Неслучайно поэтому построение моделей относят к сфере искусства, а создание «хорошей» модели воспринимается как большое достижение (Мак-Лоун, 1979; Ворожук, 1982).

На основе содержательного анализа многофакторного массива эмпирических данных фитомассы деревьев нами предложена структурная форма регрессионной модели:

$$\ln P_i \text{ или } P_i/P_a = f(\ln A, \ln H, \ln D, \ln N, \ln V_t, \ln (Zon), \ln (ICC)), \quad (1)$$

где  $P_i$  - фитомасса в абсолютно сухом состоянии стволов с корой, скелета ветвей, хвои, надземной части и корней (соответственно  $P_{st}$ ,  $P_{br}$ ,  $P_f$ ,  $P_a$  и  $P_r$ ), кг;  $V_t$  – объем ствола в коре,  $\text{дм}^3$ ;  $A$  – возраст дерева, лет;  $H$  – высота дерева, м;  $D$  – диаметр ствола на высоте груди, см;  $N$  – густота древостоя, тыс. экз./га;  $Zon$  – номер зонального пояса (см. рис. 2);  $ICC$  - индекс континентальности климата по Ценкеру-Борисову (см. рис. 3).

Известно, что биологическая продуктивность лесного насаждения определяется несколькими факторами: онтогенетическим, ценотическим, эдафическим и др. Одними лишь климатическими факторами она может определяться только в первом приближении. Например, изменчивость фитомассы насаждений на территории России объясняется двумя климатическими факторами – суммой положительных дневных температур и индексом влажности – на 26% и с учетом породного состава – на 34%, а изменчивость годичного прироста фитомассы – соответственно на 20 и 28% (Krankina et al., 2005). Поэтому в последние годы в регрессионные уравнения в качестве переменных, объясняющих изменчивость биопродуктивности насаждений на трансконтинентальном уровне, включаются, наряду с климатическими параметрами, массообразующие (таксационные, дендрометрические) характеристики древостоев (Усольцев, 1998, 2001, 2003, 2007, 2016г). Аналогичный подход может быть применен и при климатической ординации фитомассы на уровне деревьев.

Достаточно полная база данных о фитомассе деревьев в широком диапазоне лесорастительных условий дает возможность обобщения их биопродуктивности в глобальном масштабе. Обилие факторов, определяющих биопродуктивность лесных экосистем и частично зафиксированных в базе данных, порождает проблему обеспечения корректности при экстраполяции эмпирических данных на тот или иной регион.

Применительно к лесному фитоценозу регрессионная модель представляет собой результат статистического оценивания параметров системы математических выра-

жений, которые характеризуют некоторую биологическую концепцию о взаимосвязи явлений. При исследовании сложных систем изолированные оценки редко дают адекватные результаты. Обычно динамика лесных экосистем может быть наиболее эффективно описана с помощью не одной, а нескольких взаимозависимых характеристик. Раздельное описание подобных зависимостей регрессионными уравнениями приводит к тому, что полученные оценки не будут сбалансированными.

Математические зависимости, объединенные в единую логически непротиворечивую концепцию, образуют систему связанных (совместимых) уравнений, основным достоинством которой является внутренняя согласованность описываемых закономерностей. В цепочке регрессионных уравнений, рассчитываемых по одному в логически последовательном порядке, зависимая переменная предыдущего уравнения входит в последующее в качестве одной из независимых переменных (Четыркин, 1977; Четыркин, Калихман, 1982; Усольцев, 1998). Последнее уравнение цепочки - основное, а все предшествующие – вспомогательные.

Подобная «цепочка» последовательно связанных уравнений, объясняющих изменчивость фракционной структуры фитомассы деревьев, применена и в настоящем исследовании. При этом для аналитического описания закономерностей изменения фитомассы деревьев в трансконтинентальных климатически обусловленных градиентах применён многофакторный подход, основанный на эмпирических регрессиях, учитывающих как основные климатические характеристики территории Евразии, выраженные числом и мерой, так и основные географически локализованные массообразующие (дендрометрические) показатели деревьев той или иной древесной породы.

Известно, что продуктивность древесного ценоза определяется по соотношению его возраста и высоты, что положено в основу бонитировки лесных древостоев по специальным бонитетным шкалам (Орлов, 1928). Поэтому в качестве базовой принята зависимость  $H = f(A)$ . Рекурсивный принцип регрессионного моделирования обеспечивает последовательное накопление возрастных трендов массообразующих показателей и фитомассы деревьев по цепочке взаимозависимых уравнений (Четыркин, 1977; Usoltsev et al., 2014), когда региональные различия предшествующей зависимости кумулятивно накладываются на предыдущий результат. Завершается последовательность зависимостью (1). Итоговая система уравнений имеет общий вид:

$$H=f(A, Zon, ICC) \rightarrow D=f(A, H, Zon, ICC) \rightarrow N=f(A, H, D, Zon, ICC) \rightarrow \\ \rightarrow Vt=f(A, H, D, N, Zon, ICC) \rightarrow Pi \text{ или } Pi/Pa = f(A, H, D, N, Vt, Zon, ICC). \quad (2)$$

Все переменные подвергнуты логарифмической трансформации, поскольку без этой процедуры система уравнений (2) на крайних значениях независимых переменных даёт существенные искажения вследствие нелинейности исследуемых зависимостей (Usoltsev et al., 2014). Чтобы фракционный состав расчетных значений фитомассы деревьев был сбалансирован (в соответствии с принципом аддитивности), показатель  $Pi$  в системе (2) модифицирован: он соответствует лишь надземной фитомассе  $Pa$ , а остальные фракции представлены относительными величинами  $(Pf/Pa)$ ,  $(Pbr/Pa)$ ,  $(Pst/Pa)$  и  $(Pr/Pa)$ , выраженными в процентах к надземной фитомассе.

### Результаты и их обсуждение

Результаты последовательного расчета констант уравнений (2) сведены в табл. 2. Все регрессионные коэффициенты при независимых переменных значимы на уровне  $P_{95}$ .

Таблица 2  
Характеристика уравнений (2) для деревьев лесобразующих пород Евразии

| Двухвойные сосны     |                                    |               |                   |                     |                  |              |                |              |  |  |
|----------------------|------------------------------------|---------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------|----------------|--------------|--|--|
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные |               |                   |                     |                  |              |                |              |  |  |
|                      | $a_0$                              | $a_1(\ln A)$  | $a_2(\ln A)^2$    | $a_3(\ln H)$        | $a_4(\ln H)^2$   | $a_5(\ln D)$ | $a_6(\ln D)^2$ | $a_7(\ln N)$ |  |  |
| $\ln(H)$             | -0,7733                            | 1,6356        | -0,1074           | -                   | -                | -            | -              | -            |  |  |
| $\ln(D)$             | 2,2240                             | -1,4203       | 0,1855            | 1,2554              | -                | -            | -              | -            |  |  |
| $\ln(N)$             | -5,993                             | 5,4729        | -0,7522           | -3,2095             | 0,4528           | 0,4378       | -0,2002        | -            |  |  |
| $\ln(Vt)$            | -2,1564                            | -             | -                 | 0,7851              | -                | 1,8535       | -              | -0,0415      |  |  |
| $\ln(Pa)$            | 2,0516                             | 0,0370        | -                 | -0,5048             | -                | 0,0760       | -              | -            |  |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$    | 6,6937                             | -0,9011       | 0,0530            | -1,7390             | -                | 0,4156       | -              | 0,0273       |  |  |
| $\ln((Pbr/Pa)100)$   | 5,3789                             | 1,1287        | -0,1592           | -2,1380             | -                | 0,7084       | -              | -0,7503      |  |  |
| $\ln((Pst/Pa)100)$   | 2,2356                             | 0,7635        | -0,0874           | 0,5001              | -                | -0,0325      | -              | 0,0386       |  |  |
| $\ln((Pr/Pa)100)$    | 2,3259                             | 1,4222        | -0,1944           | 0,1851              | -                | 0,4009       | -              | -0,2738      |  |  |
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные |               |                   |                     |                  |              |                |              |  |  |
|                      | $a_8(\ln N)^2$                     | $a_9(\ln Vt)$ | $a_{10}(\ln Zon)$ | $a_{11}(\ln Zon)^2$ | $a_{12}(\ln CC)$ | $R^2$        |                | $SE^*$       |  |  |
| $\ln(H)$             | -                                  | -             | 0,1401            | -                   | -0,3662          | 0,593        |                | 0,47         |  |  |
| $\ln(D)$             | -                                  | -             | -2,6632           | 1,4960              | 0,2037           | 0,933        |                | 0,27         |  |  |
| $\ln(N)$             | -                                  | -             | 5,2636            | -2,9236             | 0,0886           | 0,763        |                | 0,87         |  |  |
| $\ln(Vt)$            | -                                  | -             | 1,0401            | -0,5719             | -0,1239          | 0,994        |                | 0,15         |  |  |
| $\ln(Pa)$            | -                                  | 1,06889       | -1,5342           | 0,8195              | -0,3507          | 0,992        |                | 0,17         |  |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$    | -0,0123                            | 0,2240        | -1,0582           | 0,5845              | 0,1183           | 0,771        |                | 0,39         |  |  |
| $\ln((Pbr/Pa)100)$   | -                                  | 0,2986        | -4,7656           | 2,4687              | -0,1211          | 0,574        |                | 0,36         |  |  |
| $\ln((Pst/Pa)100)$   | -                                  | -0,1106       | -                 | -0,0289             | -0,0354          | 0,785        |                | 0,09         |  |  |
| $\ln((Pr/Pa)100)$    | 0,1316                             | -0,2172       | -4,0384           | 2,0780              | -0,1547          | 0,632        |                | 0,20         |  |  |
| Лиственницы          |                                    |               |                   |                     |                  |              |                |              |  |  |
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные |               |                   |                     |                  |              |                |              |  |  |
|                      | $a_0$                              | $a_1(\ln A)$  | $a_2(\ln A)^2$    | $a_3(\ln H)$        | $a_4(\ln H)^2$   | $a_5(\ln D)$ | $a_6(\ln D)^2$ | $a_7(\ln N)$ |  |  |
| $\ln(H)$             | -0,1297                            | 1,5185        | -0,1224           | -                   | -                | -            | -              | -            |  |  |
| $\ln(D)$             | -0,5653                            | -0,6299       | 0,0800            | 1,8984              | -0,1319          | -            | -              | -            |  |  |
| $\ln(N)$             | 13,889                             | -5,1420       | 0,5120            | 1,7055              | -0,6051          | -            | 0,0837         | -            |  |  |
| $\ln(Vt)$            | -2,6708                            | 0,0736        | -                 | 1,0029              | -                | 1,6330       | -              | -0,0400      |  |  |
| $\ln(Pa)$            | -0,0950                            | -0,0587       | -                 | -0,3126             | -                | 0,2197       | -              | -0,0496      |  |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$    | 4,6114                             | -0,5047       | -                 | -2,1497             | -                | -            | -              | -            |  |  |
| $\ln((Pbr/Pa)100)$   | 9,5995                             | -1,5954       | 0,1251            | -1,8927             | -                | 0,4313       | -              | -0,1480      |  |  |

| Продолжение таблицы 2  |                                    |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------|----------------|--------------|--------|--|
| Зависимые переменные   | Константы и независимые переменные |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
|                        | $a_0$                              | $a_1(\ln A)$     | $a_2(\ln A)^2$   | $a_3(\ln H)$        | $a_4(\ln H)^2$   | $a_5(\ln D)$ | $a_6(\ln D)^2$ | $a_7(\ln N)$ |        |  |
|                        | 2,5836                             | 0,2119           | -0,0141          | 0,3787              | -                | -            | -              | -            |        |  |
| $\ln((P_{st}/Pa) 100)$ | 3,4426                             | -                | -                | -2,6444             | -                | -2,4823      | -              | -            |        |  |
| Зависимые переменные   | Константы и независимые переменные |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
|                        | $a_8(\ln N)^2$                     | $a_9(\ln Vt)$    | $a_{10}\ln(Zon)$ | $a_{11}(\ln Zon)^2$ | $a_{12}\ln(ICC)$ | $R^2$        |                |              | $SE^*$ |  |
|                        | -                                  | -                | 0,9083           | -0,1302             | -0,5053          | 0,547        |                |              | 0,37   |  |
| $\ln(H)$               | -                                  | -                | -1,0194          | 0,7572              | 0,1417           | 0,929        |                |              | 0,21   |  |
| $\ln(D)$               | -                                  | -                | 3,3013           | -2,3455             | 1,0099           | 0,790        |                |              | 0,60   |  |
| $\ln(N)$               | -                                  | -                | -                | 0,1718              | 0,0701           | 0,993        |                |              | 0,16   |  |
| $\ln(Vt)$              | -                                  | 0,9423           | -0,1042          | -                   | 0,1629           | 0,993        |                |              | 0,15   |  |
| $\ln(Pa)$              | -                                  | 0,5074           | -                | -0,3781             | 0,4588           | 0,704        |                |              | 0,40   |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$      | -                                  | 0,3096           | -0,2822          | -                   | 0,1666           | 0,669        |                |              | 0,32   |  |
| $\ln((Pbr/Pa)100)$     | -                                  | -0,0836          | -                | 0,0307              | -0,0586          | 0,651        |                |              | 0,07   |  |
| $\ln((P_{st}/Pa) 100)$ | -0,0113                            | -                | -                | 1,2409              | 1,4846           | 0,746        |                |              | 0,42   |  |
| $\ln((Pr/Pa) 100)$     | -                                  | 1,6485           | -1,6488          | -                   | -                | -            |                |              | -      |  |
| Ели и пихты            |                                    |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
| Зависимые переменные   | Константы и независимые переменные |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
|                        | $a_0$                              | $a_1(\ln A)$     | $a_2(\ln A)^2$   | $a_3(\ln H)$        | $a_4(\ln H)^2$   | $a_5(\ln D)$ | $a_6(\ln D)^2$ | $a_7(\ln N)$ |        |  |
|                        | -7,4652                            | 2,9657           | -0,2710          | -                   | -                | -            | -              | -            |        |  |
| $\ln(H)$               | 3,2450                             | -0,9697          | 0,1297           | 1,1084              | -                | -            | -              | -            |        |  |
| $\ln(D)$               | 10,033                             | -0,4444          | -                | 0,4489              | -0,2026          | -            | -              | -            |        |  |
| $\ln(N)$               | -0,9762                            | -0,0624          | -                | -1,4474             | 0,4432           | 1,8078       | -              | -            |        |  |
| $\ln(Pa)$              | 7,1426                             | -2,0334          | 0,2106           | -0,5837             | -                | 0,3304       | -              | -0,0211      |        |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$      | 1,2928                             | -0,0890          | -                | 1,0142              | -0,3988          | -0,3582      | 0,1522         | 0,0743       |        |  |
| $\ln((Pbr/Pa)100)$     | 1,7943                             | 1,0009           | -0,1076          | 0,3899              | -                | -0,2014      | -              | -0,0471      |        |  |
| $\ln((P_{st}/Pa) 100)$ | 0,2184                             | 0,3992           | -                | -0,2443             | -                | 0,1747       | -              | 0,0282       |        |  |
| $\ln((Pr/Pa) 100)$     | -                                  | -                | -                | -                   | -                | -            | -              | -            |        |  |
| Зависимые переменные   | Константы и независимые переменные |                  |                  |                     |                  |              |                |              |        |  |
|                        | $a_8\ln(Zon)$                      | $a_9(\ln Zon)^2$ | $a_{10}\ln(ICC)$ | $R^2$               |                  |              | $SE^*$         |              |        |  |
|                        | 6,4783                             | -2,9873          | -0,2186          | 0,723               |                  |              | 0,50           |              |        |  |
| $\ln(H)$               | -3,6418                            | 1,8659           | -                | 0,937               |                  |              | 0,24           |              |        |  |
| $\ln(D)$               | -6,9833                            | 3,4051           | -1,0998          | 0,450               |                  |              | 0,64           |              |        |  |
| $\ln(N)$               | -0,3527                            | -                | 0,2276           | 0,981               |                  |              | 0,28           |              |        |  |
| $\ln(Pa)$              | -0,4321                            | -                | 0,2558           | 0,762               |                  |              | 0,31           |              |        |  |
| $\ln((Pf/Pa)100)$      | -                                  | -                | -                | -                   |                  |              | -              |              |        |  |

| Окончание таблицы 2  |                                    |                                     |                                   |                                     |                                   |                                      |                                   |                      |     |  |  |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----|--|--|
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные |                                     |                                   |                                     |                                   | R <sup>2</sup> *                     | SE*                               |                      |     |  |  |
|                      | a <sub>8</sub> ln(Zon)             | a <sub>9</sub> (lnZon) <sup>2</sup> | a <sub>10</sub> ln(ICC)           |                                     |                                   |                                      |                                   |                      |     |  |  |
| ln((Pbr/Pa)100)      | -0,2641                            | -                                   | 0,4995                            |                                     |                                   | 0,580                                | 0,39                              |                      |     |  |  |
| ln((Pst/Pa) 100)     | 0,2269                             | -                                   | -0,1299                           |                                     |                                   | 0,792                                | 0,14                              |                      |     |  |  |
| ln((Pr/Pa) 100)      | -3,2565                            | 1,8121                              | 0,7659                            |                                     |                                   | 0,305                                | 0,34                              |                      |     |  |  |
| Берёзы               |                                    |                                     |                                   |                                     |                                   |                                      |                                   |                      |     |  |  |
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные |                                     |                                   |                                     |                                   |                                      |                                   |                      |     |  |  |
|                      | a <sub>0</sub>                     | a <sub>1</sub> (lnA)                | a <sub>2</sub> (lnA) <sup>2</sup> | a <sub>3</sub> (lnH)                | a <sub>4</sub> (lnH) <sup>2</sup> | a <sub>5</sub> (lnD)                 | a <sub>6</sub> (lnD) <sup>2</sup> | a <sub>7</sub> (lnN) |     |  |  |
|                      | -0,6844                            | 1,4306                              | -0,0983                           | -                                   | -                                 | -                                    | -                                 | -                    |     |  |  |
|                      | -0,3775                            | -0,4319                             | 0,0748                            | 0,4982                              | 0,1490                            | -                                    | -                                 | -                    |     |  |  |
|                      | 4,7666                             | -                                   | -0,1810                           | 0,7801                              | -0,2030                           | -0,7995                              | 0,1350                            | -                    |     |  |  |
|                      | -2,9720                            | -0,0428                             | -                                 | 1,0372                              | -                                 | 1,7219                               | -                                 | -0,0203              |     |  |  |
|                      | -0,6728                            | 0,1971                              | -                                 | -0,2706                             | -                                 | 0,3020                               | -                                 | -                    |     |  |  |
|                      | 11,8068                            | -5,1808                             | 0,6280                            | -0,6230                             | -                                 | 1,5343                               | -                                 | -0,0662              |     |  |  |
|                      | 13,1529                            | -4,5817                             | 0,5781                            | -1,1067                             | -                                 | 0,8605                               | -                                 | -0,1197              |     |  |  |
|                      | 15,4934                            | -4,3252                             | 0,5558                            | -0,6873                             | 0,1823                            | -1,6553                              | 0,3038                            | -0,0438              |     |  |  |
|                      | -15,6837                           | 9,6160                              | -1,2696                           | -                                   | -                                 | 0,5084                               | -                                 | -0,0588              |     |  |  |
|                      | Зависимые переменные               | Константы и независимые переменные  |                                   |                                     |                                   |                                      |                                   |                      |     |  |  |
|                      |                                    | a <sub>8</sub> (lnN) <sup>2</sup>   | a <sub>9</sub> (lnVt)             | a <sub>10</sub> (lnVt) <sup>2</sup> | a <sub>10</sub> ln(Zon)           | a <sub>11</sub> (lnZon) <sup>2</sup> | a <sub>12</sub> ln(ICC)           | R <sup>2</sup> *     | SE* |  |  |
| -                    |                                    | -                                   | -                                 | -0,0438                             | 0,0647                            | -0,1598                              | 0,752                             | 0,31                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -                                   | -                                 | -0,8605                             | 0,2254                            | 0,4117                               | 0,827                             | 0,31                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -                                   | -                                 | 5,0279                              | -3,0865                           | -0,7487                              | 0,689                             | 0,64                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -                                   | -                                 | 0,3764                              | -0,2674                           | 0,0925                               | 0,991                             | 0,16                 |     |  |  |
| -                    |                                    | 0,9406                              | -                                 | -0,1306                             | 0,0819                            | -0,0809                              | 0,980                             | 0,27                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -0,6026                             | -                                 | 0,8693                              | -0,6327                           | 0,0404                               | 0,760                             | 0,32                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -                                   | -                                 | -1,1410                             | 0,8751                            | -0,1495                              | 0,505                             | 0,34                 |     |  |  |
| -0,0353              |                                    | 0,5632                              | -0,0690                           | 0,7244                              | -0,4518                           | -0,3122                              | 0,679                             | 0,14                 |     |  |  |
| -                    |                                    | -0,1772                             | -                                 | -0,7565                             | 0,7683                            | 0,0841                               | 0,759                             | 0,26                 |     |  |  |

\* R<sup>2</sup> - коэффициент детерминации, SE – стандартная ошибка уравнения.

Полученная рекурсивная система уравнений (2) протабулирована в следующей последовательности. Вначале получены значения  $H$  по задаваемым величинам  $A$ ,  $Zon$ ,  $ICC$ , затем полученный тренд корректируется путем табулирования следующего уравнения – для  $D$  по тем же  $A$ ,  $Zon$ ,  $ICC$  и полученным значениям  $H$ , статус которой сменился, и ранее зависимая переменная на данном этапе стала независимой (по рекурсивному принципу). Далее коррекция тренда осуществляется табулированием следующего уравнения – для  $N$  по полученным значениям  $H$  и  $D$  и тем же  $A$ ,  $Zon$ ,  $ICC$ , далее – для  $Vt$  и, наконец, табулируются уравнения для  $Pa$ ,  $(Pf/Pa)$ ,  $(Pbr/Pa)$ ,  $(Pst/Pa)$  и  $(Pr/Pa)$  по полученным значениям предыдущих уравнений системы (2). При табулировании уравнений (2) для фитомассы в качестве базовой принята зависимость для  $Pa$ , значения для  $Pf$ ,  $Pst$ , и  $Pr$  получены в долях от  $Pa$ , а показатели  $Pbr$  рассчитаны (в соответствии с принципом аддитивности) по разности между  $Pa$ , с одной стороны, и  $Pf$  и  $Pst$  – с другой.

Анализ полученных регрессионных коэффициентов при независимых переменных уравнений (2) в табл. 2 позволяет сделать некоторые предварительные выводы. В частности, при одном и том же возрасте дерева 50 (для берёз) или 100 лет (для хвойных) его высота монотонно увеличивается в направлении с севера на юг и снижается в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности в Якутии. Густота древостоев в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности монотонно возрастает у сосен и лиственниц и снижается у елей, пихт и берёз.

Из полученных возрастных трендов  $Pa$ ,  $Pf$ ,  $Pbr$ ,  $Pst$ , и  $Pr$ , распределенных по трём зональным поясам (со 2-го по 4-й) для сосен, елей и пихт и по четырём (с 1-го по 4-й) для лиственниц и берёз, и в каждом поясе – по значениям индексов континентальности в диапазоне от 35 до 95, взяты значения фитомассы деревьев для возраста 100 лет для хвойных и 50 лет для берёз и построены графики (рис. 4-11).

На рис. 4-11 показано изменение структуры фитомассы по зональным поясам и в связи с континентальностью климата для деревьев в возрасте 50 или 100 лет с учетом их региональных различий по высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев. Фитомасса всех фракций деревьев в направлении с севера на юг монотонно увеличивается у сосен и лиственниц, уменьшается у берёз и имеет максимум в 3-м (южном умеренном) поясе. Динамика фитомассы 100-летних сосен, лиственниц, елей и пихт в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности характеризуется монотонным снижением надземной и общей фитомассы, а в соотношении фракций в том же градиенте общей закономерности не выявлено. Надземная и общая фитомасса берёз в отличие от хвойных характеризуется некоторым повышением по мере увеличения континентальности климата. Наличие некоторой несогласованности древесных пород по характеру изменения фитомассы деревьев, возможно, объясняется различными трендами морфоструктуры древостоев в тех или иных градиентах.

### Заключение

На основе сформированной базы данных о фитомассе 5764 модельных деревьев полученных на пробных площадях на территории от Западной Европы до Китая и Японии, установлены статистически значимые трансконтинентальные изменения фракционного состава фитомассы деревьев с учетом региональных различий деревьев по возрасту, высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев.

Система полученных трансконтинентальных зависимостей даёт возможность ее регионального применения при оценке фитомассы древостоев на основе локальных данных перечета деревьев на единице площади. Полученные результаты могут быть полезны при оценке приходной части углеродного цикла в насаждениях лесообразую-

ших пород, что важно при осуществлении мероприятий по стабилизации климата, а также при валидации результатов имитационных экспериментов по оценке углеродо-депонирующей способности лесов.

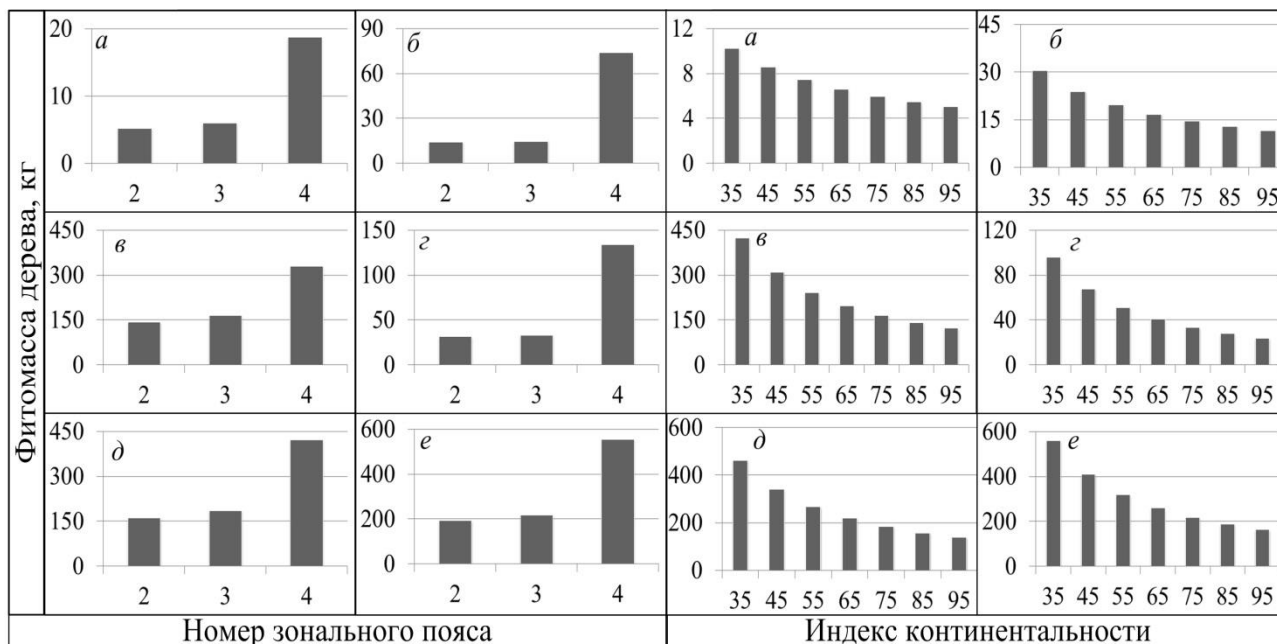


Рис. 4. Изменение расчетных показателей фитомассы деревьев двухвойных сосен, кг: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по зональным поясам при индексе континентальности климата по Ценкеру-Борисову, равном 75%.

Рис. 5. Связь расчетных показателей фитомассы деревьев двухвойных сосен (кг): хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет с индексом континентальности, по Ценкеру-Борисову, в южном умеренном зональном поясе (номер 3 на рис. 2).

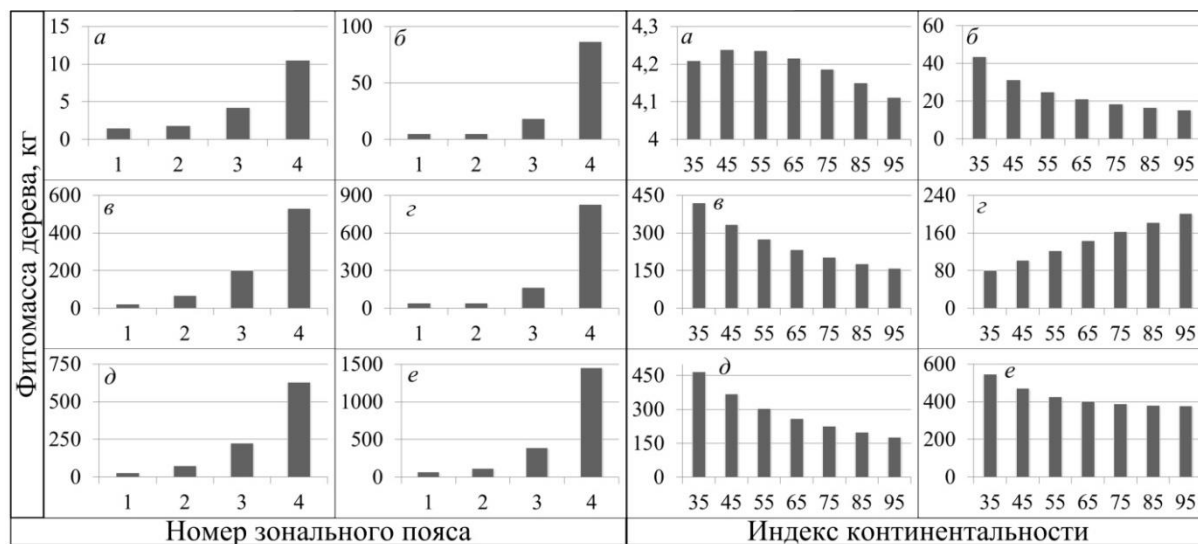


Рис. 6. Изменение параметров фитомассы деревьев лиственницы, кг: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по зональным поясам при индексе континентальности климата по Ценкеру-Борисову, равном 75%.

Рис. 7. Связь расчетных показателей фитомассы деревьев лиственницы (кг): хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет с индексом континентальности, по Ценкеру-Борисову, в южном умеренном поясе.

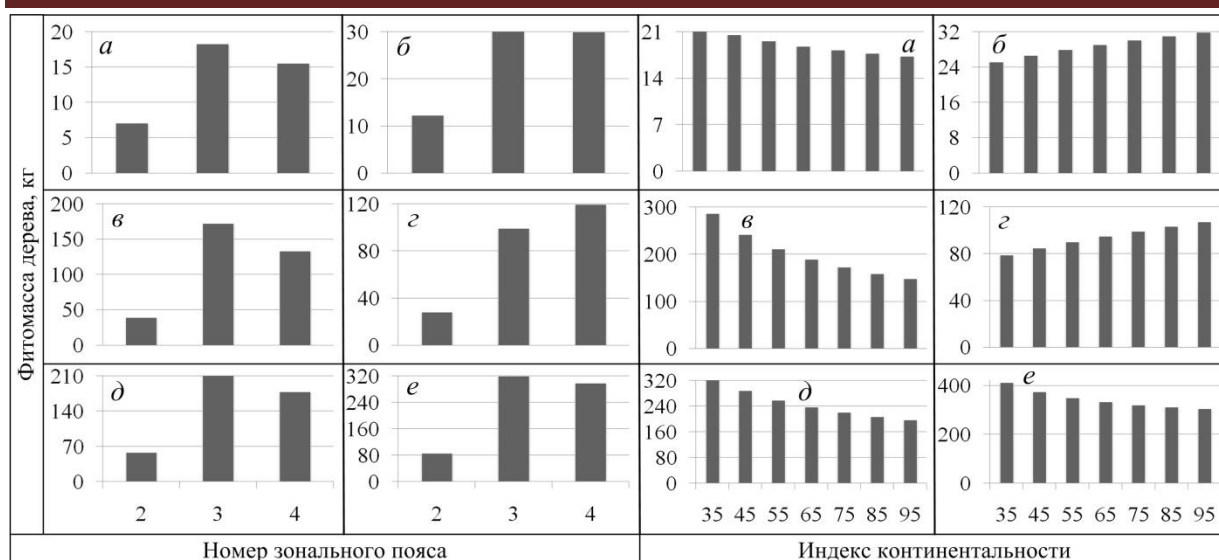


Рис. 8. Изменение расчетных показателей фитомассы деревьев елей и пихт, кг: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по климатическим поясам при индексе континентальности климата по Ценкеру-Борисову, равном 75%

Рис. 9. Связь расчетных показателей фитомассы деревьев елей и пихт (кг): хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет с индексом континентальности, по Ценкеру-Борисову, в южном умеренном климатическом поясе

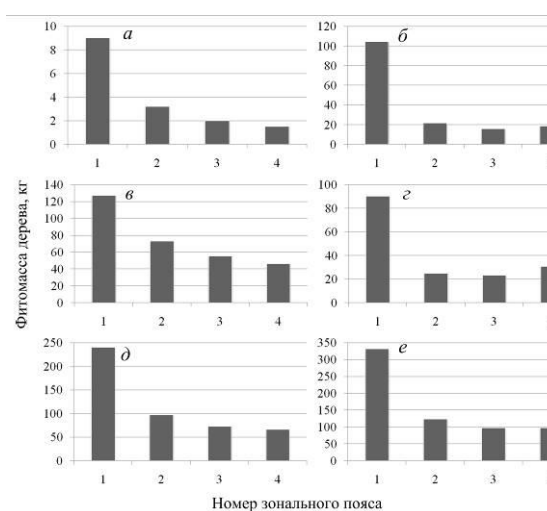


Рис. 10. Изменение расчетных показателей фитомассы деревьев берёз, кг: листвы (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет по зональным поясам при индексе континентальности климата по Ценкеру-Борисову, равном 75%.

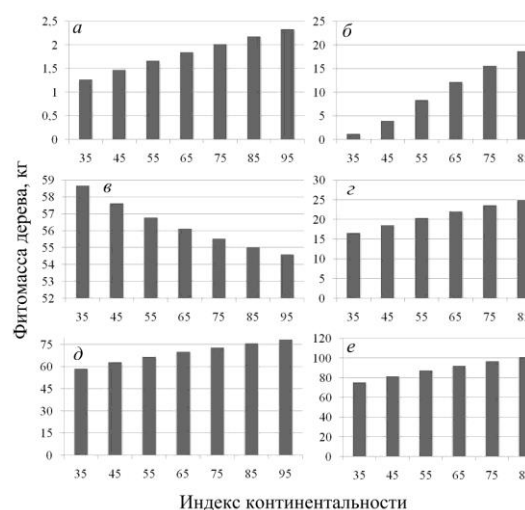


Рис. 11. Связь расчетных показателей фитомассы деревьев берёз (кг): листвы (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет с индексом континентальности, по Ценкеру-Борисову, в южном умеренном зональном поясе.

### Список использованной литературы

- Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. М.: МГУ, 1974. 300 с.  
 Байзаков С.Б. Некоторые закономерности накопления древесной зелени в сосновых лесах Казахстана и перспективы ее промышленного использования: Автореф. дис... к.с.-х.н. Спец. 562 - лесоводство. Алма-Ата: КазСХИ, 1969. 28 с.  
 Борисов А.А. Климаты СССР. М.: Просвещение, 1967. 296 с.  
 Бузыкин А.И., Пиеничникова Л.С., Суховольский В.Г. Густота и продуктивность древесных ценозов. Новосибирск: Наука, 2002. 152 с.

*Ворожук А.Н.* Имитация развития экологических систем и системный анализ // Число и мысль. Вып. 5. М., 1982. С. 142-175.

*Лиена И.Я.* Динамика древесных запасов: прогнозирование и экология. Рига: Зинатне, 1980. 170 с.

*Мазуров В.Д.* Формальное и неформальное в математическом моделировании задач планирования и диагностики // Число и мысль. Вып 10. М., 1987. С. 54-74.

*Мак-Лоун Р.Р.* Математическое моделирование – искусство применения математики // Математическое моделирование. М.: Мир, 1979. С. 9-20.

*Орлов М.М.* Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов. М.: Государственное техническое издательство, 1928. 757 с.

*Толмачев А.И.* Основы учения об ареалах: Введение в хорологию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. 100 с.

*Усольцев В.А.* Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. 191 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3353>).

*Усольцев В.А.* Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3352>).

*Усольцев В.А.* Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 216 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3376>).

*Усольцев В.А.* Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3224>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001. 708 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3280>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: предельная продуктивность и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 406 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3303>).

*Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3281>).

*Усольцев В.А.* Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013а. 553 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/2627>).

*Усольцев В.А.* Вертикально-фракционная структура фитомассы деревьев. Исследование закономерностей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013б. 603 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/2771>).

*Усольцев В.А.* Удельная чистая первичная продукция лесообразующих пород Евразии в трансконтинентальных градиентах: методы и неопределённости // Сибирский лесной журнал. 2016а. № 4. С. 4–14. (DOI: 10.15372/SJFS20160407).

*Усольцев В.А.* Трансконтинентальные климатические градиенты удельной чистой первичной продукции лесообразующих древесных пород Евразии // Эко-потенциал. 2016б. № 3 (15). С. 7-17 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5721>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса модельных деревьев лесообразующих пород Евразии: база данных, климатически обусловленная география, таксационные нормативы. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2016в. 336 с. (<http://management-usfeu.ru/Uploads/Publikazii/Usolzev072016.pdf>).

*Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесообразующих пород в климатических градиентах Евразии (к менеджменту биосферных функций лесов). Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2016г. 384 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5634>).

Усольцев В.А., Канунникова О.В., Платонов И.В. Исследование ошибок при оценке углеродного пула лесов посредством аллометрических моделей // Современные проблемы устойчивого управления лесами, инвентаризации и мониторинга лесов. Матер. международной конфер. С.-Петербург: С.-ПбГЛТА, 2006. С. 363-370.

Чернышев В.Д. Пути физиолого-энергетических адаптаций хвойных в экстремальных условиях // Биологические проблемы Севера. VI симпозиум. Вып. 5. Якутск: Ин-т биологии ЯФ СО АН СССР, 1974. С. 13-17.

Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.

Четыркин Е.М., Калихман И.Л. Вероятность и статистика. М.: Финансы и статистика, 1982. 319 с.

Akaike H. A new look at statistical model identification // IEEE Transactions on Automatic Control. 1974. AU-19. P. 716-722.

Baskerville G.L. Dry-matter production in immature balsam fir stands // Forest Sci. Monograph. 1965. No. 9. P. 1-42.

Bijak Sz., Zasada M., Bronisz A., Bronisz K., Czajkowski M., Ludwisiak Ł., Tomusiak R., Wojtan R. Estimating coarse roots biomass in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland // Silva Fennica. 2013. Vol. 47. No. 2, article id 963. 14 p.

Bonnor G.M. Inventory of forest biomass in Canada. Canadian Forestry Service. Petawawa National Forestry Institute. 1985. 63 pp.

Burger H. Der Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1939. Bd. XXI. H. 1. S. 5-57 (Sonderabdruck).

Cai S., Kang X., Zhang L. Allometric models for aboveground biomass of ten tree species in northeast China // Ann. For. Res. 2013. Vol. 56. No. 1. P. 105-122.

Case B.S., Hall R.J. Assessing prediction errors of generalized tree biomass and volume equations for the boreal forest region of west-central Canada // Can. J. For. Res. 2008. Vol. 38. P. 878-889.

Crow T.R. Common regressions to estimate tree biomass in tropical stands // Forest Science. 1978. Vol. 24. No. 1. P. 110-114.

Finney D.J. On the distribution of a variable whose logarithm is normally distributed // Journal of the Royal Statistical Society. 1941. Vol. B7. No. 2. P. 155-161.

Ghosh S. A new graphical tool to detect non-normality // Journal of the Royal Statistical Society. 1996. Vol. B58. No. 4. P. 691-702.

Hosoda K., Iehara T. Aboveground biomass equations for individual trees of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* and *Larix kaempferi* in Japan // Journal of Forest Research. 2010. Vol. 15. No. 5. P. 299-306 (DOI 10.1007/s10310-010-0192-y).

Jenkins J.C., Chojnacky D.C., Heath L.S., Birdsey R.A. Comprehensive database of diameter-based regressions for North American tree species // USDA Forest Service Northeastern Research Station. General Technical Report NE-319. 2004. 45 p.

Jokela E.J., Van Gorp K.P., Briggs R.D., White E.H. Biomass estimation equations for Norway spruce in New York // Can. J. For. Res. 1986. Vol. 16. No. 2. P. 413-415.

Kajimoto T., Matsuura Y., Osawa A., et al. Size-mass allometry and biomass allocation of two larch species growing on the continuous permafrost region in Siberia // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 222. P. 314-325.

Krankina O.N., Houghton R.A., Harmon M.E., Hogg E.H., Butman D., Yatskov M., Huso M., Treyfeld R.F., Razuvaev V.N., Spycher G. Effects of climate, disturbance, and species on forest biomass across Russia // Can. J. For. Res. 2005. Vol. 35. P. 2281-2293.

Mund M., Kummetz E., Hein M., Bauer G.A., Schulze E.-D. Growth and carbon stocks of a spruce forest chronosequence in central Europe // Forest Ecology and Management. 2002. Vol. 171. P. 275-296.

*Muukkonen P., Mäkipää R.* Biomass equations for European trees: Addendum // *Silva Fennica*. 2006. Vol. 40. No. 4. P. 763-773.

*Penner M., Power K., Muhairwe C. et al.* Canada's forest biomass resources: deriving estimates from Canada forest inventory // Information report BC-X-370. Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. 1997. 33 p.

*Ranneby B., Cruse T., Hägglund B., Jonasson H., Swärd J.* Design a new national forest survey for Sweden // *Stud. For. Suec.* 1987. Vol. 177. P. 1-29.

*Scarascia-Mugnozza G., Bauer G.A., Persson H. et al.* Tree biomass, growth and nutrient pools // E.-D. Schulze (ed.). *Carbon and nutrient cycling in European forest ecosystems*. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2000. P. 49-62 (Ecological Studies. V. 142).

*Stark H., Nothdurft A. and Bauhus J.* Allometries for widely spaced *Populus* ssp. and *Betula* ssp. in nurse crop systems // *Forests*. 2013. Vol. 4. P. 1003-1031(doi:10.3390/f4041003).

*Usoltsev V.A.* Sample tree biomass data for Eurasian forests. CD-version in English and Russian. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University. 2015. ISBN 978-5-94984-521-9 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4931>).

*Usoltsev V.A.* Single-tree biomass data for remote sensing and ground measuring of Eurasian forests. CD-version in English and Russian. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University. 2016. ISBN 978-5-94984-600-1 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6103>).

*Usoltsev V.A., Somogyi Z., Chasovskikh V.P., Noritsina Yu.V.* Climatic Gradients of Biomass and Net Primary Production of Mixed *Picea-Abies* Forests in Eurasia // *Environment and Natural Resources Research*. 2014. Vol. 4. No 2. P. 102-114 (<http://dx.doi.org/10.5539/enrr.v4n2p102>).

*Wang J.R., Zhong A.L., Kimmins J.P.* Biomass estimation errors associated with the use of published regression equations of paper birch and trembling aspen // *North. J. Appl. For.* 2002. Vol. 19. No. 3. P. 128-136.

*Wirth C., Schulze E.-D., Schulze W., von Stünzner-Karbe D., Ziegler W., Miljukova I.M. et al.* Above-ground biomass and structure of pristine Siberian Scots pine forests as controlled by competition and fire // *Oecologia*. 1999. Vol. 121. P. 66-80.

*Wirth C., Schumacher J., Schulze E.-D.* Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe – a meta-analysis approach toward prediction and uncertainty estimation // *Tree Physiology*. 2004. Vol. 24. P. 121-139.

*Zianis D., Xanthopoulos G., Kalabokidis K., Kazakis G., Ghosn D., Roussou O.* Allometric equations for aboveground biomass estimation by size class for *Pinus brutia* Ten. trees growing in North and South Aegean islands, Greece // *European Journal of Forest Research*. 2011. Vol. 130. No. 2. P. 145-160.

**Рецензент статьи:** Залесов Сергей Вениаминович, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета, доктор с.-х. наук, профессор.

*Д.Н. Филиппова, В.А. Азаренок, А.А. Добрачев*  
*D.N. Filippova, V.A. Azarenok, A.A. Dobrachev*

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

## БИОЭНЕРГЕТИКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

### BIOENERGETICS AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL ENERGETICS



**Ключевые слова:** *биоэнергетика, биотопливо, климат, энергетика, древесное топливо, возобновляемые источники энергии.*

Статья посвящена вопросам и поиску альтернативы традиционным источникам энергии. С этой целью проведен анализ потребностей в биотопливе ЖКХ Свердловской области для теплогенерирующих мощностей муниципальных образований. Анализ энергетических характеристик котельных Свердловской области показывает перспективные стратегии использования местных топливных ресурсов в муниципальной энергетике. Для этого необходимы исследования в этой области, а также последовательная государственная политика по стимулированию энергосбережения и использования местных возобновляемых источников энергии.

**Key words:** *bioenergetics, biofuel, climate, energetics, wooden fuel, renewal energy sources.*

The paper touches upon the problems and alternatives to traditional energy sources. With this purpose in view the analysis has been carried out to reveal the demand of municipal structures heat-generating powers in biologic full for housing and communal services in Sverdlovsk region. The analysis of boiler rooms energetic characteristics in Sverdlovsk region reveals perspective strategies for municipal full resources using (application) in municipal energetics. For that it is necessary to carry on researches in this field as well as consecutive state policy to stimulate energy-saving and municipal renewal energy sources application.

**Филиппова Дарья Николаевна** – аспирант кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел.: +7-982-61-46-992; e-mail: filip.1989@inbox.ru.

**Filippova Daria Nikolaevna** – postgraduate of the Forestry Machinery and Equipment Department at the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg). Phone: +7-982-61-46-992; e-mail: filip.1989@inbox.ru.

**Азаренок Василий Андреевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел.: +7-912-629-77-41; e-mail: v.azarenok@yandex.ru.

**Azarenok Vasily Andreevich** - Doctor of agricultural sciences, professor of the Forestry Machinery and Equipment Department at the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg). Phone: +7-912-629-77-41; e-mail: v.azarenok@yandex.ru.

**Добрачев Андрей Андреевич** – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Тел.: +7-909-007-13-73; e-mail: [dobr@yandex.ru](mailto:dobr@yandex.ru).

**Dobrachev Andrey Andreevich** - Candidate of technical sciences, professor of the Forestry Machinery and Equipment Department at the Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg). Phone: +7 (343) 261-45-38, e-mail: a-dobr@mail.ru

На рубеже XXI века мир столкнулся с глобальными вызовами природы. Первостепенными вопросами, стоящими перед человечеством на сегодняшний день, являются угрозы, связанные с энергетической безопасностью, изменением климата, экономическим спадом и загрязнением окружающей среды (Усольцев и др., 2016). Потребление энергии в мире постоянно возрастает, что приводит к увеличению добычи и сжиганию ископаемых энергоносителей. Выброс парниковых газов при этом увеличивается все в больших объемах, происходит потепление климата, что приводит к глобальным катастрофам на земле (Карпачев, 2008). На сегодняшний день проблема климата не только осознается человечеством, но и принимаются меры по её решению. Вступившее в силу с 4 ноября 2016 года Парижское соглашение определяет основные направления борьбы человечества с изменением климата и дает ограничения на выброс парниковых газов, при этом страны берут на себя обязательства по снижению выброса парниковых газов.

Практически это означает сокращение потребления традиционных источников энергии. Но потребность мирового хозяйства в энергии возрастает. Для того чтобы понизить угрозу изменения климата в мире, необходимо эффективно использовать энергосберегающие технологии, рационально использовать энергоресурсы и развивать возобновляемую энергетику. Альтернативой должна стать малая распространенная энергетика на местных возобновляемых топливных ресурсах (Данилов, 2006). Наиболее перспективным возобновляемым источником энергии (ВИЭ) является биотопливо, для которого исходным материалом является биомасса. Биотопливо делится на пять групп:

- древесное топливо – сырье из древесины;
- аграрное топливо - сельскохозяйственного происхождения;
- биотопливо из отходов – из органического мусора;
- торфяное топливо – производится из торфа;
- щелоки – побочный продукт целлюлозно-бумажной промышленности;

Древесное топливо – естественный источник энергии, который в противоположность ископаемым энергоносителям является нейтральным. Это означает, что при сжигании древесины освобождается такая масса диоксида углерода, которая раньше при росте дерева была взята из атмосферы (циркуляция углерода в биосфере). При сгорании ископаемых топлив, напротив, высвобождается диоксид углерода, который был накоплен ранее. Это высвобождение ведет к повышению  $\text{CO}_2$  в атмосфере и, как следствие, к увеличению парникового эффекта. Поэтому древесное топливо относят к экологически чистому топливу (Усольцев, 2014).

Для развития биоэнергетики важна не только экологическая составляющая, но и не менее важна энергетическая безопасность, поскольку биотопливо производится внутри страны и является возобновляемым источником энергии.

Стабильные цены на энергоносители являются успешным фактором развития биоэнергетики. Производители биоэнергии начинают заботиться о снижении собственных затрат. Большие объемы производства дают большие возможности внедрения но-

вых технологий, и таким образом делают производство более рентабельным. Доступность сырья и совершенствование технологий дают возможность стабилизации цен.

Для региональной биоэнергетики, с целью потребностей в биотопливе ЖКХ Свердловской области нами проведен анализ 2327 теплогенерирующих мощностей муниципальных образований. Муниципальные котельные на древесном топливе используют, в основном, круглую дровяную древесину, топливную щепу, горбыли, обрезки и рейки – отходы лесопиления местных лесопользователей. Количество таких котельных, по данным Минэнергетики и ЖКХ Свердловской области – 305 из всего числа муниципальных котельных 2327, количество вырабатываемой ими энергии – 121,387 Гкал, объем потребления топлива 17,34 т.у.т.

Основные характеристики тепловых котельных и сетей в муниципальных образованиях Свердловской области составлены на основе анализа собранных данных Минэнерго и ЖКХ и прочих источников. Количественная и качественная оценка тепловых энерго мощностей малой генерации муниципальных образований Свердловской области представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики негазовых котельных муниципальных образований Свердловской области

| Вид топлива    | Количество котельных | Количество вырабатываемого тепла |         |
|----------------|----------------------|----------------------------------|---------|
|                |                      | Гкал                             | т.у.т   |
| Дрова          | 305                  | 121,387                          | 17,341  |
| Уголь          | 1618                 | 3223,1687                        | 460,453 |
| Электроэнергия | 286                  | 3035,1039                        | 28,698  |
| Мазут          | 81                   | 262,51                           | 37,501  |
| Прочие         | 37                   | 40,9262                          | 5,847   |
| Итого          | 2327                 | 6683,0958                        | 549,84  |

Распределение котельных по видам топлива представлено на рис 1.

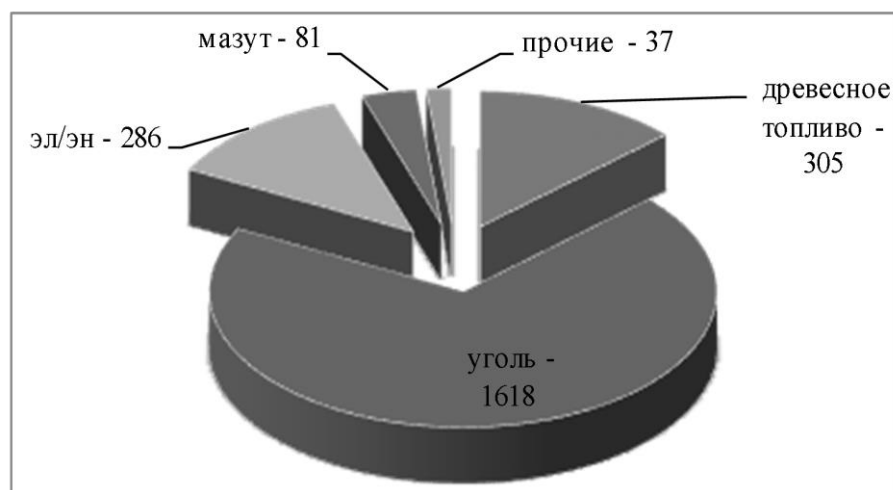


Рис. 1. Распределение числа котельных по видам топлива.

Представленные данные позволяют определить потенциальные возможности перевода котельных на местные возобновляемые источники топлива и реальные потребности в этих видах топлива муниципальных образований области.

Более конкретным показателем объектов муниципальной энергетики является

их распределение по суммарным объемам потребления топлива в тоннах условного топлива (рис. 2).

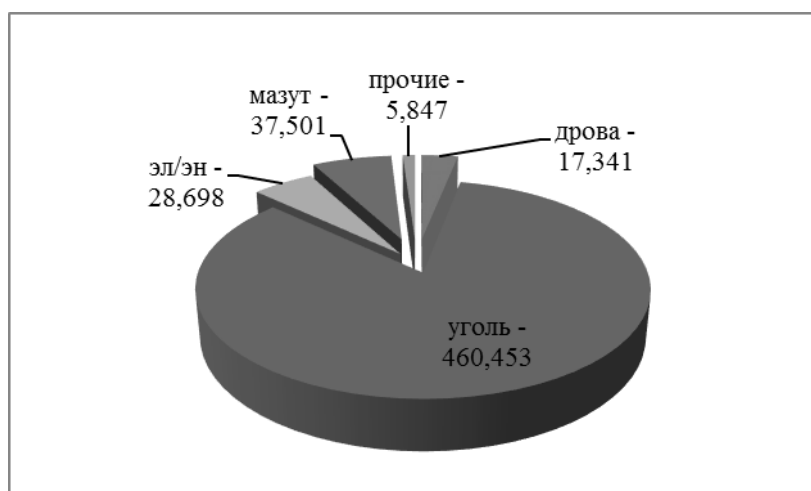


Рис. 2. Распределение котельных по потребляемому топливу

Анализ данных по муниципальным котельным из реестра Минэнергетики и ЖКХ Свердловской области позволяют также определить структуру распределения котельных по их мощностям (рис. 3).



Рис. 3. Распределение числа муниципальных котельных по мощностям.

По состоянию на 1 октября 2015 года запасы угля у потребителей Свердловской области составили 2221,6 тыс. т, топочного мазута – 200,4 тыс. т. По сравнению с 1 октября 2014 года запасы угля увеличились на 8,1 %, топочного мазута – сократились на 7,4 %. С учетом сложившегося в 2015 году среднесуточного расхода топлива созданные на 1 октября 2015 года запасы угля могут обеспечить работу организаций области в течение 51 дня, топочного мазута – 724 дней.

У организаций по производству и распределению электроэнергии, газа и воды запасы угля, по сравнению с началом октября 2014 года, увеличились на 47,0 тыс. т (на 2,5 %), топочного мазута – сократились на 15,0 тыс. т (на 9,7 %). Обеспеченность углем этих организаций на 1 октября 2015 года составила 58 дней. В котельных области, находящихся в ведении муниципальных образований и в ведомственных котельных,

запасы угля на 1 октября 2015 года составили 71,6 тыс. т, топочного мазута 32,9 тыс. т. По сравнению с 1 октября 2014 года запасы угля в этих котельных снизились на 9,2 %, топочного мазута на 12,7 %. Эти показатели свидетельствуют о постоянном напряженном состоянии в обеспечении котельно-печным топливом в области (Добрачев и др., 2015).

Анализ энергетических характеристик котельных Свердловской области позволяет сделать важные выводы для дальнейшей стратегии использования местных топливных ресурсов в муниципальной энергетике:

- из более 2300 котельных муниципальных образований области 973 обеспечены сетевым газом и работают на этом дешевом топливе;

- 1618 котельных потребляют привозной уголь, а вместе с ним и дотации из областного бюджета на производство тепла на его основе;

- в области продолжают функционировать 367 котельных на мазуте (дизтопливе) и электроэнергии;

- наибольшее количество муниципальных котельных (796) имеют в качестве объектов теплогенерации тепловые источники мощностью 0,2–0,6 кВт, и только 148 котлов мощностью 3,9–4,5 МВт.

- резерв перевода котельных ЖКХ на биотопливо составляет 772 т.у.т. или 6 285 МВт (Лесной план...2008).

Для того, чтобы в полной мере реализовать потенциал биоэнергетики в муниципалитетах Свердловской области необходима последовательная государственная политика в области энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии, которая позволит обеспечить более благоприятный инвестиционный климат в отрасли и будет способствовать ее интенсивному развитию (Проект стратегии развития...). В результате доля привозных энергоносителей в топливном балансе области будет сокращаться, а высвобождающиеся ресурсы могут быть отправлены на экспорт или переработаны химической промышленностью с более высокой рентабельностью. Формы государственной поддержки могут быть различными и не требуют значительных бюджетных вложений, такие как:

- налоговые льготы для производителей или потребителей биотоплива;
- упрощение бюрократических процедур при реализации биоэнергетических проектов;

- пропаганда идей энергосбережения;

- организация подготовки инженерно-технических и управленческих кадров в области биоэнергетики;

- гранты на осуществление НИОКР и т.д.

Свердловская область обладает всеми необходимыми ресурсами, чтобы обеспечить себя возобновляемой энергией. Нужно лишь осознать необходимость этого и работать на достижение цели.

### Список использованной литературы

Данилов Н.И. Энергосбережение – религия XXI века. Екатеринбург: НП «Институт энергоэффективных технологий», 2006. 63 с.

Добрачев А.А., Мехренцев А.В., Шнак Н.А. Ресурсы биотоплива Свердловской области и их использование // Информационно-справочное издание. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. С. 44-47.

Карначев С.П. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики на основе переработки древесных отходов // Лесопромышленник. 2008. № 3. С. 31-34.

Лесной план Свердловской области на 2009–2018 годы, утвержден Указом Губернатора Свердловской области от 29.12.2008 г. № 1370-УГ. URL: <http://Forest.midural.ru>.

Проект стратегии развития топливно-энергетического комплекса Свердловской области до 2020 года. URL: <http://navigo.su/attachments/402>.

*Усольцев В.А.* Русский лес как гарант энергетической и экологической безопасности России // *Эко-Потенциал* (Екатеринбург). 2014. № 4(8). С. 7-15 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3576>).

*Усольцев В.А., Азарёнок В.А., Мехренцев А.В., Часовских В.П., Норицин Д.В.* О «зелёной» энергетике в российском лесопользовании // Материалы IV Всероссийской отраслевой научно-практической конференции «Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности». Том 2. Пермь, 18-19 марта 2016 г. С. 135-146.

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор техн. наук Р.Н. Ковалёв.

УДК 004.93'1; 004.932

*В.Г. Лабунец<sup>1</sup>, В.П. Часовских<sup>1</sup>, Е.Остхаймер<sup>2</sup>*  
*V.G. Labunets<sup>1</sup>, V.P. Chasovskikh<sup>1</sup>, E. Ostheimer<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург<sup>2</sup>Capricat LLC 1340 S. Ocean Blvd., Suite 209 Pompano Beach, 33062 Florida, USA

## КЛИФФОРДОВСКИЕ МОДЕЛИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В VISUAL CORTEX

### CLIFFORDEAN MODELS OF MULTICHANNEL IMAGES IN VISUAL CORTEX



**Ключевые слова:** *цветные и мультимедийные изображения, гиперкомплексные числа, алгебры Клиффорда, обработка изображений.*

Одна из главных целей работы состоит в том, чтобы доказать, что аппарат гиперкомплексных алгебр и алгебр Клиффорда более адекватно описывает процессы обработки и распознавания цветных и многоспектральных 2D-, 3D- и nD- изображений, чем векторно-матричный математический аппарат. Можно утверждать, что визуальные системы животных с различной эволюционной историей используют различные коммутативные гиперкомплексные алгебры и алгебры Клиффорда для обработки и распознавания цветных и мультимедийных изображений. Поэтому отдел VC головного мозга вероятно имеет способность оперировать как устройством, работающее в алгебре Клиффорда.

**Keywords:** *color, multicolor, hyperspectral images, algebraic model, hypercomplex numbers, Clifford algebra, image processing.*

The main goal of the paper is to show that commutative hypercomplex algebras and non-commutative Clifford algebras can be used to solve problems of color, multicolor and hypercomplex 2D-, 3D- and nD- images in a natural and effective manner. One can argue that nature has, through evolution, also learned to utilize properties of hypercomplex numbers. Thus, the visual cortex of a brain might have the ability to operate as a Clifford algebra computing device.

**Лабунец Валерий Григорьевич** – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры теоретических основ радиотехники Уральского федерального университета (Екатеринбург). Тел.: +7-953-383-37-64; e-mail: vlabunets@yahoo.com.

**Labunets Valery Grigor'evich**– Doctor of technical sciences, Professor, Ural Federal University (Yekaterinburg). Phone: +7-953-383-37-64; e-mail: vlabunets05@yahoo.com

**Часовских Виктор Петрович** - доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, член Российской академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, член Российской академии естественных наук, Full Member of European Academy of Natural History, директор Института экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург). Тел. (343)261-46-44; e-mail: [u2007u@ya.ru](mailto:u2007u@ya.ru).

**Chasovskikh Viktor Petrovich** - Doctor of technical sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Management, Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: (343)261-46-44; e-mail: [u2007u@ya.ru](mailto:u2007u@ya.ru).

**Остхаймер Екатерина** – доктор философии по компьютерным наукам, директор фирмы Capricat LLC (Флорида, США). Тел.: +7-953-383-37-64; e-mail: [katya@capricat.com](mailto:katya@capricat.com)

**Ostheimer Ekaterina** - Doctor of Philosophy in Computer Science, Director of Capricat LLC (Pompano Beach 33062 Florida USA). Phone: +7-953-383-37-64; e-mail: [katya@capricat.com](mailto:katya@capricat.com)

### Introduction

*"The LORD created the integers, the rest is the work of man"*  
Leopold Kronecker

We develop a conceptual framework and design methodologies for multichannel image processing systems with assessment capability. The term multichannel image is used for an image with more than one component. They are composed of a series of images  $f_{\lambda_1}(\mathbf{x}), f_{\lambda_2}(\mathbf{x}), \dots, f_{\lambda_K}(\mathbf{x})$  in different optical bands at wavelengths  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K$ , called spectral channels, where  $K$  is the number of different optical channels. A multichannel images (MCI) can be considered as a  $n$ -D  $K$ -component (vector-valued) functions

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{V}^K \quad (1)$$

with values into  $K$ -D perceptual space  $\mathbf{V}^K$  (dichromatic  $\mathbf{V}^2$ , color  $\mathbf{V}_{rgb}^3$ , multichannel  $\mathbf{V}^K$ ), where  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{R}^n$ ,  $n = 2, 3, \dots$ .

For processing and recognition of 2-D, 3-D and  $n$ -D images we turn the perceptual spaces into corresponding hypercomplex algebras (and call them perceptual algebras). In this work our approach to multichannel processing based on noncommutative Clifford algebras. In the algebraic-geometrical approach, each multichannel pixel is considered not as a  $K$ -D vector, but as a  $K$ -D hypercomplex number. We will interpret multichannel images as Cliffordean-valued signals

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) = f_1(\mathbf{x})J_1 + f_2(\mathbf{x})J_2 + \dots + f_K(\mathbf{x})J_K, \quad (2)$$

which take values in so called Clifford algebra  $Alg_{2^K}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R} | 1, J_1, J_2, \dots, J_{K-1}) = Alg_{2^K}^{Vis(u,v,w)} = Alg_{2^K}^{Vis(u,v,w)}$ , where  $J_1, J_2, \dots, J_K$  are hyperimaginary units with the following non-commutative multiplication rule  $J_r J_s = -J_s J_r$ ,  $J_s^2 = -1$  for  $s, r = 1, 2, \dots, K$ .

Our hypotheses are (Labunets-Rundblad E.V., Labunets V.G., 2001):

1. Brain (Visual cortex) of primates operates with Cliffordean numbers during image recognition. In the algebraic approach, each pixel is considered not as a multi-dimensional vector, but as a multi-dimensional Cliffordean number. For this reason, we assume that the human retina and human visual cortex use triplet numbers and 8-D Clifford numbers to process and recognition of color (RGB)-images, respectively.

2. Brain uses different algebras for retina and for Visual cortex (VC) levels. Multichannel images appear on the retina as functions with values in a multiplet  $K$ -D algebra (Greaves, 1847) (in particular, in  $K$ -cycle algebra), where  $K$  is the number of spectral channels. For example, RGB-color images as they appear on the human retina are represented as triplet-valued functions. But multichannel images in an human Visual cortex are functions (2) with values in a 8-D Clifford algebra.

3. Visual systems of animals with different evolutionary history use different hypercomplex algebras for color and multichannel image processing. Thus, the Visual Cortex might have the ability to operate as a Clifford algebra computing device.

We don't agree with L.Kronecker in that that *"the LORD created the integers, the rest is the work of man"*. We assume that the LORD was the first engineer who knew hypercomplex algebras and used them for designing the visual systems of animals.

### Clifford algebras for physical and visual spaces

As we see in (1), a  $n$ -D  $K$ -component images

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{V}^K$$

have two attributes:  $n$ -D physical  $\mathbf{R}^n$  and  $K$ -D perceptual space  $\mathbf{V}^K$  spaces. We suppose (Labunets V.G., 2000) that a brain operates with hypercomplex numbers when processing image and calculates hypercomplex-valued invariants of an image recognizing it. In order to operate with  $n$ -D vectors  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{R}^n$  and  $K$ -D vectors  $\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_K) \in \mathbf{V}^K$  as with numbers, we embed  $\mathbf{R}^n$  and  $\mathbf{V}^K$  into spatial  $\text{Alg}_{2^n}^{Sp}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_K)$  and visual  $\text{Alg}_{2^K}^{Vis}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K)$  hypercomplex Clifford algebras:

$$\mathbf{R}^n \rightarrow \text{Alg}_{2^n}^{Sp}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n), \quad \mathbf{V}^K \rightarrow \text{Alg}_{2^K}^{Vis}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K).$$

When one speaks about both algebras simultaneously, then they are denoted by

$\text{Alg}_{2^t}(\mathbf{R}|1, B_1, \dots, B_t)$  or  $\text{Alg}_{2^t}$ . Obviously,

$$\text{Alg}_{2^t}(\mathbf{R}|1, B_1, \dots, B_t) = \begin{cases} \text{Alg}_{2^n}^{Sp}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_K), & \text{if } t = n \text{ and } B_1 = I_1, \dots, B_K = I_K, \\ \text{Alg}_{2^K}^{Vis}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K), & \text{if } t = K \text{ and } B_1 = J_1, \dots, B_K = J_K. \end{cases}$$

Let «small»  $t$ -D space  $\mathbf{R}^t$  be spanned on the orthonormal basis of  $t$  hyperimaginary units  $B_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, t$  (basic imagineries). We assume

$$B_i^2 = \begin{cases} +1, & \text{for } i = 1, 2, \dots, u, \\ -1, & \text{for } i = u+1, u+2, \dots, u+v, \\ 0, & \text{for } i = u+v+1, u+v+2, \dots, u+v+w=t, \end{cases} \quad (2)$$

and  $B_i B_j = -B_j B_i$ . Now, we construct the «big» multicolor  $2^t$ -D hypercomplex space  $\mathbf{R}^{2^t}$  as a direct sum of subspaces of dimensions  $C_t^0, C_t^1, C_t^2, \dots, C_t^t$ :

$$\mathbf{R}^{2^t} = \mathbf{R}^{C_t^0} \oplus \mathbf{R}^{C_t^1} \oplus \mathbf{R}^{C_t^2} \oplus \dots \oplus \mathbf{R}^{C_t^s} \oplus \dots \oplus \mathbf{R}^{C_t^{t-1}} \oplus \mathbf{R}^{C_t^t}, \quad (3)$$

where subspaces  $\mathbf{R}^{C_t^s}$ ,  $s = 0, 1, 2, \dots, t$  are spanned on the  $S$ -products of units  $B_{m_1} B_{m_2} \dots B_{m_s}$  ( $m_1 < m_2 < \dots < m_s$ ). By definition, we suppose that  $B_0 \equiv 1$  is the classical real units 1. So

$$\begin{aligned}
 \mathbf{R}^{C^0} &= \{a_0 B_0 \mid a_0 \in \mathbf{R}\}, \\
 \mathbf{R}^{C^1} &= \{a_1 B_1 + a_2 B_2 + \dots + a_t B_t \mid a_1, a_2, \dots, a_t \in \mathbf{R}\}, \\
 \mathbf{R}^{C^2} &= \{a_{1,2} B_1 B_2 + a_{1,3} B_1 B_3 + \dots + a_{t-1,t} B_{t-1} B_t \mid a_{1,2}, a_{1,3}, \dots, a_{t-1,t} \in \mathbf{R}\}, \\
 \mathbf{R}^{C^3} &= \{a_{1,2,3} B_1 B_2 B_3 + a_{1,2,4} B_1 B_2 B_4 + \dots + a_{t-2,t-1,t} B_{t-2} B_{t-1} B_t \mid a_{1,2,3}, a_{1,2,4}, \dots, a_{t-2,t-1,t} \in \mathbf{R}\}, \\
 &\dots\dots\dots, \\
 \mathbf{R}^{C^t} &= \{a_{1,2,3,\dots,t} B_1 B_2 \dots B_t \mid a_{1,2,3,\dots,t} \in \mathbf{R}\}.
 \end{aligned} \tag{5}$$

**Example 1.** Let us consider 1-,2-,3-D small spaces  $\mathbf{R}^t = \mathbf{R}^1, \mathbf{R}^2, \mathbf{R}^3$ . The corresponding “big” spaces are

$$\begin{aligned}
 \mathbf{R}^{2^1} &= \mathbf{R}^2 = \mathbf{R}^1 \oplus \mathbf{R}^1 = \mathbf{R} \cdot B_0 + \mathbf{R} \cdot B_1, \\
 \mathbf{R}^{2^2} &= \mathbf{R}^4 = \mathbf{R}^1 \oplus \mathbf{R}^2 \oplus \mathbf{R}^1 = \mathbf{R} \cdot B_0 + \underbrace{[\mathbf{R} \cdot B_1 + \mathbf{R} \cdot B_2]}_{\mathbf{R}^2} + \mathbf{R} \cdot B_1 B_2, \\
 \mathbf{R}^{2^3} &= \mathbf{R}^8 = \mathbf{R}^1 \oplus \mathbf{R}^3 \oplus \mathbf{R}^3 \oplus \mathbf{R}^1 = \\
 &= \mathbf{R} \cdot B_0 + \underbrace{[\mathbf{R} \cdot B_1 + \mathbf{R} \cdot B_2 + \mathbf{R} \cdot B_3]}_{\mathbf{R}^3} \oplus \underbrace{[\mathbf{R} \cdot B_1 B_2 + \mathbf{R} \cdot B_1 B_3 + \mathbf{R} \cdot B_2 B_3]}_{\mathbf{R}^3} \oplus \mathbf{R} \cdot B_1 B_2 B_3.
 \end{aligned} \tag{6}$$

As we will see complex numbers live in  $\mathbf{R}^{2^1}$ , quaternions - in  $\mathbf{R}^{2^2}$ , and biquaternions in  $\mathbf{R}^{2^3}$ .

Every element of  $\mathbf{R}^{2^t}$  has the following representation. Let  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_t) \in \mathbf{B}_2^t$  be an arbitrary  $t$ -bit binary vector, where  $b_i \in \mathbf{B}_2 = \{0, 1\}$  and  $\mathbf{B}_2^t$  is the  $t$ -D Boolean. Let us introduce  $2^t$  elements  $\mathbf{B}^{\mathbf{b}} := B_1^{b_1} B_2^{b_2} \dots B_t^{b_t}$ , where  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_t) \in \mathbf{B}_2^t$ . Let  $w(\mathbf{b}) = b_1 + b_2 + \dots + b_t$  be the weight of  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_K) \in \mathbf{B}_2^K$ . Elements  $\mathbf{B}^{\mathbf{b}} = B_1^{b_1} B_2^{b_2} \dots B_t^{b_t}$  form a basis of  $2^t$ -D space (full set of imaginaries – FSoI). For all  $C \in \mathbf{R}^{2^t}$  we have the following hypercomplex representations

$$\begin{aligned}
 C &:= \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} = \sum_{s=0}^t \sum_{w(\mathbf{b})=s} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} = \sum_{w(\mathbf{b})=0} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} + \left( \sum_{w(\mathbf{b})=1} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} + \sum_{w(\mathbf{b})=2} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} + \dots + \sum_{w(\mathbf{b})=s} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} + \dots + \sum_{w(\mathbf{b})=t} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \right) = \\
 &= \text{Sc}(C) + (\text{Vec}^1(C) + \text{Vec}^2(C) + \dots + \text{Vec}^s(C) + \dots + \text{Vec}^t(C)),
 \end{aligned} \tag{7}$$

where

- $\text{Sc}(C) = \sum_{w(\mathbf{b})=0} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} = a_0 B_0 \in \mathbf{R}^{C^0}$  is the *scalar part* of the Clifford number  $C$ ,
- $\text{Vec}^1(C) = \sum_{w(\mathbf{b})=1} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \mathbf{R}^{C^1}$  is its the pure vector part,
- $\text{Vec}^2(C) = \sum_{w(\mathbf{b})=2} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \mathbf{R}^{C^2}$  is its the bivector part, ...,
- $\text{Vec}^s(C) = \sum_{w(\mathbf{b})=s} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \mathbf{R}^{C^s}$  is its the  $s$ -vector part, ..., and
- $\text{Vec}^t(C) = \sum_{w(\mathbf{b})=t} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \mathbf{R}^{C^t}$  is its the  $t$ -vector part.

Among the FSoI imaginary units  $\mathbf{B}^{\mathbf{b}} := B_1^{b_1} B_2^{b_2} \dots B_t^{b_t}$  with  $w(\mathbf{b})=1$  (i.e.  $B_1, \dots, B_t$ ) are called the basic imaginaries and units  $\mathbf{B}^{\mathbf{b}} := B_1^{b_1} B_2^{b_2} \dots B_t^{b_t}$  with  $w(\mathbf{b}) > 1$  are called the derivative imaginaries.

Binary vector  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_t) \in \mathbf{B}_2^t$  can be considered as binary code of an integer  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_t) \in [0, 2^t - 1]$ , hence  $\mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \{\mathbf{B}^0, \mathbf{B}^1, \dots, \mathbf{B}^{2^t-1}\}$  and

$$\begin{aligned} B_0 = \mathbf{B}^0 &= \mathbf{B}^{(0,0,0,\dots,0)}, B_1 = \mathbf{B}^1 = \mathbf{B}^{(1,0,0,\dots,0)}, \\ B_2 = \mathbf{B}^2 &= \mathbf{B}^{(0,1,0,\dots,0)}, B_3 = \mathbf{B}^4 = \mathbf{B}^{(0,0,1,\dots,0)}, \\ &\dots\dots\dots, B_t = \mathbf{B}^{2^{t-1}} = \mathbf{B}^{(0,0,0,\dots,1)}. \end{aligned}$$

**Definition 1.** Elements of the form (7) are called the Clifford physical (if  $t = n$ ) or hyperspectral numbers (if  $t = K$ ).

If  $A = \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}}$ ,  $B = \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{B}_2^t} b_{\mathbf{c}} \mathbf{B}^{\mathbf{c}} \in \mathbf{R}^{2^t}$  are two Clifford numbers then their product is

$$\begin{aligned} C = AB &:= \left( \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} a_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \right) \cdot \left( \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{B}_2^t} b_{\mathbf{c}} \mathbf{B}^{\mathbf{c}} \right) = \left( \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{B}_2^t} a_{\mathbf{b}} b_{\mathbf{c}} \mathbf{B}^{\mathbf{b} \oplus \mathbf{c}} \right) = \left( \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{B}_2^t} (-1)^{\langle \mathbf{b} | R | \mathbf{c} \rangle} a_{\mathbf{b}} b_{\mathbf{c}} \mathbf{B}^{\mathbf{b} \oplus \mathbf{c}} \right) = \\ &= \left( \sum_{\mathbf{d} \in \mathbf{B}_2^t} \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} (-1)^{\langle \mathbf{b} | R | \mathbf{d} \oplus \mathbf{b} \rangle} a_{\mathbf{b}} b_{\mathbf{d} \oplus \mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{d}} \right) = \left( \sum_{\mathbf{d} \in \mathbf{B}_2^t} \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} (-1)^{\langle \mathbf{b} | R | \mathbf{d} \oplus \mathbf{b} \rangle} a_{\mathbf{b}} b_{\mathbf{d} \oplus \mathbf{b}} I^{\mathbf{d}} \right) = \sum_{\mathbf{d} \in \mathbf{B}_2^K} c_{\mathbf{d}} \mathbf{B}^{\mathbf{d}}, \end{aligned} \quad (8)$$

where

$$c_{\mathbf{d}} = \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} (-1)^{\langle \mathbf{b} | R | \mathbf{d} \oplus \mathbf{b} \rangle} a_{\mathbf{b}} b_{\mathbf{d} \oplus \mathbf{b}}, \quad R := \begin{bmatrix} 1 & & & & \\ 1 & 1 & & & \\ 1 & 1 & 1 & & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (9)$$

There are  $3^t$  possibilities for  $B_s^2 = +1, 0, -1$ ,  $\forall s = 1, 2, \dots, t$ . Every possibility generates algebra. Therefore, the space  $\mathbf{R}^{2^t}$  with  $3^t$  rules of the multiplication forms  $3^t$  different  $2^t$ -D algebras, which are called the Clifford algebras. We denote these algebras by  $Alg_{2^t}^{(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, B_1, \dots, B_t)$ , or  $Alg_{2^t}$  if  $B_1, \dots, B_K$  and  $u, v, w$  are fixed. If  $t = n$  then we have  $3^n$  different  $2^n$ -D spatial Clifford algebras  $Alg_{2^n}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n)$ . For  $t = K$  we have  $3^K$  different  $2^K$ -D visual Clifford algebras  $Alg_{2^K}^{Sp(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K)$ . Spatial and visual Clifford algebras can have different signatures (3):  $(u, v, w) \neq (p, q, r)$ . In  $Alg_{2^t}$  we introduce the conjugation operation which maps every Clifford number  $C := c_0 J_0 + \sum_{\mathbf{b} \neq 0} c_{\mathbf{b}} B^{\mathbf{b}}$  to the number  $\bar{C} := c_0 J_0 - \sum_{\mathbf{b} \neq 0} c_{\mathbf{b}} B^{\mathbf{b}}$ .

The algebras  $Alg_{2^t}$  are transformed into  $2^t$ -D pseudometric spaces designed as  $\mathbf{Geo}_{2^t}$ , if the pseudodistance between two Clifford numbers  $A$  and  $B$  is defined by

$$\rho(A, B) = |A - B| = \sqrt{(A - B)(\overline{A - B})} = |U| = U\bar{U} = \sqrt{\sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} (-1)^{w(\mathbf{b})} u_{\mathbf{b}} (B^{\mathbf{b}})^2}, \quad (10)$$

where  $A - B = U = \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^t} u_{\mathbf{b}} B^{\mathbf{b}}$ .

Subspaces of pure vector Clifford numbers  $\mathbf{R}^t = \{\mathbf{x} | \mathbf{x} = \sum_{w(\mathbf{b})=1} x_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} = x_1 B_1 + \dots + x_t B_t\}$  in this case is transformed into different  $t$ -D pseudometric spaces  $\mathbf{R}^t \rightarrow \mathbf{Geo}_t = \langle \langle \mathbf{R}^t, \rho(A, B) \rangle \rangle$ , since pseudometrics  $\rho(A, B)$  constructed in  $\mathbf{R}^{2^t}$  induce corresponding pseudometrics in  $\mathbf{R}^t$ . The pseudometric spaces  $\mathbf{Geo}_t$  are the Cayley-Klein geometries (Labunets-Rundblad et al., 2001; Labunets et al., 2001a,b). Obviously,

$$\mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{Geo}_n^{Sp(p,q,r)} = \langle \langle \mathbf{R}^n, \rho^{Sp(p,q,r)} \rangle \rangle, \quad \mathbf{V}^K \rightarrow \mathbf{Geo}_K^{Vis(u,v,w)} = \langle \langle \mathbf{V}^K, \rho^{Vis(u,v,w)} \rangle \rangle,$$

where  $\mathbf{Geo}_n^{Sp(p,q,r)}$  is a spatial geometry for the physical space  $\mathbf{R}^n$  with a metric  $\rho^{Sp(p,q,r)}$  and  $\mathbf{Geo}_K^{Vis(u,v,w)}$  is a geometry for the visual space  $\mathbf{V}^K$  (in the Visual Cortex) with a metric  $\rho^{Vis(u,v,w)}$ .

Every algebra  $Alg_{2^K}^{Vis(u,v,w)}$  can be decomposed as

$$Alg_{2^t} = {}^0 Alg_{2^t} + {}^1 Alg_{2^t} = \sum_{s=0}^{\lfloor t/2 \rfloor} \mathbf{Vec}^{2s} + \sum_{s=0}^{\lfloor t/2 \rfloor} \mathbf{Vec}^{2s+1}, \quad (11)$$

where  ${}^0 Alg_{2^t} = \sum_{s=0}^{\lfloor t/2 \rfloor} \mathbf{Vec}^{2s}$  and  ${}^1 Alg_{2^t} = \sum_{s=0}^{\lfloor t/2 \rfloor} \mathbf{Vec}^{2s+1}$  are even and odd parts of  $Alg_{2^t}$ . We will see that all orthogonal transforms of «small» perceptual  $t$ -D space  $\mathbf{R}^t$  live in  ${}^0 Alg_{2^t}$ . Clifford numbers  $E \in {}^0 Alg_{2^t}$  of unit modulus represent the rotation group for the corresponding space  $\mathbf{R}^t$  which is called *spinor group* and is denoted by  $\mathbf{Spin}(Alg_{2^t})$ .

We know that complex numbers and quaternions of unit modulus have the following forms:

$$e_0 = e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi, \quad Q_0 = e^{\mathbf{u}_0 \varphi} = \cos \varphi + \mathbf{u}_0 \sin \varphi, \quad (12)$$

where  $\cos \varphi$  and  $\sin \varphi$  are trigonometric functions in the corresponding 2-D geometries, respectively,  $\varphi$  is a rotation angle around vector-valued quaternion  $\mathbf{u}_0$  of unit modulus ( $|\mathbf{u}_0| = 1$ ,  $\mathbf{u}_0 = -\bar{\mathbf{u}}_0$ ). In general case Clifford spinors  $E_0 \in \mathbf{Spin}(Alg_{2^t})$  with unit modulus have the same form

$$E_0 = e^{U\varphi} = \cos \varphi + U \cdot \sin \varphi \in \mathbf{Spin}(Alg_{2^t}), \quad (13)$$

where  $U = \sum_{k_1=1}^t \sum_{k_2=1}^t u_{k_1 k_2} B_{k_1} B_{k_2} = \sum_{w(\mathbf{b})=2} u_{\mathbf{b}} \mathbf{B}^{\mathbf{b}} \in \mathbf{Vec}^2$  is a unit bivector ( $U^2 = -1$ ), and  $\varphi$  is a rotation angle.

**Theorem 1** (Labunets-Rundblad et al., 2001; Labunets et al., 2001a). *The transforms*

$$Q' = e^{U_1 \varphi_1 / 2} Q, \quad Q'' = Q e^{-U_2 \varphi_2 / 2}, \quad Q''' = e^{U_1 \varphi_1 / 2} Q e^{-U_2 \varphi_2 / 2} \quad (14)$$

are the rotations of the “big” space  $\mathbf{Geo}_{2^t}$ , where  $Q, Q', Q'', Q''' \in \mathbf{Geo}_{2^t}$  and  $e^{U_1 \varphi_1 / 2}, e^{-U_2 \varphi_2 / 2} \in \mathbf{Spin}(Alg_{2^t})$ . They form groups  $\mathbf{Rot}_L(\mathbf{Geo}_{2^t})$ ,  $\mathbf{Rot}_R(\mathbf{Geo}_{2^t})$ ,  $\mathbf{Rot}_{LR}(\mathbf{Geo}_{2^t})$  of left, right and double-side rotations of “big” space  $\mathbf{Geo}_{2^t}$  and transforms

$$\mathbf{x}' = e^{U_1 \varphi_1 / 2} \mathbf{x} e^{-U_2 \varphi_2 / 2}, \quad (15)$$

where  $\mathbf{x}, \mathbf{x}' \in \mathbf{Geo}_t$  and  $e^{U_1 \varphi_1 / 2}, e^{-U_2 \varphi_2 / 2} \in \mathbf{Spin}(Alg_{2^t})$  are rotations of “small” space  $\mathbf{Geo}_t$ . They form group of rotations  $\mathbf{Rot}_{LR}(\mathbf{Geo}_t)$ .

**Theorem 2** (Labunets-Rundblad et al., 2001; Labunets et al., 2001a). *The transforms*

$$Q' = e^{U_1\varphi_1/2}Q + P, \quad Q'' = Qe^{-U_2\varphi_2/2} + P, \quad Q''' = e^{U_1\varphi_1/2}Qe^{-U_2\varphi_2/2} + P \quad (16)$$

*form three groups of left, right and double-side multicolor motions*  $\text{Mov}_L(\text{Geo}_{2^t})$ ,  $\text{Mov}_R(\text{Geo}_{2^t})$ ,  $\text{Mov}_{LR}(\text{Geo}_{2^t})$  of “big” space  $\text{Geo}_{2^t}$

**Theorem 3.** *Every motion of “small”  $\text{Geo}_t$ -space is represented in the following form*

$$z' = e^{U\varphi/2} \cdot z \cdot e^{-U\varphi/2} + w, \quad z, z', w \in \text{Geo}_t. \quad (17)$$

### Cliffordean models of multichannel images

In classical approach multichannel images  $\mathbf{f}(\mathbf{x})$  are considered as a  $n$ -D  $K$ -component (vector-valued) functions

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{V}^K \quad (18)$$

with values into  $K$ -D perceptual spaces  $\mathbf{V}^K$  (dichromatic  $\mathbf{V}^2$ , color  $\mathbf{V}_{rgb}^3$ , multichannel  $\mathbf{V}^K$ ),

where  $\mathbf{x} \in \mathbf{R}^n$ ,  $n = 2, 3, \dots$ . Now we can interpret multichannel images  $\mathbf{f}(\mathbf{x})$  as

$\text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K)$ -valued signal of hypercomplex variables  $\mathbf{x} \in \text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n)$ :

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n) \rightarrow \text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K) \quad (19)$$

Obviously,

$$\mathbf{R}^n = \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n)\right) = I_1\mathbf{R} + I_2\mathbf{R} + \dots + I_n\mathbf{R} = \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}\right),$$

$$\mathbf{V}^K = \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K)\right) = J_1\mathbf{R} + J_2\mathbf{R} + \dots + J_K\mathbf{R} = \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}\right)$$

There are four algebraic models for *multichannel* images:

1) The first model

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}\right) \rightarrow \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}\right), \quad (20)$$

where we used basic spatial and multichannel imaginaries, i.e.

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) &= \\ &= J_1 \cdot f_1(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) + J_2 \cdot f_2(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) + \dots + J_K \cdot f_K(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n). \end{aligned} \quad (21)$$

2) The second model

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}\right) \rightarrow \text{Alg}_{2^m}^{\text{Vis}(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_m). \quad (22)$$

where we used basic spatial and the full set of multichannel imaginaries, i.e.

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) &= \\ &= \mathbf{J}^0 \cdot f_0(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) + \mathbf{J}^1 \cdot f_1(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n) + \dots + \mathbf{J}^{K-1} \cdot f_{K-1}(I_1x_1 + I_2x_2 + \dots + I_nx_n). \end{aligned} \quad (23)$$

Here we suppose that  $K = 2^m$  and (22) is a  $2^m$ -channel image.

3) The third model

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \text{Alg}_{2^n}^{\text{Sp}(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n) \rightarrow \text{Vec}^1\left(\text{Alg}_{2^K}^{\text{Vis}(u,v,w)}\right), \quad (24)$$

where we used the full set of spatial and basic multichannel imaginaries, i.e.

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) = \\ = J_1 \cdot f_1(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) + J_2 \cdot f_2(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) + \dots + J_K \cdot f_K(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n). \end{aligned} \quad (25)$$

Here we suppose that  $n = 2^l$  and (23) is a  $2^l$  D image.

4) The fourth model

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x})) : \text{Alg}_{2^n}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, \dots, I_n) \rightarrow \text{Alg}_{2^K}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, \dots, J_K). \quad (26)$$

where we used the full set of spatial and multichannel imaginaries, i.e.

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) = \\ = \mathbf{J}^0 \cdot f_0(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) + \mathbf{J}^1 \cdot f_1(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n) + \dots + \mathbf{J}^{K-1} \cdot f_{K-1}(\mathbf{I}^0 x_0 + \mathbf{I}^1 x_1 + \dots + \mathbf{I}^n x_n). \end{aligned} \quad (27)$$

Here we suppose that  $n = 2^l$ ,  $K = 2^m$  and (27) is a  $2^l$  dimension  $2^m$ -channel image.

**Example 2.** Let

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = [f_Y(\mathbf{x}), f_R(\mathbf{x}), f_G(\mathbf{x}), f_B(\mathbf{x})] \quad (28)$$

be a grey-level and color retinal image. We can consider four models for this image. For this purpose we introduce the following physical space and multichannel Clifford algebras

$$\begin{aligned} \text{Alg}_{2^1}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1), \quad \text{Alg}_{2^2}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, I_2), \\ \text{Alg}_{2^2}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2), \quad \text{Alg}_{2^4}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2, J_3, J_4). \end{aligned}$$

We are going to consider two variants for  $\mathbf{x} = (x, y)$ :

$$\begin{aligned} \mathbf{x} = (x, y) = xI_0 + yI_1 \in \text{Alg}_{2^1}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1) = \mathbf{R}I_0 + \mathbf{R}I_1, \\ \mathbf{x} = (x, y) = xI_1 + yI_2 \in \text{Vec}^1(\text{Alg}_{2^1}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, I_2)) = \mathbf{R}I_1 + \mathbf{R}I_2 \subset \mathbf{R}I_0 + \underbrace{(\mathbf{R}I_1 + \mathbf{R}I_2)}_{\text{Vec}^1} + \mathbf{R}I_1 I_2, \end{aligned}$$

and two variants for  $[f_Y, f_R, f_G, f_B]$ :

$$\begin{aligned} [f_Y, f_R, f_G, f_B] \in \text{Alg}_{2^2}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2) = \mathbf{R}J_0 + \mathbf{R}J_1 + \mathbf{R}J_2 + \mathbf{R}J_1 J_2 = \mathbf{R}J_Y + \mathbf{R}J_R + \mathbf{R}J_G + \mathbf{R}J_B, \\ [f_Y, f_R, f_G, f_B] \in \text{Vec}^1(\text{Alg}_{2^4}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2, J_3, J_4)) = \mathbf{R}J_1 + \mathbf{R}J_2 + \mathbf{R}J_3 + \mathbf{R}J_4 \subset \\ \subset \mathbf{R}I_0 + \underbrace{(\mathbf{R}J_1 + \mathbf{R}J_2 + \mathbf{R}J_3 + \mathbf{R}J_4)}_{\text{Vec}^1} + (\mathbf{R}J_1 J_2 + \dots + \mathbf{R}J_3 J_4) + (\mathbf{R}J_1 J_2 J_3 + \dots + \mathbf{R}J_2 J_3 J_4) + \mathbf{R}J_1 J_2 J_3 J_4 = \\ \mathbf{R}I_0 + \underbrace{(\mathbf{R}J_1 + \mathbf{R}J_2 + \mathbf{R}J_3 + \mathbf{R}J_4)}_{\text{Vec}^1} + (\mathbf{R}J_1 J_2 + \dots + \mathbf{R}J_3 J_4) + (\mathbf{R}J_1 J_2 J_3 + \dots + \mathbf{R}J_2 J_3 J_4) + \mathbf{R}J_1 J_2 J_3 J_4, \end{aligned}$$

where  $J_Y = J_1, J_R = J_2, J_G = J_3, J_B = J_4$ . Now we can consider the following four algebraic models of retinal image (28):

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{x}) : \text{Vec}^1(\text{Alg}_{2^2}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, I_2)) \rightarrow \text{Vec}^1(\text{Alg}_{2^4}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2, J_3, J_4)), \\ \mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(xI_1 + yI_2) = f_Y(xI_1 + yI_2) \cdot J_1 + f_R(xI_1 + yI_2) \cdot J_2 + f_G(xI_1 + yI_2) \cdot J_3 + f_B(xI_1 + yI_2) \cdot J_4, \\ \mathbf{f}(\mathbf{x}) : \text{Vec}^1(\text{Alg}_{2^2}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1, I_2)) \rightarrow \text{Alg}_{2^2}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2), \\ \mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(xI_1 + yI_2) = f_Y(xI_1 + yI_2) \cdot J_0 + f_R(xI_1 + yI_2) \cdot J_1 + f_G(xI_1 + yI_2) \cdot J_2 + f_B(xI_1 + yI_2) \cdot J_1 J_2, \end{aligned}$$

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}): Alg_{2^1}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1) \rightarrow Vec^1(Alg_{2^4}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2, J_3, J_4)),$$

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(xI_0 + yI_1) = f_Y(xI_0 + yI_1) \cdot J_1 + f_R(xI_0 + yI_1) \cdot J_2 + f_G(xI_0 + yI_{12}) \cdot J_3 + f_B(xI_0 + yI_1) \cdot J_4,$$

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}): Alg_{2^1}^{Sp(p,q,r)}(\mathbf{R}|1, I_1) \rightarrow Alg_{2^2}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2),$$

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(xI_0 + yI_1) = f_Y(xI_0 + yI_1) \cdot J_0 + f_R(xI_0 + yI_1) \cdot J_1 + f_G(xI_0 + yI_{12}) \cdot J_2 + f_B(xI_0 + yI_1) \cdot J_1 J_2,$$

Geometric properties of these images depend on signatures  $(p, q, r)$  and  $(u, v, w)$ .

**Example 2.** Binocular vision is vision in which both eyes are used together. Each eye (right and left) views the visual world from slightly different horizontal positions. Each eye's image differs from the other (Fig. 1), i.e.,

$$\mathbf{f}^r(\mathbf{x}) = (f_1^r(\mathbf{x}), f_2^r(\mathbf{x}), \dots, f_K^r(\mathbf{x})), \quad \mathbf{f}^l(\mathbf{x}) = (f_1^l(\mathbf{x}), f_2^l(\mathbf{x}), \dots, f_K^l(\mathbf{x})). \quad (29)$$

Objects at different distances from the eyes project images in the two eyes that differ in their horizontal positions, giving the depth cue of horizontal disparity. Depth perception is commonly referred to as stereopsis. Stereopsis appears to be processed in the visual cortex in binocular cells having receptive fields in different horizontal positions in the two eyes. Such a cell is active only when its preferred stimulus is in the correct position in the left eye and in the correct position in the right eye, making it a disparity detector. The two eyes can influence each other. We take to account this influence using a new hyperimaginary binocular unit  $B$  and construct images on VC as signal

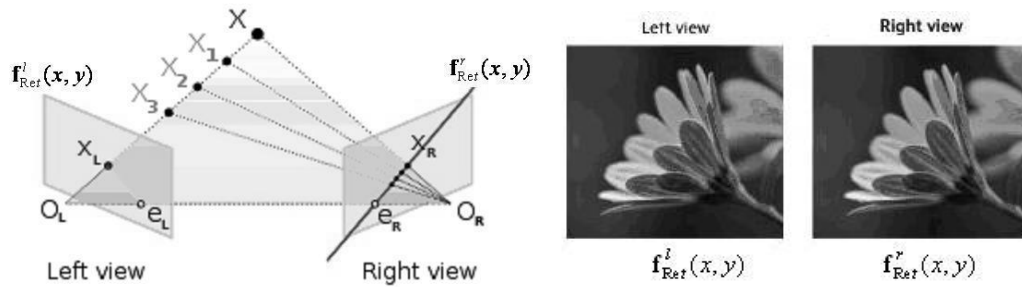


Fig. 1. When two eyes (or cameras) view a 3D scene from two distinct positions, there are a number of geometric relations between the 3D points and their projections onto the 2D images that lead to constraints between the image points.

$$\mathbf{f}^{Bin}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}^r(\mathbf{x}) + B\mathbf{f}^l(\mathbf{x}), \quad (30)$$

i.e.,

$$\mathbf{f}^{Bin}(\mathbf{x}) = (f_1^r(\mathbf{x}) \cdot J_1 + f_2^r(\mathbf{x}) \cdot J_2 + \dots + f_K^r(\mathbf{x}) \cdot J_K) + B(f_1^l(\mathbf{x}) \cdot J_1 + f_2^l(\mathbf{x}) \cdot J_2 + \dots + f_K^l(\mathbf{x}) \cdot J_K). \quad (31)$$

for the first model and

$$\mathbf{f}^{Bin}(\mathbf{x}) = \left( \sum_{s=0}^m \sum_{w(\mathbf{b})=s} f_b^l(\mathbf{x}) J^b \right) + B \left( \sum_{s=0}^m \sum_{w(\mathbf{b})=s} f_b^r(\mathbf{x}) J^b \right) \quad (32)$$

for the second one, which take values in the Clifford binocular bialgebra  $Alg_{2^{m+1}}^{Vis(u,v,w)}(\mathbf{R}|1, J_1, J_2, \dots, J_{m-1}; B, J_1 B, J_2 B, \dots, J_{m-1} B)$ , with  $B^2 = \delta_3 = +1, 0, -1$ .

Obviously,

$$\begin{aligned} \mathbf{f}^{Bin}(\mathbf{x}) &= (f_1^r(\mathbf{x}) + Bf_1^l(\mathbf{x})) \cdot J_1 + (f_2^r(\mathbf{x}) + Bf_2^l(\mathbf{x})) \cdot J_2 + \dots + (f_K^r(\mathbf{x}) + Bf_K^l(\mathbf{x})) \cdot J_K \\ &= f_1^{Bin}(\mathbf{x}) \cdot J_1 + f_2^{Bin}(\mathbf{x}) \cdot J_2 + \dots + f_K^{Bin}(\mathbf{x}) \cdot J_K, \end{aligned} \quad (33)$$

and

$$\mathbf{f}^{Bin}(\mathbf{x}) = \sum_{s=0}^m \sum_{w(\mathbf{b})=s} [f_b^l(\mathbf{x}) + Bf_b^r(\mathbf{x})] J^b = \sum_{s=0}^m \sum_{w(\mathbf{b})=s} f_b^{Bin}(\mathbf{x}) J^b \quad (34)$$

where  $f_k^{Bin}(\mathbf{x}) = f_k^r(\mathbf{x}) + Bf_k^l(\mathbf{x})$  and  $f_b^{Bin}(\mathbf{x}) = f_b^l(\mathbf{x}) + Bf_b^r(\mathbf{x})$  are channel binocular images. In this form, these binocular images are complex-valued images, where  $B$  binocular complex unit.

### Conclusion

We developed a novel algebraic approach based on hypercomplex algebras to algebraic models of color, multicolor and hyperspectral images. It is our aim to show that the use of hypercomplex algebras fits more naturally to the tasks of recognition of multicolor patterns than does the use of color vector spaces. One can argue that Nature has, through evolution, also learned to utilize properties of hypercomplex numbers. Thus, a brain might have the ability to operate as a Clifford algebra computing device. We don't agree with L. Kroncker in that that "*the LORD created the integers, the rest is the work of man*". We assume that the LORD was the first engineer who knew hypercomplex algebras and used them for designing the visual systems of animals.

### Acknowledgment

This work was supported by grants the RFBR № 17-07-00886, № 17-29-03369 and by Ural State Forest Engineering's Center of Excellence in "Quantum and Classical Information Technologies for Remote Sensing Systems".

### References

- Labunets-Rundblad E.V., Labunets V.G., Astola J.* «Is the Visual Cortex a «Fast Clifford algebra quantum computer»? // Clifford Analysis and Its Applications, II. Mathematics, Physics and Chemistry. 2001. Vol.25. NATO Science Series. P. 173-183.
- Labunets V.G., Maidan A., Rundblad-Labunets E.V., Astola J.* Colour triplet-valued wavelets and splines // Image and Signal Processing and Analysis ISPA'01, June 19-21, Pula, Croatia, 2001. P. 535-541.
- Labunets V.G., Maidan A., Rundblad-Labunets E.V., Astola J.* Colour triplet-valued wavelets, splines and median filters // Spectral Methods and Multirate Signal Processing, SMMSP'2001, June 16-18, Pula, Croatia, 2001. P. 61-70.

**Рецензент статьи:** доктор технических наук, профессор Института радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета Л.Г. Доросинский.

*В.Г. Лабунец<sup>1</sup>, В.П. Часовских<sup>1</sup>, Е. Остхаймер<sup>2</sup>*  
*V.G. Labunets<sup>1</sup>, V.P. Chasovskikh<sup>1</sup>, E. Ostheimer<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg

<sup>2</sup>Capricat LLC 1340 S. Ocean Blvd., Suite 209 Pompano Beach, 33062 Florida, USA

## КРИПТОСИСТЕМЫ С ОТКРЫТЫМ КЛЮЧОМ, ОСНОВАННЫЕ НА ЛИНЕЙНЫХ КОДАХ НАД НЕКОММУТАТИВНЫМИ АЛГЕБРАМИ

### PUBLIC KEY CRYPTOSYSTEMS BASED ON LINEAR CODES OVER NONCOMMUTATIVE ALGEBRAS

**Ключевые слова:** *открытый ключ, линейный код, алгебра Клиффорда, преобразование Фурье-Клиффорда Галуа*

Цель статьи – ввести новые криптосистемы, основанные на линейных кодах над алгебрами Клиффорда с быстрой процедурой кодирования/декодирования, использующей быстрое преобразование Фурье-Клиффорда-Галуа.

**Keywords:** *public key, linear code, Clifford algebra, Fourier-Clifford-Galois transforms.*

The purpose of this paper is to introduce new cryptosystems based on linear codes over Clifford algebras with fast code and encode procedures based on fast Fourier-Clifford-Galois transforms.

### Введение

Популярным классом ассиметричных криптосистем являются системы, основанные на линейных кодах. Впервые такая система была предложена в работе (McEliece, 1978). Позже было установлено, что задача декодирования произвольного двоичного линейного кода является NP-полной задачей (Berlekamp et al., 1978). Преимуществом таких систем является их высокое быстродействие и возможность исправлять ошибки при доставке шифротекста законному пользователю. Недостаток этих систем – большой объем открытого ключа. Для того, чтобы семейство линейных кодов можно было использовать для построения системы открытого шифрования необходимо, чтобы это семейство удовлетворяло следующим требованиям: 1) семейство содержит достаточно большое число кодов с одинаковыми параметрами, с тем чтобы избежать атаки путем полного перебора всех возможных кодов, 2) каждый код семейства обладает простыми процедурами кодирования и декодирования при условии, что известно полное описание кода, и 3) получение полного описания кода из открытого ключа должно представлять собой трудную задачу.

В работе (McEliece, 1978) использовано семейство двоичных кодов Гоппы, причем открытым ключом является скремблированная порождающая матрица выбранного кода. Известны несколько более или менее безуспешных атак на эту систему (Heiman, Shamir, 1987; Adams, Meijer, 1987). Система Нидерратера (Niederreiter, 1986), основанная на обобщенных кодах Рида-Соломона (РС-кодах), использует в качестве открытого ключа скремблированную проверочную матрицу кода. Как показано в работах В.М. Сидельникова и С.О. Шестакова (1992а,б), эта система и некоторые ее варианты могут быть взломаны за полиномиальное время, что является следствием малочисленности семейства РС-кодов по сравнению со всем семейством линейных кодов. В этой работе

мы предлагаем в существенной мере расширить класс ОРС-кодов за счет использования некоммутативных алгебр Клиффорда  $Clif_n\{\mathbf{GF}(p)\}$  над простыми полями Галуа  $\mathbf{GF}(p)$  вместо расширенных полей Галуа  $\mathbf{GF}(p^n)$ .

#### Объект изучения

Пусть  $T = \{t\}$  - множество открытых секретных текстов,  $C = \{c\}$  - множество шифрограмм (зашифрованных секретных сообщений),  $K^{op} = \{k^{op}\}$  - множество открытых ключей (набор данных, позволяющих зашифровывать секретные сообщения, превратив их в шифрограмму),  $K^{sec} = \{k^{sec}\}$  - множество секретных ключей (набор данных, позволяющих расшифровывать шифрограмму, т.е. извлечь из нее секретный текст). Процедуру шифрования можно описать в виде взаимнооднозначного отображения

$$E: T \times K^{op} \rightarrow C, \quad c = E(t, k^{op}), \quad (1)$$

которое преобразует секретный текст  $t$  в шифрограмму  $c$  с использованием открытого ключа  $k^{op}$ . Аналогично, дешифрирование представляется отображением, обратным к  $E$ :

$$D: C \times K^{sec} \rightarrow T, \quad t = D(c, k^{sec}), \quad (2)$$

позволяющим по имеющейся шифрограмме  $c$  и при наличии секретного ключа  $k^{sec}$  извлечь из шифрограммы  $c$  секретное сообщение  $t$ . Пусть  $t, c, k^{op}, k^{sec}$  - последовательности длины не более  $n$  над некоторым конечным алфавитом. Определим вычислительную сложность шифрования  $W(E|k^{op})$  как число арифметических операций, необходимых для получения шифрограммы  $c$  из секретного текста  $t$  при заданном ключе  $k^{op}$ . Сложность шифрования должна представляться полиномом невысокой степени от  $n$ :  $W(E|k^{op}) = \text{Pol}(n)$ . Аналогично определяется сложность дешифрирования  $W(D|k^{sec})$ . Она также должна представляться полиномом невысокой степени от  $n$ :  $W(D|k^{sec}) = \text{Pol}(n)$  при известном секретном ключе  $k^{sec}$ . С другой стороны, если ключ  $k^{sec}$  неизвестен (такой ключ будем обозначать символом  $k^{sec-?}$ ), то дешифрирование должно быть гораздо сложнее. Обычно желательно, чтобы она носила экспоненциальный характер  $W(D|k^{sec-?}) = \text{Exp}(n)$  или чтобы задача дешифрирования относилась к так называемым трудным NP-полным задачам. В этом случае говорят, что криптосистема является криптостойкой. Итак, если два пользователя (А и В) хотят установить секретную связь, то они могут выбрать один ключ  $k = k^{op} = k^{sec}$  и хранить его в секрете. С его помощью они могут легко шифровать и расшифровывать сообщения. Криптосистемы, использующие секретный ключ, называются симметричными шифрами. За последние годы было предложено много подобных криптосистем.

В 1976 г. Даффи и Хеллманом впервые была выдвинута новая криптографическая концепция – концепция открытого шифрования (цит. по: McEliece, 1978). Основная идея заключалась в том, чтобы ключ шифрования  $k^{op}$  и алгоритм шифрования  $c = E(t, k^{op})$  сделать доступными всем желающим. Однако, ключ дешифрирования  $k^{sec}$  непосредственно не задается, а вычисляется по ключу  $k^{op}$  с помощью некоторой функции  $k^{sec} = S(k^{op})$ , которая должна быть трудно вычислимой с вычислительной сложностью порядка  $\text{Exp}(n)$ . В этом случае отображение  $S$  называется *секретом (отмычкой, потайным ходом)*. Понятно, что сложность дешифрирования  $W(D|k^{sec}) = W(D|S(k^{op}))$  становится экспоненциальной для взломщика, если он не знает секрета  $S$ , а знает

только шифрограмму  $s$  и открытый ключ  $k^{op}$ . Говорят, что  $k^{op}$  определяет *асимметричный шифр*, если трудоемкость  $W(E|k^{op})$  полиномиальна по  $n$ , а трудоемкость  $W(D|S(k^{op}))$  - экспоненциальна по  $n$  даже при известном  $k^{op}$  (но неизвестном секрете  $S$ ).

В данной работе мы предлагаем в качестве открытого ключа использовать порождающую матрицу ОРС-кода в виде дискретного преобразования Фурье-Клиффорда над некоммутативной алгеброй Клиффорда  $Clif_n\{\mathbf{GF}(p)\}$ .

### Методы

**Алгебраическое кодирование над некоммутативными телами.** Все до сих пор рассматриваемые асимметричные криптосистемы используют коды над конечными полями Галуа. Пусть  $\mathbf{GF}(q)$  - конечное поле из  $q$  элементов, где  $q$  степень простого числа  $p$ . Рассмотрим  $n$ -мерное пространство  $V_n[\mathbf{GF}(q)] = \mathbf{GF}^n(q)$  над полем  $\mathbf{GF}(q)$ , содержащее  $q^n$  векторов длины  $n$  с компонентами из  $\mathbf{GF}(q)$ . Если  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{GF}^n(q)$  вектор из  $V_n[\mathbf{GF}(q)]$ , то в  $V_n[\mathbf{GF}(q)]$  определено умножение векторов  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  на скаляры  $\lambda \in \mathbf{GF}(q)$ :

$$\lambda \mathbf{x} := \lambda (x_1, x_2, \dots, x_n) = (\lambda x_1, \lambda x_2, \dots, \lambda x_n). \quad (3)$$

Ситуация меняется, если рассматривается  $n$ -мерное пространство  $V_n[\mathbf{K}] = \mathbf{K}^n$  над некоторым конечным некоммутативным кольцом  $\mathbf{K}$ . В силу некоммутативности умножения в кольце  $\mathbf{K}$  можно ввести правое и левое умножения в  $V_n[\mathbf{K}]$ :

$$\lambda \mathbf{x} := \lambda (x_1, x_2, \dots, x_n) = (\lambda x_1, \lambda x_2, \dots, \lambda x_n), \quad \mathbf{x} \lambda := (x_1, x_2, \dots, x_n) \lambda = (x_1 \lambda, x_2 \lambda, \dots, x_n \lambda).$$

Причем,  $\lambda \mathbf{x} \neq \mathbf{x} \lambda$ . Поэтому в некоммутативном случае необходимо вводить в рассмотрение не одно, а два  $n$ -мерных векторных пространства: правое  $V_n^R[\mathbf{K}] = {}^R\mathbf{K}^n$  и левое  $V_n^L[\mathbf{K}] = {}^L\mathbf{K}^n$ . В действительности же возможностей здесь значительно больше. Пусть каждая компонента вектора  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{K}^n$  оснащена бинарным указателем  $\sigma$ , показывающим, с какой стороны скаляру разрешено умножать компоненту вектора:

$$\lambda x^\sigma = \begin{cases} \lambda x, & \sigma = 1, \\ x \lambda, & \sigma = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Поэтому сам вектор  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{K}^n$  должен быть оснащен набором из  $n$  бинарных указателей:  $\mathbf{x}^\sigma = (x_1^{\sigma_1}, x_2^{\sigma_2}, \dots, x_n^{\sigma_n})$ , где  $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \in \mathbf{B}_2^n$  -  $n$ -мерный булев вектор. Этот набор назовем *секретом* вектора  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{K}^n$ . Определим теперь в пространстве  $\mathbf{K}^n$  новое умножение на скаляр по правилу

$$\lambda \mathbf{x}^\sigma := \lambda (x_1^{\sigma_1}, x_2^{\sigma_2}, \dots, x_n^{\sigma_n}) = (\lambda x_1^{\sigma_1}, \lambda x_2^{\sigma_2}, \dots, \lambda x_n^{\sigma_n}). \quad (5)$$

**Определение 1.** Линейное векторное пространство  $\mathbf{K}^n$ , оснащенное умножением на скаляр по правилу (5), назовем векторным пространством с *секретом, отмычкой*, или с *потайным ходом*  $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \in \mathbf{B}_2^n$  и обозначим символом  $\mathbf{K}^n(\sigma)$ .

Левое и правое векторные пространства имеют ФМ-отмычки  $\sigma = (1, 1, \dots, 1) \in \mathbf{B}_2^n$  и  $\sigma = (0, 0, \dots, 0) \in \mathbf{B}_2^n$ , соответственно. Очевидно, что существует целое семейство

$\{\mathbf{K}^n(\sigma)\}_{\sigma \in \mathbf{B}_2^n}$  из  $2^n$  различных векторных пространств  $\mathbf{K}^n(\sigma)$ , для  $\langle \sigma \rangle_{10} = 0, 1, \dots, 2^n - 1$ , где  $\langle \sigma \rangle_{10}$  - десятичный эквивалент бинарного числа  $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \in \mathbf{B}_2^n$ .

**Алгебры Клиффорда.** Положим,  $N = 2^m$ . Пусть «малое»  $mD$  пространство  $\mathbf{GF}^m(p)$  натянуто на  $m$  ортонормированных пространственных гипермнимых единиц  $I_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ . Мы предполагаем, что

$$I_i^2 = \begin{cases} +1 & \text{for } i = 1, 2, \dots, p, \\ -1 & \text{for } i = p+1, 2, \dots, p+q, \\ 0 & \text{for } i = p+q+1, 2, \dots, p+q+r = m, \end{cases} \quad (6)$$

и  $I_i I_j = -I_j I_i$ . Теперь можно сконструировать «большое»  $2^m$ -мерное гиперкомплексное пространство  $\mathbf{GF}^{2^m}(p)$  как прямую сумму подпространств следующих размерностей  $C_m^0, C_m^1, C_m^2, \dots, C_m^m$ :

$$\begin{aligned} \mathbf{GF}^{2^m}(p) &= \sum_{s=0}^m \mathbf{GF}^{C_m^s}(p) = \\ &= \mathbf{GF}^{C_m^0}(p) \oplus \mathbf{GF}^{C_m^1}(p) \oplus \mathbf{GF}^{C_m^2}(p) \oplus \dots \oplus \mathbf{GF}^{C_m^s}(p) \oplus \dots \oplus \mathbf{GF}^{C_m^{m-1}}(p) \oplus \mathbf{GF}^{C_m^m}(p), \end{aligned} \quad (7)$$

где подпространства  $\mathbf{GF}^{C_m^s}(p)$ ,  $s = 0, 1, 2, \dots, m$  натянуты на  $s$ -кратные произведения гипермнимых единиц  $I_{k_1} I_{k_2} \dots I_{k_s}$  ( $k_1 < k_2 < \dots < k_s$ ). По определению мы полагаем, что  $I_0 \equiv 1$  - есть обычная вещественная единица так, что

$$\begin{aligned} \mathbf{GF}^{C_m^0}(p) &= \{x_0 I_0 \mid x_0 \in \mathbf{GF}(p)\}, \\ \mathbf{GF}^{C_m^1}(p) &= \{x_1 I_1 + x_2 I_2 + \dots + x_m I_m \mid x_1, x_2, \dots, x_m \in \mathbf{GF}(p)\}, \\ \mathbf{GF}^{C_m^2}(p) &= \{x_{12} I_1 I_2 + x_{13} I_1 I_3 + \dots + x_{m-1m} I_{m-1} I_m \mid x_{12}, x_{13}, \dots, x_{m-1m} \in \mathbf{GF}(p)\}, \\ \mathbf{GF}^{C_m^3}(p) &= \{x_{123} I_1 I_2 I_3 + x_{124} I_1 I_2 I_4 + \dots + x_{m-2m-1m} I_{m-2} I_{m-1} I_m \mid x_{123}, x_{124}, \dots, x_{m-2m-1m} \in \mathbf{GF}(p)\}, \\ &\dots, \\ \mathbf{GF}^{C_m^m}(p) &= \{x_{123\dots m} I_1 I_2 I_3 \dots I_m \mid x_{123\dots m} \in \mathbf{GF}(p)\}. \end{aligned} \quad (8)$$

**Пример 1.** Пусть «малые» пространства суть  $\mathbf{GF}^1(p), \mathbf{GF}^2(p), \mathbf{GF}^3(p)$ . Тогда соответствующими «большими» пространствами будут

$$\begin{aligned} \mathbf{GF}^{2^1}(p) &= \mathbf{GF}^2(p) = \mathbf{GF}^1(p) \oplus \mathbf{GF}^1(p) = \mathbf{GF}(p) \cdot I_0 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_1, \\ \mathbf{GF}^{2^2}(p) &= \mathbf{GF}^4(p) = \mathbf{GF}^1(p) \oplus \mathbf{GF}^2(p) \oplus \mathbf{GF}^1(p) \\ &= \mathbf{GF}(p) \cdot I_0 \oplus \{\mathbf{GF}(p) \cdot I_1 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_2\} \oplus \{\mathbf{GF}(p) \cdot I_1 I_2\}, \\ \mathbf{GF}^{2^3}(p) &= \mathbf{GF}^8(p) = \mathbf{GF}^1(p) \oplus \mathbf{GF}^3(p) \oplus \mathbf{GF}^3(p) \oplus \mathbf{GF}^1(p) = \\ &= \mathbf{GF}(p) \cdot I_0 \oplus \{\mathbf{GF}(p) \cdot I_1 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_2 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_3\} \oplus \\ &\oplus \{\mathbf{GF}(p) \cdot I_1 I_2 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_1 I_3 \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_2 I_3\} \oplus \mathbf{GF}(p) \cdot I_1 I_2 I_3. \end{aligned} \quad (9)$$

В  $\mathbf{GF}^{2^1}(p)$  «живут» обобщенные комплексные модулярные числа, в  $\mathbf{GF}^{2^2}(p)$  - модулярные кватернионы и в  $\mathbf{GF}^{2^3}(p)$  - октонионы. Каждый элемент из  $\mathbf{GF}^{2^m}(p)$  может иметь следующее представление. Пусть  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_m) \in \mathbf{B}_2^m$  будет произвольным  $n$ -битовым числом, где  $b_i \in \mathbf{B}_2 = \{0, 1\}$  и  $\mathbf{B}_2^m$  -  $mD$  Булев куб. Введем следующие обозна-

чения  $I^{\mathbf{b}} := I_1^{b_1} I_2^{b_2} \dots I_m^{b_m}$ . Тогда  $2^m$  элементов  $\{I^{\mathbf{b}}\}_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^m}$  формируют базис  $2^m$  D пространства:

$$\begin{aligned} Q &= \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^m} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} = \sum_{s=0}^m \sum_{w(\mathbf{b})=s} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} = \sum_{w(\mathbf{b})=0} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} + \left( \sum_{w(\mathbf{b})=1} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} + \sum_{w(\mathbf{b})=2} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} + \dots + \sum_{w(\mathbf{b})=s} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} + \dots + \sum_{w(\mathbf{b})=m} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} \right) = \\ &= \text{Sc}(Q) + (\text{Vec}^1(Q) + \text{Vec}^2(Q) + \dots + \text{Vec}^s(Q) + \dots + \text{Vec}^m(Q)) = \\ &= \text{Sc}(Q) + \text{Vec}(Q) = \text{Sc}(Q) + \text{Vec}^1(Q) + \text{Vec}^{>1}(Q) = Q_0 + \vec{x} + Q^{>1}, \end{aligned} \quad (10)$$

где

$$\text{Sc}(Q) = \sum_{w(\mathbf{b})=0} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} \quad (11)$$

- суть скалярная часть Клиффордовского числа и

$$\text{Vec}(Q) = (\text{Vec}^1(Q) + \text{Vec}^2(Q) + \dots + \text{Vec}^s(Q) + \dots + \text{Vec}^m(Q)) \quad (12)$$

- есть его общая векторная часть,  $\text{Vec}^1(Q) = \sum_{w(\mathbf{b})=1} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}}$  - чисто векторная часть,

$\text{Vec}^2(Q) = \sum_{w(\mathbf{b})=2} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}}$  - бивекторная часть, ...,  $\text{Vec}^s(Q) = \sum_{w(\mathbf{b})=s} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}}$  - s-векторная часть, ...,

и, наконец,  $\text{Vec}^m(Q) = \sum_{w(\mathbf{b})=m} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}}$  - есть m-векторная часть. По определению полагаем

$$\text{Vec}^{>1}(Q) := (\text{Vec}^2(Q) + \dots + \text{Vec}^s(Q) + \dots + \text{Vec}^m(Q)) \quad (13)$$

Если  $Q_1, Q_2 \in \mathbf{GF}^{2^m}(p)$ , то можно определить произведение двух чисел Клиффорда  $Q_1 \cdot Q_2$

$$S = Q_1 Q_2 := \left( \sum_{\mathbf{b} \in \mathbf{B}_2^m} x_{\mathbf{b}} I_{\mathbf{b}} \right) \cdot \left( \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{B}_2^m} y_{\mathbf{c}} I_{\mathbf{c}} \right) = \sum_{\mathbf{d} \in \mathbf{B}_2^m} z_{\mathbf{d}} I_{\mathbf{d}} \quad (14)$$

Существует  $3^n$  возможностей для всех  $I_k^2 = +1, 0, -1, \forall i = 1, 2, \dots, m$ . Каждая возможность генерирует вполне определенную алгебру. Следовательно, пространство  $\mathbf{GF}^{2^m}(p)$ , оснащенное  $3^m$  правилами умножения  $3^m$  различных  $2^m$  D алгебр, которые называются пространственными алгебрами Клиффорда. Обозначим их символами  $A_{2^m}^{(p,q,r)}(\mathbf{GF}(p) | 1, I_1, \dots, I_n)$  или  $\text{Clif} \{ \mathbf{GF}(p) \}$ , если  $I_1, \dots, I_m, p, q, r$  фиксированы.

Пусть  $\mathbf{G}^{\sigma} = [w_{ik}^{\sigma}]_{i,k=1}^N$  -  $(N \times N)$ -матрица над некоммутативной алгеброй Клиффорда  $\text{Clif} \{ \mathbf{GF}(p) \}$ , каждый матричный элемент  $w_{ik}^{\sigma}$  которой оснащен меткой  $\sigma_{ik}$ , которая показывает, с какой стороны компонента  $w_{ik}^{\sigma}$  умножает компоненту  $x_k$  вектора  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ , где  $x_k \in \text{Clif} \{ \mathbf{GF}(p) \}$ , при действии  $y_i^{\sigma} = \sum_{k=1}^n w_{ik}^{\sigma} x_k$ :

$$w_{ik}^{\sigma} x_k = \begin{cases} w_{ik} x_k, & \sigma = 1, \\ x_k w_{ik}, & \sigma = 0. \end{cases} \quad (15)$$

Все метки  $\sigma_{ik}$  формируют бинарную матрицу  $\sigma = [\sigma_{ik}]$ .

**Определение 2.** Пространство  $\text{Mat}_{M \times N}^{\sigma} [\text{Clif} \{ \mathbf{GF}(p) \}]$ , оснащенное матричной меткой  $\sigma = [\sigma_{ik}]$ , назовем пространством с секретом, с отмычкой или с потайным ходом  $\sigma = [\sigma_{ik}]$ .

Очевидно, что существует целое семейство  $\left\{ \text{Mat}_{M \times N}^{\sigma} \left[ \text{Clif} \{ \text{GF}(p) \} \right] \right\}_{\sigma \in \mathbf{B}_2^{M \times N}}$  из  $2^{M \times N}$  различных пространств. Для  $M = N = 16$  это число громадно  $2^{16 \times 16} = 2^{256} = 64 \cdot 10^{25} !$

Пусть  $\mathbf{G}^{\sigma} = [w_{kj}^{\sigma_{kj}}]_{k,j=1}^{M,N}$  и  $\mathbf{H}^{\alpha} = [v_{ik}^{\alpha_{ik}}]_{i,k=1}^{N,M}$  - две произвольные матрицы (генерирующая и проверочная) размеров  $(M \times N)$  и  $(N \times M)$ , матричные элементы которых состоят из унимодулярных чисел. Тогда для  $\mathbf{y} = {}^2\mathbf{H}^{\alpha} \cdot {}^1\mathbf{G}^{\sigma} \cdot \mathbf{x}$  имеем  $y_i = \sum_{j=1}^N \left( \sum_{k=1}^M {}^2v_{ik}^{\alpha_{ik}} \cdot {}^1w_{kj}^{\sigma_{kj}} \cdot x_j \right)$ , где левые верхние индексы обозначают порядок воздействия матриц на вектор. Произведение  ${}^2v_{ik}^{\alpha_{ik}} \cdot {}^1w_{kj}^{\sigma_{kj}} \cdot x_j$  в зависимости от значений бинарных меток может быть записано в четырех формах

$${}^2v_{ik}^{\alpha_{ik}} \cdot {}^1w_{kj}^{\sigma_{kj}} \cdot x_j = \begin{cases} {}^2v_{ik} \cdot {}^1w_{kj} \cdot x_j, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ {}^2v_{ik} \cdot x_j \cdot {}^1w_{kj}, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ {}^1w_{kj} \cdot x_j \cdot {}^2v_{ik}, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ x_j \cdot {}^2v_{ik} \cdot {}^1w_{kj}, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \end{cases} \quad (16)$$

Так как числа по предположению унимодулярные, то  $v_{ik} \cdot w_{kj} \cdot x_j$ ,  $v_{ik} \cdot x_j \cdot w_{kj}$ ,  $w_{kj} \cdot x_j \cdot v_{ik}$  и  $x_j \cdot v_{ik} \cdot w_{kj}$  суть вращения многомерного числа Клиффорда  $x_j$  и четыре выше приведенных выражения можно записать в векторно-матричной форме

$$v_{ik}^{\alpha_{ik}} \cdot w_{kj}^{\sigma_{kj}} \cdot x_j = \begin{cases} R^l(v_{ik}) \cdot R^l(w_{ik}) \cdot \bar{x}_j, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ R^l(v_{ik}) \cdot R^r(w_{ik}) \cdot \bar{x}_j, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ R^r(v_{ik}) \cdot R^l(w_{ik}) \cdot \bar{x}_j, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \\ R^l(v_{ik}) \cdot R^r(w_{ik}) \cdot \bar{x}_j, & (\alpha_{ik} = 1) \& (\sigma_{kj} = 1), \end{cases} \quad (17)$$

где  $R^l(w_{ik})$ ,  $R^r(w_{ik})$  и  $R^l(v_{ik})$ ,  $R^r(v_{ik})$  - левые и правые вращательные представления чисел Клиффорда  $v_{ik}$  и  $w_{ik}$ . Следовательно, имеем

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^N \left( \sum_{k=1}^M R(v_{ik}^{\alpha_{ik}}) \cdot R(w_{kj}^{\sigma_{kj}}) \cdot \bar{x}_j \right) = \sum_{j=1}^N \left( \sum_{k=1}^M R(v_{ik}^{\alpha_{ik}}) \cdot R(w_{kj}^{\sigma_{kj}}) \right) \cdot \bar{x}_j, \quad (18)$$

где  $\bar{x}_j, \bar{y}_i$  - векторные представления многомерных чисел Клиффорда  $x_j, y_i$ . Пара матриц  $\mathbf{G}^{\sigma} = [w_{ik}^{\sigma_{ik}}]_{i,k=1}^N$  и  $\mathbf{H}^{\alpha} = [v_{ik}^{\alpha_{ik}}]_{i,k=1}^N$  будет взаимобратной, если выполнится равенство

$$\sum_{k=1}^M R(v_{ik}^{\alpha_{ik}}) \cdot R(w_{kj}^{\sigma_{kj}}) = I_{ij}.$$

**Определение 3.** Для каждой фиксированной отмычки  $\sigma \in \mathbf{B}_2^{M \times N}$  множество всех векторов  $\mathbf{y}^{\sigma} = \mathbf{G}^{\sigma} \mathbf{x}$  назовем линейным кодом с порождающей матрицей  $\mathbf{G}^{\sigma}$ .

**Определение 4.** Если  $\mathbf{G}^{\sigma}$  является преобразованием Фурье-Клиффорда-Галуа и спектр  $\mathbf{y}^{\sigma} = \mathbf{G}^{\sigma} \mathbf{x}$  имеет нулевые компоненты  $y_b, y_{b+1}, \dots, y_{b+\delta-2}$  для некоторых  $b, \delta$ , то такой линейный код назовем БЧХ-кодом над алгеброй Клиффорда.

**Определение 5.** Если  $\mathbf{G}^{\sigma}$  является преобразованием Фурье-Клиффорда-Галуа и спектр  $\mathbf{y}^{\sigma} = \mathbf{G}^{\sigma} \mathbf{x}$  имеет нулевые компоненты  $y_b, y_{b+1}, \dots, y_{b+\delta-2}$  для некоторых  $b, \delta$ , а длина кода равна  $p-1$ , то такой БЧХ-код назовем кодом Рида-Соломона алгеброй Клиффорда.

Наличие процедур быстрого преобразования Фурье-Клиффорда-Галуа делает введенные коды эффективным средством одновременного избыточного кодирования и шифрования данных.

### Заключение

Впервые введены в рассмотрение криптосистемы, основанные на линейных кодах Рида-Соломона-Клиффорда с повышенной криптостойкостью и обладающие быстрыми процедурами кодирования и декодирования в виде быстрых дискретных преобразований Фурье-Клиффорда-Галуа.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках грантов РФФИ-а № 17-07-00886, РФФИ-офи-м № 17-29-03369.*

### Список использованной литературы

*Сидельников В.М., Шестаков С.О.* О системе шифрования, построенной на основе обобщенных кодов Рида-Соломона // Дискрет. Мат. 1992а. Т. 3. № 3. С. 57-63.

*Сидельников В.М., Шестаков С.О.* О системе шифрования, построенной на основе обобщенных кодов Рида-Соломона // Перспективные средства телекоммуникации и интегрированные системы связи / Под ред. В.В. Зяблова. М.: ИППИ, РАН, 1992б. С. 48-61.

*Adams C.M. Meijer H.* Security-Related Comments Regarding McEliece Public Key Cryptosystem // Advances in Cryptology – EUROCRYPT'87 / D. Chaum, W.L. Price (eds.). Proc. Workshop on the Theory and Application of Cryptographic Techniques. Amsterdam, The Netherlands, April 13-15, 1987.

*Berlekamp E.R., McEliece R.J., van Tilborg H.C.A.* On inherent intractability of certain coding problems // IEEE Trans. Inf. Theory. 1978. Vol. IT-24. No. 4. P. 384-386.

*Heiman R., Shamir A.* On the Security of Cryptosystem Based on Linear Error Correcting Codes // Applied Mathematics, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, 1987.

*McEliece R.J.* A Public Key Cryptosystem Based on Algebraic Coding Theory // JPL DSN Progress Rep. 42-44. 1978, Jan.-Feb. P.114-116.

*Niederreiter H.* Knapsack-Type Cryptosystem and Algebraic Coding Theory // Probl. Control and Inform. Theory. 1986. Vol.13. No. 2. P. 159-16.

**Рецензент статьи:** доктор технических наук, профессор Института радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета Л.Г. Доросинский.

*В.Г. Лабунец<sup>1</sup>, Е. Остхаймер<sup>2</sup>*  
*V.G. Labunets<sup>1</sup>, E. Ostheimer<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg

<sup>2</sup>Capricat LLC 1340 S. Ocean Blvd., Suite 209 Pompano Beach, 33062 Florida, USA

## АГРЕГАЦИОННЫЙ ПОДХОД К НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ. ЧАСТЬ 1. SISO-ФИЛЬТРЫ

### AGGREGATION APPROACH TO NONLINEAR FILTERING. PART 1. SISO-FILTERS

**Ключевые слова.** *Нелинейная фильтрация; серые изображения; агрегационные операторы; нелинейные SISO-фильтры.*

В этой работе мы вводим и анализируем новый класс SISO-фильтров, которые основываются на теории агрегационных фильтров. Мы показываем, что большой класс нелинейных фильтров, известных в настоящее время, являются частными случаями агрегационных фильтров.

**Keywords:** *Nonlinear filtering; multicolor images; aggregation operators; nonlinear SISO-filters.*

In this work, we introduce and analyze a new class of nonlinear SISO-filters that have their roots in aggregation operator theory. We show that a large body of non-linear filters proposed to date constitute a proper subset of aggregation filters.

### Introduction

The basic idea behind this paper is the estimation of the uncorrupted image from the distorted or noisy image, and is also referred to as image “denoising”. To denoise images is to filter out the noise. The challenge is to preserve and enhance important features during the denoising process. For images, for example, an edge is one of the most universal and crucial features. There are various methods to help restore an image from noisy distortions (Gonzalez, Woods, 1992; Mitra, 2001). Each technique has its advantages and disadvantages. Selecting the appropriate method plays a major role in getting the desired image. Noise removal or noise reduction can be done on an image by linear or nonlinear filtering. The more popular linear technique is based on average (on mean) linear operators. Denoising via linear filters normally does not perform satisfactorily since both noise and edges contain high frequencies. Therefore, any practical denoising model has to be nonlinear. In this paper, we propose a new type of nonlinear data-dependent denoising filter called the *aggregation digital filter (ADF)*.

### The object of the study

Let us introduce the observation model and notion used throughout the paper. We consider noise signals or images of the form  $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{s}(\mathbf{x}) + \boldsymbol{\eta}(\mathbf{x})$ , where  $\mathbf{s}(\mathbf{x}) = (s_1(\mathbf{x}), s_2(\mathbf{x}), \dots, s_K(\mathbf{x}))$  is the original multichannel signal,  $\boldsymbol{\eta}(\mathbf{x}) = (\eta_1(\mathbf{x}), \eta_2(\mathbf{x}), \dots, \eta_K(\mathbf{x}))$  denotes the multichannel noise introduced into the signal  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$  to produce the corrupted signal  $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x}))$ . Here  $\mathbf{x} = i \in \mathbf{Z}$ ,  $\mathbf{x} = (i, j) \in \mathbf{Z}^2$ , or  $\mathbf{x} = (i, j, k) \in \mathbf{Z}^3$  are a 1D, 2D, or 3D coordinates, respectively, that belong to the signal (image) domain and represent

the pixel location. If  $\mathbf{x} \in \mathbf{Z}, \mathbf{Z}^2, \mathbf{Z}^3$  then  $\mathbf{f}(\mathbf{x}), \mathbf{s}(\mathbf{x}), \boldsymbol{\eta}(\mathbf{x})$  are 1D, 2D and 3D multichannel signals, respectively. The aim of image enhancement is to reduce the noise as much as possible or to find a method which, given  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$ , derives an image  $\mathbf{y}(\mathbf{x}) = \hat{\mathbf{s}}(\mathbf{x})$  as close as possible to the original  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$ , subject to a suitable optimality criterion (Gonzalez, Woods, 1992).

In 2D standard linear and median filters with a square window  $\left[ M_{(i,j)}(m,n) \right]_{m=-s, n=-s}^{m=+s, n=+s}$  of size  $(2s+1) \times (2s+1)$  is located at  $(i, j)$  the arithmetic mean and median replace the central pixel

$$\hat{\mathbf{s}}(i, j) = \mathbf{Arithm}_{(m,n) \in M_{(i,j)}} \{ \mathbf{f}(m, n) \}, \quad \hat{\mathbf{s}}(i, j) = \mathbf{Median}_{(m,n) \in M_{(i,j)}} \{ \mathbf{f}(m, n) \},$$

where  $\hat{\mathbf{s}}(i, j)$  is the filtered image,  $\{ \mathbf{f}(m, n) \}_{(m,n) \in M_{(i,j)}}$  is image block of the fixed size  $(2s+1) \times (2s+1)$  extracted from  $\mathbf{f}$  by moving window  $M_{(i,j)}$  at the position  $(i, j)$ . Symbols **Arithm** and **Median** are the arithmetic mean (average) and median operators, respectively. When those filters are modified as follows

$$\hat{\mathbf{s}}(i, j) = \mathbf{Aggreg}_{(k,l) \in M_{(i,j)}} \{ \mathbf{f}(k, l) \}, \quad (1)$$

it becomes an aggregation digital filter, where **Aggreg** is a *generalized average* or an *aggregation operator* (Mayor, 1986).

In the first part, we are going consider a general theory of nonlinear SISO-filters (single-input single-output) associated with aggregation operators of averaging types. In the next parts, we will consider a general theory of nonlinear filters associated with aggregation operators of conjunctive and disjunctive types. We show that a large body of non-linear filters proposed to date constitute a proper subset of aggregation digital filters.

## Methods

**Filters as discrete dynamic systems.** A discrete-time system (DTS) is a device or algorithm that, according to some well-defined input/output rule, operates on a discrete-time signal called the input signal  $x(n)$  or excitation to produce another discrete-time signal called the output signal or response  $y(n)$ . For a DTS the output  $y(n)$  theoretically can depends on all earlier input values  $\{x(m)\}_{m \leq n}$ . DTS must memorizes these values. It requests infinite volume of memory. In real, discrete-time systems have finite memory and for this reason can memorize only a finite set of earlier input values  $\{x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-N+1)\}$ . This set of earlier input values is called the prehistory of the input sample  $x(n)$  and denotes as  $\text{Hist}_{in}(n, N-1) := \{x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-N+1)\}$ . Hence, for a DTS the output  $y(n)$  can depends on only a finite set of earlier input values. Mathematically speaking, a system is also a function of  $N$  variables. The input signal  $x(n)$  is transformed by the system into a signal  $y(n)$ , which we express mathematically as

$$y(n) = \mathbf{Aggreg}\{x(n), x(n-1), \dots, x(n-N+1)\} = \mathbf{Aggreg}\{x(n), \text{Hist}_{in}(n; N-1)\},$$

where **Aggreg**{.} is some well-defined transformation input/output rule (a function of  $N$  variables) of input samples into an output sample  $y(n)$  at the discrete moment  $n$ . Block diagram representation of similar discrete-time system is illustrated in Fig.1a. It is called a non-recursive filter (NRF).

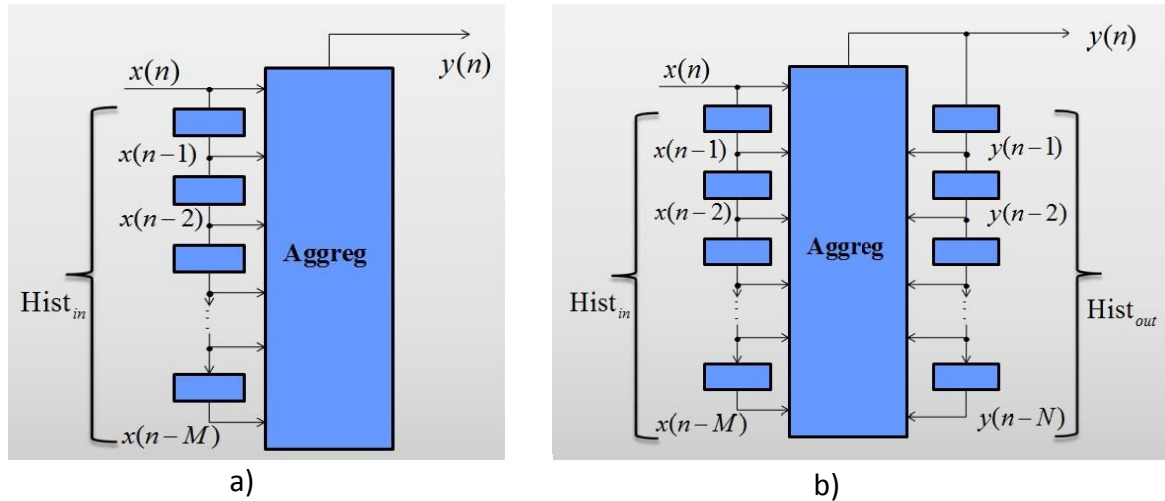


Fig. 1. Discrete a) non-recursive and b) recursive filters.

More “smart” system have to analyzes to self-behavior and memorizes a finite set of earlier output values  $\{y(n-1), y(n-2), \dots, y(n-M)\}$ . This set is called the prehistory of the output sample  $y(n)$  and denotes as  $\text{Hist}_{out}(n, M) := \{y(n-1), y(n-2), \dots, y(n-M)\}$ . In this case DTS analyzes both a input and output prehistories and after that the input signal  $x(n)$  is transformed by the system into a signal  $y(n)$ , which we express mathematically as

$$\begin{aligned} y(n) &= \text{Aggreg}\{x(n), x(n-1), \dots, x(n-N+1); y(n-1), \dots, y(n-M)\} = \\ &= \text{Aggreg}\{x(n), \text{Hist}_{in}(n; N-1), \text{Hist}_{out}(n, M)\}, \end{aligned}$$

where  $\text{Aggreg}\{\cdot\}$  is some well-defined transformation input/output rule (a function of  $N+M$  variables) of input samples into an output sample  $y(n)$  at the discrete moment  $n$ . Block diagram representation of similar discrete-time system is illustrated in Fig.1b. It is called the recursive filter (RF).

If если  $\text{Aggreg}\{\cdot\}$  is a linear function, then NRF is an infinite-impulse response filter (IIF). In this case, we have

$$\begin{aligned} y(n) &= \alpha \cdot \sum_{k=0}^{N-1} w_k x(n-k) + \beta \cdot \sum_{k=1}^M v_k y(n-k) = \\ &= \alpha \cdot \mathbf{WArithm}\{x(n), \dots, x(n-N+1)\} + \beta \cdot \mathbf{WArithm}\{y(n-1), \dots, y(n-M)\}, \end{aligned}$$

where  $w_0, w_1, \dots, w_N$  и  $v_1, \dots, v_M$  are weights,

$$\beta = \sum_{k=1}^M v_k \left( \sum_{k=0}^{N-1} w_k + \sum_{k=1}^M v_k \right)^{-1} \text{ and } \alpha = \sum_{k=0}^{N-1} w_k \left( \sum_{k=0}^{N-1} w_k + \sum_{k=1}^M v_k \right)^{-1},$$

$$\mathbf{WArithm}\{x(n), \dots, x(n-N+1)\} = \sum_{k=0}^{N-1} w_k x(n-k), \quad \mathbf{WArithm}\{y(n-1), \dots, y(n-M)\} = \sum_{k=1}^M v_k y(n-k).$$

**Aggregation operators.** The aggregation problem consist in aggregating  $N$ -tuples of objects  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  all belonging to a given set  $D$ , into a single object of the same set  $D$ , i.e.,  $\text{Aggreg}: D^N \rightarrow D$ . In fuzzy logic theory, the set  $D$  is an interval of the real  $D=[0,1] \subset \mathbf{R}$ . In image processing theory  $D=[0,255] \subset \mathbf{Z}$ . In this setting, an aggregation

operator is simply a function, which assigns a number  $y$  to any  $N$ -tuple  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  of numbers that satisfies (Mayor, 1986):

- 1) **Aggreg** $_N(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is continuous and monotone in each variable; to be definite, we assume that **Aggreg** is increasing in each variable.
- 2) The aggregation of identical numbers is equal to their common value:  
**Aggreg** $_N(x, x, \dots, x) = x$ .
- 3) **Min** $(x_1, \dots, x_N) \leq \mathbf{Aggreg}(x_1, \dots, x_N) \leq \mathbf{Max}(x_1, \dots, x_N)$ . Here **Min** $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and **Max** $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are the *minimum* and the *maximum* values among the elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ .
- 4) **Aggreg** $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is a symmetric function:

$$\mathbf{Aggreg}(x_{\sigma(1)}, x_{\sigma(2)}, \dots, x_{\sigma(N)}) = \mathbf{Aggreg}(x_1, x_2, \dots, x_N), \forall \sigma \in \mathbf{S}_N$$

of  $\{1, 2, \dots, N\}$ , where  $\mathbf{S}_N$  is the set of all permutations of  $1, 2, \dots, N$ . In this case **Aggreg** $(x_1, \dots, x_N)$  is invariant (symmetric) with respect to the permutations of the elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ . In other words, as far as means are concerned, the *order* of the elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is - and must be - completely irrelevant.

**Proposition 1.** (Kolmogorov, 1930; Ovchinnikov, 1998). If conditions 1) – 4) are satisfied, the aggregation **Aggreg** $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  of the average type are as of the forms:

$$\begin{aligned} \mathbf{Kolm}(K | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K^{-1} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K(x_i) \right] = K^{-1} [\mathbf{Arithm} \{K(x_1), K(x_2), \dots, K(x_N)\}], \\ \mathbf{WKolm}(K | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K^{-1} \left[ \sum_{i=1}^N \bar{w}_i K(x_i) \right] = K^{-1} [\mathbf{WArithm} \{K(x_1), K(x_2), \dots, K(x_N)\}], \end{aligned} \quad (2)$$

or

$$\begin{aligned} \mathbf{Kolm}(K^{-1} | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K^{-1}(x_i) \right] = K [\mathbf{Arithm} \{K^{-1}(x_1), K^{-1}(x_2), \dots, K^{-1}(x_N)\}], \\ \mathbf{WKolm}(K^{-1} | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K \left[ \sum_{i=1}^N \bar{w}_i K^{-1}(x_i) \right] = K [\mathbf{WArithm} \{K^{-1}(x_1), K^{-1}(x_2), \dots, K^{-1}(x_N)\}], \end{aligned} \quad (3)$$

where  $K$  is a strictly monotone continuous function in the extended real line.

In (2) and (3) we can use an arbitrary aggregation operator instead of **Arithm**, that gives new the Kolmogorov aggregation operators

$$\begin{aligned} \mathbf{KolmAgg}(K | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K^{-1} [\mathbf{Aggreg} \{K(x_1), K(x_2), \dots, K(x_N)\}], \\ \mathbf{KolmAgg}(K^{-1} | x_1, x_2, \dots, x_N) &= K [\mathbf{Aggreg} \{K^{-1}(x_1), K^{-1}(x_2), \dots, K^{-1}(x_N)\}]. \end{aligned} \quad (4)$$

We list below a few particular cases of aggregation means:

- 1) Arithmetic and weighted means ( $K(x) = x$ ):

$$\mathbf{Arithm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = N^{-1} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \mathbf{WArithm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{i=1}^N \bar{w}_i x_i, \quad (5)$$

where  $\sum_{i=1}^N \bar{w}_i = 1$ . Classical operator  $\mathbf{Arithm}(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is interesting because it gives an aggregated value that is smaller than the greatest argument and bigger than the smallest one. Therefore, the resulting aggregation is "a middle value". This property is known as the compensation property that is described mathematically by:  $\min(x_1, x_2, \dots, x_N) \leq \mathbf{Arithm}(x_1, x_2, \dots, x_N) \leq \max(x_1, x_2, \dots, x_N)$ , where  $\min(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and  $\max(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are the algebraic minimum and maximum functions, respectively. The mappings  $\min$  and  $\max$  both satisfy the defining conditions and therefore are aggregations (means), even though they are rarely mentioned - or even perceived - as such. It is often used since it is simple and satisfies the properties of monotonicity, continuity, symmetry, associativity, idempotence and stability for linear transformations. However, it has neither absorbent nor neutral element and has no behavioral properties.

2) Another operator that follows the idea obtaining "a middle value" is the median. It consists in ordering the arguments from the smallest one to the biggest one

$$(x_1, x_2, \dots, x_{2m-1}, x_{2m}, x_{2m+1}, \dots, x_N) \rightarrow (x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(2m-1)}, x_{(2m)}, x_{(2m+1)}, \dots, x_{(N)}), \quad N = 2m+1,$$

$$(x_1, x_2, \dots, x_{2m}, x_{2m+1}, \dots, x_N) \rightarrow (x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(2m)}, x_{(2m+1)}, \dots, x_{(N)}), \quad N = 2m,$$

where taking the element in the middle:

$$\mathbf{Med}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \begin{cases} x_{(2m)}, & N = 2m+1, \\ 0,5(x_{(2m)} + x_{(2m+1)}), & N = 2m. \end{cases} \quad (6)$$

This aggregation operator satisfies the boundary conditions, the monotonicity, the symmetry, the idempotence and evidently the compensation behavior.

3) There exists a generalization of this operator: the  $k$ -order statistic, with which we can choose the element on the  $k$ th position on the ordered list (from the smallest to the biggest element):

$$\mathbf{OS}_k(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_N) = \mathbf{OS}_k(x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(k)}, \dots, x_{(N)}) = x_{(k)}. \quad (7)$$

4) Two remarkable particular cases of the  $k$ -order statistic are the minimum and the maximum:

$$\min(x_1, x_2, \dots, x_N) = x_{(1)}, \quad \max(x_1, x_2, \dots, x_N) = x_{(N)}. \quad (8)$$

The minimum gives the smallest value of a set, while the maximum gives the greatest one. They are aggregation operators since they satisfy the axioms of the definition. The main properties of these operators are monotonicity, symmetry, associativity, idempotence. Mathematically speaking they have a compensation behavior, but these are the limit cases. Using these operators, we will never obtain an aggregated value "in the middle". For this reason, we do not consider that we can talk about compensation behavior in this case.

5) Geometric and weighted geometric means ( $K(x) = \ln(x)$ ):

$$\mathbf{Geo}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i} = \exp\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln x_i\right),$$

$$\mathbf{WGeo}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \left(\prod_{i=1}^N x_i^{w_i}\right)^{1/\sum_{i=1}^N w_i}. \quad (9)$$

6) Harmonic and weighted harmonic means ( $K(x) = x^{-1}$ ):

$$\mathbf{Harm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \left( N^{-1} \sum_{i=1}^N x_i^{-1} \right)^{-1} = \frac{N}{\left( \sum_{i=1}^N x_i^{-1} \right)},$$

$$\mathbf{WHarm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{\sum_{i=1}^N w_i}{\sum_{i=1}^N w_i \frac{1}{x_i}}. \quad (10)$$

7) Very notable particular case corresponds to the function  $K(x) = x^p$ . We obtain then power mean:

$$\mathbf{Power}_p(x_1, x_2, \dots, x_N) = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^p \right)^{\frac{1}{p}}. \quad (11)$$

In mathematics, the power mean, also known as Hölder mean (named after Otto Holder), is an abstraction of the Pythagorean means including arithmetic, geometric, and harmonic means.

**Ordinary aggregation 2D SISO-filters.** The simplest and most common way to aggregate input data in 2D SISO-filter is to use a simple arithmetic and weighted mean:

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Arithm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ f(m, n) \}, \quad \hat{s}(i, j) = \mathbf{WArithm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ \bar{w}(m, n) f(m, n) \}. \quad (12)$$

Some extensions of the simple arithmetic filters (12) have been introduced as geometric and harmonic filters

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Geo}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ f(m, n) \} = \left[ \prod_{(m,n) \in M(i,j)} f(m, n) \right]^{1/N}, \quad (13)$$

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{WGeo}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ f(m, n) \} = \left[ \prod_{(m,n) \in M(i,j)} f^{w(m,n)}(m, n) \right]^{1/\sum_{(m,n) \in M(i,j)} w(m,n)}$$

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Harm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ f(m, n) \} = \left[ \sum_{(m,n) \in M(i,j)} f^{-1}(m, n) \right]^{-1},$$

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{WHarm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ f(m, n) \} = \frac{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} w(m, n)}{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} w(m, n) \cdot f^{-1}(m, n)}. \quad (14)$$

**Kolmogorov aggregation 2D SISO-filters.** Many extensions of the simple ordinary linear filters are defined as Kolmogorov filters

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Kolm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ K | f(m, n) \} = K^{-1} \left[ \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} K(f(m, n)) \right] =$$

$$= K^{-1} \left[ \mathbf{Arithm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ K(f(m, n)) \} \right]. \quad (15)$$

and as dual Kolmogorov filters

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Kolm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ K | f(m, n) \} = K \left[ \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} K^{-1}(f(m, n)) \right] =$$

$$= K \left[ \mathbf{Arithm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{ K^{-1}(f(m, n)) \} \right]. \quad (16)$$

If  $K(x) = x^p$  and  $K^{-1}(x) = \sqrt[p]{x}$  then we have the Hölder (or power) and the dual Hölder filters of the following forms:

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^p_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \sqrt[p]{\frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} f^p(m, n)}, \quad \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^{1/p}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \left( \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} \sqrt[p]{f(m, n)} \right)^p. \quad (17)$$

This family is particularly interesting, because it generalizes a group of common filters, only by changing the value of  $p$ :

$$1) \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^1_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \mathbf{Arithm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} f(m, n), \quad (18)$$

$$2) \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^2_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \mathbf{Square}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \sqrt[2]{\frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} f^2(m, n)},$$

$$3) \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^{1/2}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \mathbf{Root}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \left( \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} \sqrt{f(m, n)} \right)^2,$$

$$4) \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^3_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \mathbf{Triple}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} f^3(m, n)}, \quad (19)$$

$$5) \hat{s}(i, j) = \mathbf{Hold}^{1/3}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \mathbf{Triple}^{-1}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \left( \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} \sqrt[3]{f(m, n)} \right)^3.$$

In particular, using Hölder filters we can construct new Kolmogorov-Lehmer filters as:

$$\mathbf{Lehm}^p_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\} = \frac{\mathbf{Hold}^p_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\}}{\mathbf{Hold}^{p-1}_{(m,n) \in M(i,j)} \{f(m, n)\}}. \quad (20)$$

The next extensions of the Kolmogorov filters are based on (4):

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{Kolm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{K | f(m, n)\} = K^{-1} \left[ \mathbf{Aggreg}_{(m,n) \in M(i,j)} \{K(f(m, n))\} \right], \\ s(i, j) &= \mathbf{Kolm}_{(m,n) \in M(i,j)} \{K | f(m, n)\} = K \left[ \mathbf{Aggreg}_{(m,n) \in M(i,j)} \{K^{-1}(f(m, n))\} \right]. \end{aligned} \quad (21)$$

**The Heronian aggregation filters.** The classical Heronian mean definition of two positive real numbers  $a$  and  $b$  are

$$\mathbf{ArithHeron}(a, b) = (a + \sqrt{ab} + b) / 3 = (\sqrt{aa} + \sqrt{ab} + \sqrt{bb}) / 3. \quad (22)$$

*Hero of Alexandria* is the Greek mathematician (Kolmogorov, 1930). Along with the Heronian mean, we introduce the Heronian median as follows

$$\mathbf{MedHeron}(a, b) = \mathbf{Med} \{ \sqrt{aa}, \sqrt{ab}, \sqrt{bb} \}. \quad (23)$$

Let  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  be an  $N$ -tuple of positive real numbers. An obvious way to generalize Eqs. (22)-(23) is by including inside the parentheses the square roots of all possible products of two elements.

**Definition 1.** The 2-generalized Heronian mean and median of an  $N$ -tuple of positive real numbers  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are defined as

$$\mathbf{MeanHeron}_2(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{2}{N(N+1)} \sum_{i \leq j} \sqrt{x_i x_j}, \quad (24)$$

$$\mathbf{MedHeron}_2(x_1, x_2, \dots, x_N) = \mathbf{Med} \left[ \left\{ \sqrt{x_i x_j} \right\}_{i \leq j} \right].$$

Now we can generalize this definition using  $k$ -th roots of all possible distinct products of  $k$  elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ , again with repetition. The number of all such products corresponds to extracting  $k$  elements from a bag of  $N$ , with replacement, where  $C_{N+k-1}^k$  is the binomial coefficient. This determines the normalization factor.

**Definition 2.** The Heronian  $k$ -mean and  $k$ -median of an  $N$ -tuple of positive real numbers  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are defined as

$$\mathbf{ArithHeron}_k(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{2}{C_{N+k-1}^k} \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \dots x_{r_k}}. \quad (25)$$

$$\mathbf{MedHeron}_k(x_1, x_2, \dots, x_N) = \mathbf{Med} \left[ \left\{ \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \dots x_{r_k}} \right\}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \right]. \quad (26)$$

Obviously,  $C_{N+k-1}^k = \mathbf{ArithHeron}_k(1, 1, \dots, 1)$ .

As we see, two types of aggregation operators (**Arith** and **Med**) are used in (25) and (26). We can use an arbitrary aggregation operator

$$\mathbf{AggHeron}_k(x_1, x_2, \dots, x_N) = \mathbf{Aggreg} \left[ \left\{ \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \dots x_{r_k}} \right\}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \right] \quad (27)$$

that gives a wide family of Heronian filters. Indeed, in the standard linear and nonlinear 2D-filters the square window  $\left[ M_{(i,j)}(m, n) \right]_{m=-s, n=-s}^{m=+s, n=+s}$  of size  $N = M \times M = (2s+1) \times (2s+1)$  is used, where  $M = 2s+1$ . Obviously,  $\{f_{(i,j)}(n, m)\}_{(n,m) \in M(i,j)}$  is an image block of the fixed size  $N = M \times M$  extracted from  $f$  by moving window  $M_{(i,j)}$  at the position  $(i, j)$ . Our idea consists in ordering the pixels according to Radix- $s$  number system:

$$\begin{aligned} \{f_{(i,j)}(n, m)\}_{(n,m) \in M(i,j)} &= \{f_{(i,j)}(-s, -s), \dots, f_{(i,j)}(0, 0), \dots, f_{(i,j)}(s, s)\} = \{f_{(i,j)}(r)\}_{r=1}^N = \\ &= \{f_{(i,j)}(1), f_{(i,j)}(2), \dots, f_{(i,j)}(N)\}. \end{aligned}$$

where the map  $(n, m) \rightarrow r$  has the following form  $r = M(n+s) + (m+s)$ . For example, for the window of size  $3 \times 3$  we have  $(-1, -1) \rightarrow 0$ ,  $(-1, 0) \rightarrow 1$ ,  $(-1, 1) \rightarrow 2$ ,  $(0, -1) \rightarrow 3$ ,  $(0, 0) \rightarrow 4$ ,  $(0, 1) \rightarrow 5$ ,  $(1, -1) \rightarrow 6$ ,  $(1, 0) \rightarrow 7$ ,  $(1, 1) \rightarrow 8$ . Here  $M = 3, s =$  and  $r = 3(n+1) + (m+1)$ . Now we define a product of  $k$  pixels  $f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)$  from the image block  $\{f_{(i,j)}(r)\}_{r=1}^N$ . Using this product we define the generalized aggregation Heronian filter as

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{AggHeron}_k \{f(m, n)\}_{(m,n) \in M(i,j)} = \mathbf{Aggreg} \left[ \left\{ \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)} \right\}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \right]. \quad (28)$$

In particular cases, we have the following Heronian filters.

1) The arithmetic  $k$ -Heronian filter

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{ArithHeron}_k = \mathbf{Arith} \left[ \left\{ \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)} \right\}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \right] = \\ &= \frac{1}{C_{N+k-1}^k} \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)}. \end{aligned} \quad (29)$$

2) The median  $k$ -Heronian filter

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{MedHeron}^k \{ f(m, n) \} = \mathbf{Med} \left[ \left\{ \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \cdots f_{(i,j)}(r_k)} \right\} \right]. \quad (30)$$

3) The Kolmogorov-Heronian filter

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{KolmHeron}^r \{ K \mid f(m, n) \} = K^{-1} \left[ \mathbf{Arith} \left( \left\{ K \left( \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \cdots f_{(i,j)}(r_k)} \right) \right\} \right) \right] = \\ &= K^{-1} \left[ \frac{1}{C_{N+k-1}^k} \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \dots \sum_{r_k} K \left( \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \cdots f_{(i,j)}(r_k)} \right) \right]. \end{aligned} \quad (31)$$

It is easy to see that  $\sum_{i_1 \leq i_2 \leq \dots \leq i_k} \sqrt[k]{x_{i_1} x_{i_2} \cdots x_{i_k}}$  is a symmetric polynomial in the variables  $x_1, \dots, x_N$ . There are a few types of symmetric polynomials in variables  $x_1, \dots, x_N$ , which that are associated new symmetric means.

**Symmetric aggregation filters.** Any monomial in  $x_1, x_2, \dots, x_N$  can be written as  $x_1^{p_1} x_2^{p_2} \dots x_N^{p_N}$ , where the exponents  $p_i$  are natural numbers (possibly zero); writing  $\mathbf{p} = (p_1, p_2, \dots, p_N)$  this can be abbreviated to  $\mathbf{X}^{\mathbf{p}} = x_1^{p_1} x_2^{p_2} \dots x_N^{p_N}$ . If  $\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 + \dots + \mathbf{p}_N$  then we write  $\sqrt[\mathbf{p}]{\mathbf{X}^{\mathbf{p}}} = \sqrt[\mathbf{p}]{x_1^{p_1} x_2^{p_2} \dots x_N^{p_N}}$ .

**Definition 3.** The monomial symmetric polynomial is defined as the sums of all monomials  $\sqrt[\mathbf{q}]{\mathbf{X}^{\mathbf{q}}}$ , where  $\mathbf{q}$  ranges over all distinct permutations of  $\mathbf{p}$ :

$$\mathbf{Mon}_{\mathbf{p}}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{\sigma \in S_N} \sqrt[\mathbf{p}]{x_1^{\sigma(p_1)} x_2^{\sigma(p_2)} \dots x_N^{\sigma(p_N)}}. \quad (32)$$

where  $S_N$  is the set of all permutations of  $p_1, p_2, \dots, p_N$ . These monomial symmetric polynomials form a vector space basis: every symmetric polynomial can be written as a linear combination of the monomial symmetric polynomials.

**Definition 4.** Let  $x_1, x_2, \dots, x_N$  be positive real numbers and  $\mathbf{p} = (p_1, p_2, \dots, p_N) \in R^N$ . The  $\mathbf{p}$ -Muirhead symmetric *polynomial* (Sykora, 2009) is defined by

$$\mathbf{Mui}_{\mathbf{p}}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{\sigma \in S_N} \sqrt[\mathbf{p}]{x_{\sigma(1)}^{p_1} x_{\sigma(2)}^{p_2} \dots x_{\sigma(N)}^{p_N}}, \quad (33)$$

For example,

$$\begin{aligned} \mathbf{Mui}_{(1,0,\dots,0)}(x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sum_{i=1}^N x_i = \mathbf{Mean}(x_1, x_2, \dots, x_N), \\ \mathbf{Mui}_{(1,1,\dots,1)}(x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sqrt[N]{x_1 x_2 \cdots x_N} = \mathbf{Geo}(x_1, x_2, \dots, x_N), \end{aligned} \quad (34)$$

$$\mathbf{Mui}_{(\underbrace{1,1,\dots,1}_k, 0, \dots, 0)}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \cdots x_{r_k}} = \mathbf{Heron}_k(x_1, x_2, \dots, x_N).$$

For each nonnegative integer  $0 \leq k \leq N$  the elementary  $\mathbf{El}_k^I(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and homogeneous  $\mathbf{Hom}_k^I(x_1, x_2, \dots, x_N)$  symmetric polynomials are the sums of all distinct products of  $k$  distinct variables:

$$\begin{aligned} \mathbf{El}_k(x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sum_{r_1 < r_2 < \dots < r_k} \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \cdots x_{r_k}}, \\ \mathbf{Hom}_k(x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \sqrt[k]{x_{r_1} x_{r_2} \cdots x_{r_k}} \end{aligned} \quad (35)$$

We then define

$$\begin{aligned} \mathbf{El}_{k_1 k_2 \dots k_q} (x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sqrt[q]{\prod_{t=1}^q \mathbf{El}_{k_t} (x_1, x_2, \dots, x_N)}, \\ \mathbf{Hom}_{k_1 k_2 \dots k_q} (x_1, x_2, \dots, x_N) &= \sqrt[q]{\prod_{t=1}^q \mathbf{Hom}_{k_t} (x_1, x_2, \dots, x_N)}. \end{aligned} \quad (36)$$

To each of polynomial  $\mathbf{Mon}_{p_1, p_2, \dots, p_N}$ ,  $\mathbf{Mui}_{p_1, p_2, \dots, p_N}$ ,  $\mathbf{El}_{k_1 k_2 \dots k_r}$ ,  $\mathbf{Hom}_{k_1 k_2 \dots k_r}$  we will associate normalized symmetric function:

$$\begin{aligned} \overline{\mathbf{Mon}}_{p_1, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) &= \mathbf{Mon}_{p_1, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) / \mathbf{Mon}_{p_1, \dots, p_N} (1, \dots, 1), \\ \overline{\mathbf{Mui}}_{p_1, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) &= \mathbf{Mui}_{p_1, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) / \mathbf{Mui}_{p_1, \dots, p_N} (1, \dots, 1), \\ \overline{\mathbf{El}}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) &= \mathbf{El}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) / \mathbf{El}_{k_1 k_2 \dots k_r} (1, \dots, 1), \\ \overline{\mathbf{Hom}}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) &= \mathbf{Hom}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) / \mathbf{Hom}_{k_1 k_2 \dots k_r} (1, \dots, 1), \end{aligned} \quad (37)$$

We obtain four families of a generalized symmetric means:

$$\begin{aligned} \mathbf{MonMean}_{p_1, p_2, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) &= \sqrt[p]{\overline{\mathbf{Mon}}_{p_1, p_2, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N)}, \\ \mathbf{MuiMean}_{p_1, p_2, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N) &= \sqrt[p]{\overline{\mathbf{Mui}}_{p_1, p_2, \dots, p_N} (x_1, \dots, x_N)}, \\ \mathbf{ElMean}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) &= \sqrt[k]{\overline{\mathbf{El}}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N)}, \\ \mathbf{HomMean}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N) &= \sqrt[k]{\overline{\mathbf{Hom}}_{k_1 k_2 \dots k_r} (x_1, \dots, x_N)}. \end{aligned} \quad (38)$$

where  $k = k_1 + k_2 + \dots + k_r$ , and  $p = p_1 + p_2 + \dots + p_N$ . Using generalized symmetric means, we can construct the following families of symmetric **MonArith**-, **MuiArith**-, **ElMean**- and **HomMean**-filters:

$$\hat{s}(i, j) = \mathbf{MonArith}_{(m, n) \in M(i, j)} \{p_1, p_2, \dots, p_N \mid f(m, n)\} = \mathbf{Arith}_{M(i, j)} \left[ \left\{ \sqrt[p]{\prod_{l=1}^N f_{(i, j)}^{\sigma(p_l)}(l)} \right\}_{\sigma \in S_N} \right] = \quad (39)$$

$$= \mathbf{Arith}_{M(i, j)} \left[ \left\{ \sqrt[p]{f_{(i, j)}^{\sigma(p_1)}(1) f_{(i, j)}^{\sigma(p_2)}(2) \dots f_{(i, j)}^{\sigma(p_N)}(N)} \right\}_{\sigma \in S_N} \right] = \frac{1}{\mathbf{Mon}_{p_1, \dots, p_N} (1, \dots, 1)} \sum_{\sigma \in S_N} \sqrt[p]{\prod_{l=1}^N f_{(i, j)}^{\sigma(p_l)}(l)}$$

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{MuiArith}_{(m, n) \in M(i, j)} \{p_1, p_2, \dots, p_N \mid f(m, n)\} = \mathbf{Arith}_{M(i, j)} \left[ \left\{ \sqrt[p]{\prod_{l=1}^N f_{(i, j)}^{p_l}(\sigma(l))} \right\}_{\sigma \in S_N} \right] = \\ &= \mathbf{Arith}_{M(i, j)} \left[ \left\{ \sqrt[p]{f_{(i, j)}^{p_1}(\sigma(r_1)) f_{(i, j)}^{p_2}(\sigma(r_2)) \dots f_{(i, j)}^{p_N}(\sigma(r_N))} \right\}_{\sigma \in S_N} \right] = \end{aligned} \quad (40)$$

$$= \frac{1}{\mathbf{Mui}_{p_1, \dots, p_N} (1, \dots, 1)} \sum_{\sigma \in S_N} \sqrt[p]{\prod_{l=1}^N f_{(i, j)}^{p_l}(\sigma(l))}$$



a) Original image



b) Noise images, PSNR = 21.83

c) *Aggreg* = **Mean**, PSNR = 32.3.d) *Aggreg* = **Med**, PSNR = 31.2e) *Aggreg* = **Min**, PSNR = 27.5.f) *Aggreg* = **Geo**, PSNR = 28.6.

Fig. 2. Original (a) and noise (b) images.  
Noise: "Salt-Pepper PD". Denoised images (c)-(f).

$$\begin{aligned}
 \hat{s}(i, j) &= \mathbf{ElArith}\{k \mid f(m, n)\}_{(m, n) \in M(i, j)} = \mathbf{Arith}\left[\left\{\sqrt[k]{f_{(i, j)}(r_1) f_{(i, j)}(r_2) \cdots f_{(i, j)}(r_k)}\right\}\right]_{r_1 < r_2 < \dots < r_k} \\
 &= \sum_{r_1 < r_2 < \dots < r_k} \left\{\sqrt[k]{f_{(i, j)}(r_1) f_{(i, j)}(r_2) \cdots f_{(i, j)}(r_k)}\right\} / \mathbf{El}_k(1, \dots, 1), \\
 \hat{s}(i, j) &= \mathbf{ElArith}\{q; k_1 k_2 \dots k_q \mid f(m, n)\}_{(m, n) \in M(i, j)} = \prod_{t=1}^q \left( \mathbf{Arith}\left[\left\{\sqrt[k_t]{f_{(i, j)}(r_1) f_{(i, j)}(r_2) \cdots f_{(i, j)}(r_{k_t})}\right\}\right]_{r_1 < r_2 < \dots < r_{k_t}} \right) \\
 &= \prod_{t=1}^q \left( \sum_{r_1 < r_2 < \dots < r_{k_t}} \left\{\sqrt[k_t]{f_{(i, j)}(r_1) f_{(i, j)}(r_2) \cdots f_{(i, j)}(r_{k_t})}\right\} / \mathbf{El}_{k_t}(1, \dots, 1) \right),
 \end{aligned} \tag{41}$$



a) Original image



b) Noise images, PSNR = 28.24

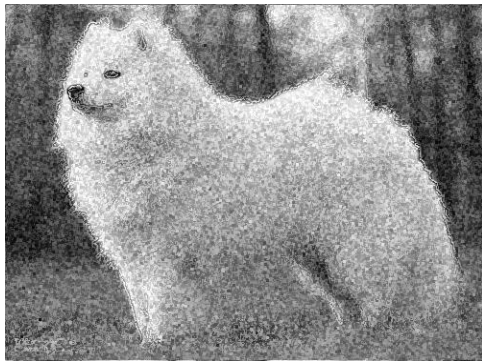
c) *Aggreg* = **Mean**, PSNR = 31.3.d) *Aggreg* = **Med**, PSNR = 29.5e) *Aggreg* = **Min**, PSNR = 19.9.f) *Aggreg* = **Geo**, PSNR = 28,7.

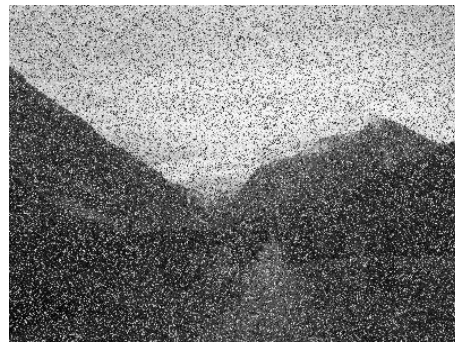
Fig. 3. Original (a) and noise (b) images.  
Noise: "Laplasiar PDF". Denoised images (c)-(f).

$$\begin{aligned}
 \hat{s}(i, j) &= \text{HomArith}_{(m,n) \in M(i,j)} \{k \mid f(m, n)\} = \text{Arith}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k} \left[ \left\{ \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)} \right\} \right] \\
 &= \sum_{r_1 < r_2 < \dots < r_k} \left\{ \sqrt[k]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_k)} \right\} / \text{Hom}_k(1, \dots, 1), \\
 \hat{s}(i, j) &= \text{HomArith}_{(m,n) \in M(i,j)} \{q; k_1 k_2 \dots k_q \mid f(m, n)\} = \prod_{t=1}^q \left( \text{Arith}_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_{k_t}} \left[ \left\{ \sqrt[k_t]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_{k_t})} \right\} \right] \right) \\
 &= \prod_{t=1}^q \left( \sum_{r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_{k_t}} \left\{ \sqrt[k_t]{f_{(i,j)}(r_1) f_{(i,j)}(r_2) \dots f_{(i,j)}(r_{k_t})} \right\} / \text{Hom}_{k_t}(1, \dots, 1) \right).
 \end{aligned} \tag{42}$$

As we see, aggregation operator **Arith** is used in (39)-(42). We can use here an arbitrary aggregation operator **Aggreg**. Some of similar filters can find in the papers (Muirhead, 1902; Labunets, 2014a,b,c).



a) Original image



b) Noise images, PSNR = 23

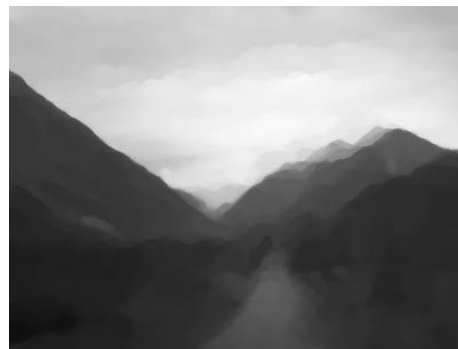
c) **MonMean**, PSNR = 29.d) **MuiMean**, PSNR = 28.e) **ElMean**, PSNR = 28.f) **HomMean**, PSNR = 27.

Fig. 4. Original (a) and noise (b) images.  
Noise: "Salt-Pepper PD". Denoised images (c)-(f).

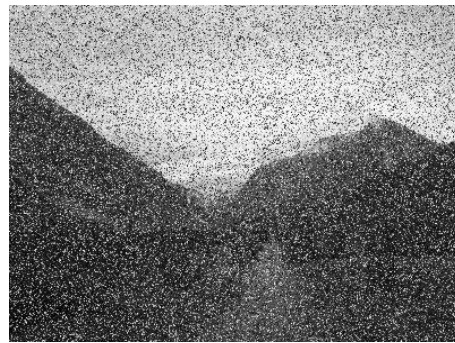
### Results and Discussion

The following generalized aggregation Heronian filtering **MeanHeron**<sup>2</sup>, **MedHeron**<sup>2</sup>, **MinHeron**<sup>2</sup>, **GeoHeron**<sup>2</sup> for  $N = |\mathbf{M}| = M \times M = 5 \times 5$  has been applied to noised  $256 \times 256$  gray level "Dog" images (Figures 2b,3b). The denoised images are shown in Figures 2–3 c-f. In Fig. 4-5, we present examples of **MonArith**-, **MuiArith**-, **ElMean**- and **HomMean**-filtering to to noised gray level "Mountain" images. All filters have very good denoising properties. This fact confirms that further investigation of these new filters is perspective.

Particularly, very interesting is a question about the types of noises, for which such filters are optimal.



a) Original image



b) Noise images, PSNR = 23



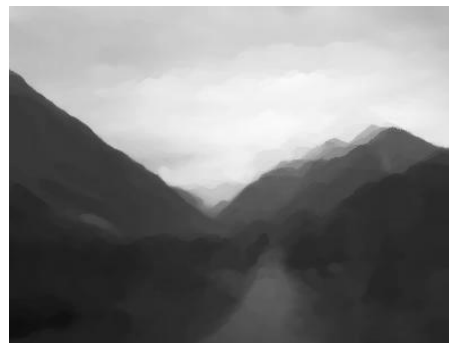
c) **MonMean**, PSNR = 30.



d) **MuiMean**, PSNR = 31.



e) **ElMean**, PSNR = 31.



f) **HomMean**, PSNR = 32.

Fig. 5. Original (a) and noise (b) images.  
Noise: "Laplasian PDF". Denoised images (c)-(f).

### Conclusion

We developed a new theoretical framework for image filtering using aggregation operators. The main goal of the work is to show that aggregation operators can be used to solve problems of image filtering in a natural and effective manner. Some properties of a nonlinear aggregation filters are exploited in this paper. Unlike the linear masking filter, they avoid amplification thanks to the nonlinearity of the response to luminance variations; unlike the classical linear and median filters, they are able to sharpen even small details as its impulse response demonstrates.

### Acknowledgment

This work was supported by grants the RFBR № 17-07-00886, № 17-29-03369 and by Ural State Forest Engineering's Center of Excellence in "Quantum and Classical Information Technologies for Remote Sensing Systems".

### References

*Gonzalez R.C., Woods R.E.* Digital Image Processing. New York: Addison-Wesley, 1992. 582 p.

*Kolmogorov A.* Sur la notion de la moyenne // Atti Accad. Naz. Lincei. 1930. Vol. 12. P. 388–391.

*Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 1. Aggregation Operators // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014a. Vol. 24. P. 1239 – 1240.

*Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 2. The Kolmogorov filters / Gainanov D.N., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014b. Vol. 24. P. 1241–1242.

*Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 3. The Heron filters / Gainanov D.N., Tarasov A.D., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014c. Vol. 24. P. 1243 – 1244.

*Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 4. Generalized vector median filters / Gainanov D.N., Arslanova R.A., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014d. Vol. 24. P. 1245—1246.

*Mayor G.* On the representation of some Aggregation functions / Trillas E. // Proceeding of ISMVL. 1986. P. 111-114.

*Mitra S.K.* Nonlinear Image Processing // Academic Press Series in Communications, Networking, and Multimedia. San Diego, New York, 2001. 248 p.

*Muirhead R.F.* Some methods applicable to identities of symmetric algebraic functions of  $n$  letters // Proc. Edinburgh Math. Soc. 1902. Vol. 21. P. 144 – 157.

*Ovchinnikov S.* On Robust Aggregation Procedures // Aggregation Operators for Fusion under Fuzziness / Bouchon-Meunier B. (eds.). 1998. P. 3-10.

*Sykora S.* Mathematical Means and Averages // Generalized Heronian means I, II, III / Stan's Library, Ed. S. Sykora . Vol. III. 2009. 57 p.

**Рецензент статьи:** кандидат технических наук, доцент Института радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета С.М. Зраенко.

УДК 621.391

*В.Г. Лабунец<sup>1</sup>, Е. Остхаймер<sup>2</sup>*  
*V.G. Labunets<sup>1</sup>, E. Ostheimer<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg<sup>2</sup>Capricat LLC 1340 S. Ocean Blvd., Suite 209 Pompano Beach, 33062 Florida, USA

**АГРЕГАЦИОННЫЙ ПОДХОД К НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ.  
ЧАСТЬ 2. МИМО-ФИЛЬТРЫ**

**AGGREGATION APPROACH TO NONLINEAR FILTERING.  
PART 2. FRÉCHET MIMO-FILTERS**

**Ключевые слова:** *нелинейные МИМО-фильтры; точка Фреше; медианная обработка многоканальных изображений, обобщенное агрегационное среднее.*

В этой статье мы расширяем понятие медианы Фреше до обобщенной медианы, которая минимизирует стоимостную функцию Фреше в форме агрегационной функции (вместо тривиальной суммы) от расстояний. Мы используем обобщенную медиану для конструирования новых нелинейных Фреше МИМО-фильтров для обработки многоканальных изображений.

**Keywords:** *Nonlinear MIMO-filters; Fréchet point; median hyperspectral image processing; generalized aggregation means.*

In this paper, we extend the notion of the Fréchet median to the general Fréchet median, which minimizes the Fréchet cost function (FCF) in the form of aggregation of metric distances, instead of the ordinary sum. Moreover, we propose use an aggregation distance instead of classical metric distance. We use generalized Fréchet median for constructing new nonlinear Fréchet MIMO-filters for multispectral image processing.

**Introduction**

The basic idea behind this paper is the estimation of the uncorrupted image from the distorted or noisy image, and is also referred to as image “denoising”. To denoise images is to filter out the noise. The challenge is to preserve and enhance important features during the denoising process. For images, for example, an edge is one of the most universal and crucial features. There are various methods to help restore an image from noisy distortions (Dougherty, 1994; Astola, 1997; Mitra, 2001). Each technique has its advantages and disadvantages. Selecting the appropriate method plays a major role in getting the desired image. Noise removal or noise reduction can be done on an image by linear or nonlinear filtering. The more popular linear technique is based on average (on mean) linear operators. Denoising via linear filters normally does not perform satisfactorily since both noise and edges contain high frequencies. Therefore, any practical denoising model has to be nonlinear. In this paper, we propose a new type of nonlinear data-dependent denoising filter called the *aggregation digital MIMO-filter*.

Almost 2500 years ago, the ancient Greeks defined a list of ten (actually eleven) distinct “means” (Heath, 1981; Bullen, 1988). All these means are constructed using geometric proportions. Among these, are the well-known arithmetic, geometric, and harmonic means. These three principal means, which are used particularly in the works of Nicomachus of Gerasa and Pappus, are the only ones that survived in common usage. In fact, for a set of  $N$  positive numbers  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}^+$ , the arithmetic mean is the positive number

$c = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x^k$ . The arithmetic mean has a variational property; it minimizes the sum of the squared distances to the given points  $x^1, x^2, \dots, x^N$ :  $c_{opt} \equiv \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \sum_{i=1}^N \rho_1^2(c, x^i) \right)$ , where  $\rho_1(c, x^i) = |c - x^i|$  represents the usual Euclidean distance in  $\mathbf{R}$ . The geometric mean which is given by  $c = \sqrt[N]{x^1 x^2 \dots x^N}$  also has a variational property; it minimizes the sum of the squared hyperbolic distances to the given points  $x^1, x^2, \dots, x^N$ :  $c_{opt} \equiv \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \sum_{i=1}^N \rho_h^2(c, x^i) \right)$ , where  $\rho_h(c, x^i) = |\log c - \log x^i|$  is the hyperbolic distance between  $c$  and  $x^i$ . The harmonic mean is simply given by the inverse of the arithmetic mean of their inverses, i.e.,  $c = \left( \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x^k)^{-1} \right)^{-1}$  and thus it has a variational characterization as well.

There is similar situation for vector-valued data. For a given set of  $N$  points  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N \in \mathbf{R}^K$ , the arithmetic vector-valued mean is given by the barycenter  $\mathbf{c} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mathbf{x}^k$  of the  $N$  points  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N$ . The arithmetic vector-valued mean has a variational property; it minimizes the sum of the squared distances to the given points  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N$ :  $\mathbf{c}_{opt} \equiv \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{i=1}^N \rho_2^2(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) \right)$ , where  $\rho_2(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \sqrt{\sum_{k=1}^K |c_k - x_k^i|^2}$  represents the usual Euclidean distance in  $\mathbf{R}^K$ . The most common distance metrics in continuous space are those known as the class of  $\ell_p$  distance metrics:

$$\rho_p(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^K |c_k - x_k^i|^p}. \quad (1)$$

Note for  $p=1$ ,  $\ell_1$  represents the rectilinear, or Manhattan, or city distance metric, for  $p=2$ ,  $\ell_2$  is the Euclidean, or straight-line, distance metric, and for  $p=\infty$ ,  $\ell_\infty$  is known as the Chebyshev distance metric.

The Chebyshev distance in  $K$  dimensions can be written as:  $\rho_\infty(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \max(|c_1 - x_1^i|, |c_2 - x_2^i|, \dots, |c_K - x_K^i|)$ . In this paper, we extend the notion of centrality of empirical data, using aggregation distance:  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \text{Aggreg}(|c_1 - x_1^i|, |c_2 - x_2^i|, \dots, |c_K - x_K^i|)$  instead of (1), where **Aggreg** is an aggregation operator (function) (Labunets, 2014a,b,c,d; 2017) and used  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i)$  for designing of new MIMO-filters. We develop a conceptual framework and design methodologies for multi-channel image median filtering systems with assessment capability.

### The object of the study. Optimal Fréchet point, mean and median

The term multichannel (multicomponent, multispectral, hyperspectral) image is used for an image with more than one component. They are composed of a series of images in different optical bands at wavelengths  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K$ , called the spectral channels:  $\vec{\mathbf{f}}(x, y) = (f_{\lambda_1}(x, y), f_{\lambda_2}(x, y), \dots, f_{\lambda_K}(x, y))$ , where  $K$  is the number of different optical channels, i.e.,  $\mathbf{f}(x, y): \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}^K$ , where  $\mathbf{R}^K$  is the multicolor space. Let us introduce the observa-

tion model and notion used throughout the paper. We consider noise signals or images of the form  $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{s}(\mathbf{x}) + \boldsymbol{\eta}(\mathbf{x})$ , where  $\mathbf{s}(\mathbf{x}) = (s_1(\mathbf{x}), s_2(\mathbf{x}), \dots, s_K(\mathbf{x}))$  is the original multichannel signal,  $\boldsymbol{\eta}(\mathbf{x}) = (\eta_1(\mathbf{x}), \eta_2(\mathbf{x}), \dots, \eta_K(\mathbf{x}))$  denotes the multichannel noise introduced into the signal  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$  to produce the corrupted signal  $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_K(\mathbf{x}))$ . Here  $\mathbf{x} = i \in \mathbf{Z}$ ,  $\mathbf{x} = (i, j) \in \mathbf{Z}^2$ , or  $\mathbf{x} = (i, j, k) \in \mathbf{Z}^3$  are a 1D, 2D, or 3D coordinates, respectively, that belong to the signal (image) domain and represent the pixel location. If  $\mathbf{x} \in \mathbf{Z}, \mathbf{Z}^2, \mathbf{Z}^3$  then  $\mathbf{f}(\mathbf{x}), \mathbf{s}(\mathbf{x}), \boldsymbol{\eta}(\mathbf{x})$  are 1D, 2D and 3D multichannel signals, respectively. The aim of image enhancement is to reduce the noise as much as possible or to find a method which, given  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$ , derives an image  $\mathbf{y}(\mathbf{x}) = \hat{\mathbf{s}}(\mathbf{x})$  as close as possible to the original  $\mathbf{s}(\mathbf{x})$ , subject to a suitable optimality criterion.

In 2D standard linear and median SISO-filters with a square window  $[M_{(i,j)}(m,n)]_{m=-r, n=-r}^{m=+r, n=+r}$  of size  $(2r+1) \times (2r+1)$  is located at  $(i, j)$  the arithmetic mean and median replace the central grey-level (scalar-valued) pixel

$$\hat{s}(i, j) = \text{Arithm}_{(m,n) \in M_{(i,j)}} \{f(m, n)\}, \quad \hat{s}(i, j) = \text{Median}_{(m,n) \in M_{(i,j)}} \{f(m, n)\}, \quad (2)$$

where  $\hat{s}(i, j)$  is the filtered image,  $\{f(m, n)\}_{(m,n) \in M_{(i,j)}}$  is image block of the fixed size  $N = |M_{(i,j)}| = M \times M = (2r+1) \times (2r+1)$  extracted from  $\tilde{\mathbf{f}}$  by moving window  $M_{(i,j)}$  at the position  $(i, j)$ . Symbols **Arithm** and **Median** are the arithmetic mean (average) and median operators, respectively. In the multichannel case (for hyperspectral images), we need to define vector-valued arithmetic mean (average) and median. Median filtering has been widely used in image processing as an edge-preserving filter. The basic idea is that the pixel value is replaced by the median of the pixels contained in the window around it. In this work, this idea is extended to vector-valued images, because the median is also the value that minimizes the  $\ell_1$  distance in  $\mathbf{R}$  (according to (1)) between all the gray-level pixels in the  $N$ -cellular window (Fig. 1). In the multichannel case, we need to define a distance  $\rho$  between pairs of objects on the domain  $\mathbf{R}^K$ .

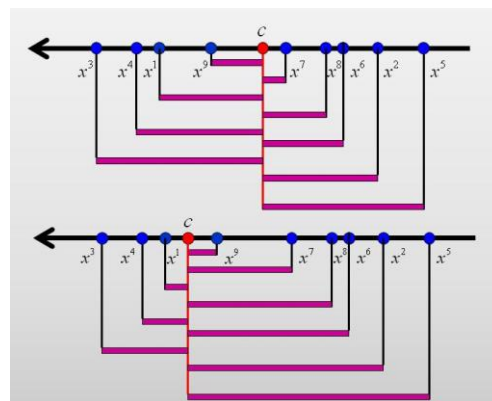


Fig. 1. Distances from an arbitrary point  $c$  to each point  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}$  from the 9-cellular window.

**Definition 1** (Fréchet, 1948; Chandrasekaran, 1990). The optimal weighted Fréchet median and mean associated with the metric  $\rho(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  are the points  $\mathbf{m}_{opt}, \mathbf{c}_{opt} \in \mathbf{R}^K$  that minimize

the Fréchet cost functions  $\mathbf{FCF}_1(\mathbf{c}) = \sum_{i=1}^N w_i \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i)$  and  $\mathbf{FCF}_2(\mathbf{c}) = \sum_{i=1}^N w_i \rho^2(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i)$  (the weighted sum distances from an arbitrary point  $\mathbf{c}$  to each point  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N$ ). They are formally defined as

$$\mathbf{m}_{opt} \equiv \mathbf{FrechMed}(\rho | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \arg \min_{\mathbf{m} \in \mathbf{R}^K} \mathbf{FCF}_1(\mathbf{m}) = \arg \min_{\mathbf{m} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{i=1}^N w_i \rho(\mathbf{m}, \mathbf{x}^i) \right), \quad (3)$$

$$\mathbf{c}_{opt} \equiv \mathbf{FrechMean}(\rho | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} \mathbf{FCF}_2(\mathbf{c}) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{i=1}^N w_i \rho^2(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) \right). \quad (4)$$

When all the weights are equal ( $w_i = 1/N$ ) we call  $\mathbf{m}_{opt}, \mathbf{c}_{opt}$  simply the geometric median and mean. Note that  $\arg \min$  means the argument, for which the sum is minimized. In this case, it is the point  $\mathbf{e}_{opt}$  from  $\mathbf{R}^K$ , for which the sum of all distances to the  $\mathbf{x}^i$ 's is minimum. So, the optimal Fréchet median and mean of a discrete set of the observations ( $N$  pixels) in the metric space  $\langle \mathbf{R}^K, \rho \rangle$  are points minimizing the sum of distances and the sum-of-squared distances to the  $N$  pixels, respectively (Fig. 2).

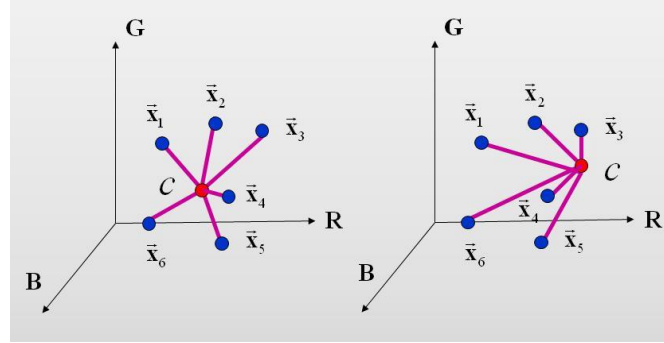


Fig. 2. Distances (red lines) from an arbitrary point  $\mathbf{c}$  to each point  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N \subset \mathbf{R}^K$  from the 9-cellular window for two probe locations.

This generalizes the ordinary median, which has the property of minimizing the sum of distances for one-dimensional data. The properties of these points have been extensively studied since the time of Fermat (this points are often called the *Fréchet points* or *Fermat-Weber points* (Chandrasekaran, 1990). When filters (3) are modified as follows:

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}(i, j) &= \mathbf{FrechMed}[\rho, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{(m, n) \in M(i, j)} w(m, n) \rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right), \\ \hat{\mathbf{s}}(i, j) &= \mathbf{FrechMean}[\rho^2, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{(m, n) \in M(i, j)} w(m, n) \rho^2(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right). \end{aligned} \quad (5)$$

it becomes the Fréchet median and mean MIMO-filters (vector-valued filters). Note, that the Fréchet median and mean MIMO-filters are not equivalent to classical vector-median and vector-mean filters (Astola, 1990; Tang, 1996), where, in the first,  $\mathbf{s}$  runs among observed  $N$  data  $\{\mathbf{f}(m, n)\}_{(m, n) \in M(i, j)} \subset \mathbf{R}^K$  and, in the second,  $\rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \equiv \rho_1(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) = \|\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)\|_1$ . In our case  $\mathbf{s}$  runs among whole space  $\mathbf{R}^K$  and  $\rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n))$  is an arbitrary distance.

In this paper, we extend the notion of the Fréchet median and mean (3)-(4) to generalized Fréchet point, which minimizes an arbitrary positive convex function on  $N+1$  variables - generalized Fréchet cost function (GFCF) -  $\mathbf{GFCF}(\rho^{(1)}, \rho^{(2)}, \dots, \rho^{(N)})$

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{opt} &\equiv \text{FrechPt}(\text{GFCF}, \rho | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{GFCF}(\rho^{(1)}, \rho^{(2)}, \dots, \rho^{(N)})] \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{GFCF}(\rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2), \dots, \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N))], \end{aligned} \quad (6)$$

instead of the ordinary sum, where  $\rho^1 = \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1)$ ,  $\rho^2 = \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2)$ , ...,  $\rho^N = \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N)$ . In particular, important case we are going to use *aggregation Fréchet cost function* in the form of an aggregation function  $\text{GFCF} = \text{Agg}_{\text{CF}}$ :

$$\text{GFCF}(\rho^1, \rho^2, \dots, \rho^N) \equiv \text{Agg}_{\text{CF}} \{w_1 \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), w_2 \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2), \dots, w_N \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N)\} = \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w_i \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) \right\}_{i=1}^N \quad (7)$$

In this case

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{opt} &\equiv \text{FrechPt}(\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{Agg}_{\text{CF}} \{w_1 \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), w_2 \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2), \dots, w_N \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N)\}]. \end{aligned} \quad (8)$$

Moreover, we propose to use an aggregation distance  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x})$  instead of the classical distance  $\rho$ . It gives a new cost function  $\text{Agg}_{\text{CF}} [w_1 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), w_2 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2), \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N)]$  and new optimal Fréchet point associated with the aggregation distance  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x})$  and  $\text{Agg}_{\text{CF}}$

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{opt} &\equiv \text{AgFrechPt}(\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}; w^1, w^2, \dots, w^N | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{Agg}_{\text{CF}} \{w_1 \rho_{\text{Agg}}^1, w_2 \rho_{\text{Agg}}^2, \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}^N\}] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{Agg}_{\text{CF}} \{w_1 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), w_2 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^2), \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N)\}] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} [\text{Agg}_{\text{CF}} \{w_i \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i)\}_{i=1}^N]. \end{aligned} \quad (9)$$

We use the generalized Fréchet point for constructing new nonlinear filters. When filters (3) are modified as follows:

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}(i, j) &= \text{AgFrechPt}[\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} [\text{Agg}_{\text{CF}} \{w_1 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{s}, \mathbf{x}^1), \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{s}, \mathbf{x}^N)\}], \end{aligned} \quad (10)$$

it becomes the Fréchet aggregation MIMO-filters. They are based on an arbitrary pair of aggregation operators  $\text{Agg}_{\text{CF}}$  and  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x})$ , which could be changed independently of one another.

In the first part (Labunets, 2017), the notion of digital nonlinear SISO-filters (single-input single-output) associated with aggregation operators of averaging types was defined. In this part, we are going to consider a general theory of nonlinear MIMO-filters (multi-input multi-output). They are based on the generalized Fréchet point and on an arbitrary pair of aggregation operators  $\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}$ , which could be changed independently of one another. For each pair of aggregation operators, we get the unique class of new nonlinear filters. We show that a large body of non-linear filters proposed to date constitute a proper subset of aggregation digital MIMO-filters.

## Methods

**Aggregation operators.** The aggregation problem consist in aggregating  $N$ -tuples of objects  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  all belonging to a given set  $D$ , into a single object of the same set  $D$ , i.e., **Agg**:  $D^N \rightarrow D$ . In fuzzy logic theory, the set  $D$  is an interval of the real  $D=[0,1] \subset \mathbf{R}$ . In image processing theory  $D=[0,255] \subset \mathbf{Z}$ . In this setting, an aggregation operator is simply a function, which assigns a number  $y$  to any  $N$ -tuple  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  of numbers that satisfies (Mayor, 1986):

1) **Agg** $_N(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is continuous and monotone in each variable; to be definite, we assume that **Agg** is increasing in each variable.

2) The aggregation of identical numbers is equal to their common value:

$$\mathbf{Agg}_N(x, x, \dots, x) = x.$$

3)  $\mathbf{Min}(x_1, \dots, x_N) \leq \mathbf{Agg}(x_1, \dots, x_N) \leq \mathbf{Max}(x_1, \dots, x_N)$ . Here  $\mathbf{Min}(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and  $\mathbf{Max}(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are the *minimum* and the *maximum* values among the elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ .

4) **Agg** $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  is a symmetric function:  $\mathbf{Agg}(x_{\sigma(1)}, x_{\sigma(2)}, \dots, x_{\sigma(N)}) = \mathbf{Agg}(x_1, x_2, \dots, x_N)$ ,  $\forall \sigma \in \mathbf{S}_N$  of  $\{1, 2, \dots, N\}$ , where  $\mathbf{S}_N$  is the set of all permutations of  $1, 2, \dots, N$ . In this case **Agg** $(x_1, \dots, x_N)$  is invariant (symmetric) with respect to the permutations of the elements of  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ .

We list below a few particular cases of aggregation means:

1) Arithmetic and weighted means (here  $K(x) = x$ ):  $\mathbf{Arithm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = N^{-1} \sum_{i=1}^N x_i$ ,

$\mathbf{WArithm}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{i=1}^N \bar{w}_i x_i$ , where  $\sum_{i=1}^N \bar{w}_i = 1$ . Classical operator  $\mathbf{Arithm}(x_1, x_2, \dots, x_N)$

is interesting because it gives an aggregated value that is smaller than the greatest argument and bigger than the smallest one. Therefore, the resulting aggregation is "a middle value". This property is known as the compensation property that is described mathematically by:  $\mathbf{min}(x_1, x_2, \dots, x_N) \leq \mathbf{Arith}(x_1, x_2, \dots, x_N) \leq \mathbf{max}(x_1, x_2, \dots, x_N)$ , where  $\mathbf{min}(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and  $\mathbf{max}(x_1, x_2, \dots, x_N)$  are the algebraic minimum and maximum functions, respectively. The mappings **min** and **max** both satisfy the defining conditions and therefore are aggregations (means), even though they are rarely mentioned - or even perceived - as such. It is often used since it is simple and satisfies the properties of monotonicity, continuity, symmetry, associativity, idempotence and stability for linear transformations.

2) Another operator that follows the idea obtaining "a middle value" is the  $k$ -order statistic. It consists in ordering the arguments from the smallest one to the biggest one  $(x_1, x_2, \dots, x_m, \dots, x_N) \rightarrow (x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(m)}, \dots, x_{(N)})$  (from the smallest to the biggest element, where  $N = 2m + 1$ ). The  $k$ -order statistic chooses the element on the  $k$ th position on the ordered list:  $\mathbf{OS}_k(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_N) = \mathbf{OS}_k(x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(k)}, \dots, x_{(N)}) = x_{(k)}$ . This aggregation operator satisfies the boundary conditions, the monotonicity, the symmetry, the idempotence and evidently the compensation behavior.

3) Three remarkable particular cases of the  $k$ -order statistic are the minimum, median and maximum:  $\min(x_1, x_2, \dots, x_N) = x_{(1)}$ ,  $\text{med}(x_1, x_2, \dots, x_N) = x_{(m)}$ ,  $\max(x_1, x_2, \dots, x_N) = x_{(N)}$ . The minimum gives the smallest value of a set, while the maximum gives the greatest one. They are aggregation operators since they satisfy the axioms of the definition. The main properties of these operators are monotonicity, symmetry, associativity, idempotence. Mathematically speaking they have a compensation behavior, but these are the limit cases. Using these operators, we will never obtain an aggregated value "in the middle". For this reason, we do not consider that we can talk about compensation behavior in this case.

4) Very notable particular case corresponds to the function  $K(x) = x^p$ . We obtain then Hölder mean:  $\text{Hol}_p(x_1, x_2, \dots, x_N) = \text{Power}_p(x_1, x_2, \dots, x_N) = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^p \right)^{1/p}$ . It is easy to see, that distances are particular cases of aggregation operator. We can use an arbitrary **Agg** as  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x})$ . For example,

1) The Kolmogorov aggregation distances

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_{\text{Kol}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = K^{-1} \left( \sum_{k=1}^K K(|c_k - x_k^i|) \right).$$

2) In particular, the Hölder aggregation distances

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_p(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^K |c_k - x_k^i|^p}.$$

3) The  $k$ -order statistic distance

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_{\text{OS}_k}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \text{OS}_k(|c_1 - x_1^i|, |c_2 - x_2^i|, \dots, |c_K - x_K^i|).$$

Three remarkable particular cases are maximum, median and minimum distances

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_{\max}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \max(|c_1 - x_1^i|, \dots, |c_K - x_K^i|),$$

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_{\text{med}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \text{med}(|c_1 - x_1^i|, \dots, |c_K - x_K^i|),$$

$$\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \rho_{\min}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) = \min(|c_1 - x_1^i|, \dots, |c_K - x_K^i|).$$

The same situation is true for the aggregation Fréchet cost function  $\text{Agg}_{\text{CF}}$ . Using different aggregation operators, we can obtain different aggregation Fréchet cost functions. For example,

1) The Kolmogorov-Fréchet cost functions

$$\text{Agg}_{\text{CF}} \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \rho_{\text{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = \text{Kol}_{\text{CF}} \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \rho_{\text{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = K^{-1} \left( \sum_{i=1}^K K(\rho_{\text{Agg}}^{(i)}) \right).$$

2) In particular, the Hölder-Fréchet cost functions

$$\text{Agg}_{\text{CF}} \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = \text{Hol}_p \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \rho_{\text{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^K (\rho_{\text{Agg}}^{(k)})^p}.$$

3) The  $k$ -order statistic-Fréchet cost functions

$$\text{Agg}_{\text{CF}} \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = \text{Agg}_{\text{OS}}^k \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \} = \text{OS}_k \{ \rho_{\text{Agg}}^{(1)}, \dots, \rho_{\text{Agg}}^{(N)} \}.$$

Three remarkable particular cases are maximum-, median- and minimum-Fréchet cost functions

$$\mathbf{Agg}_{CF} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \mathbf{Agg}_{\max} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \max \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\},$$

$$\mathbf{Agg}_{CF} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \mathbf{Agg}_{\text{med}} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \text{med} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\},$$

$$\mathbf{Agg}_{CF} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \mathbf{Agg}_{\min} \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\} = \min \left\{ \rho_{\mathbf{Agg}}^{(1)}, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(2)}, \dots, \rho_{\mathbf{Agg}}^{(N)} \right\}$$

and so on. Every pair  $\mathbf{Agg}_{CF}, \rho_{\mathbf{Agg}}$  gives us an exotic Fréchet aggregation MIMO-filters (10).

For example ,

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{AgFrechPt} \left[ \mathbf{Agg}_{Hol}, \rho_{\max} \mid \mathbf{f}(m, n) \right] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \mathbf{Agg}_{Hol} \left\{ \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^1), \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^2), \dots, \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^N) \right\} \right] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \sqrt[p]{\left[ \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^1) \right]^p + \left[ \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^2) \right]^p + \dots + \left[ \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^N) \right]^p} \right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{s}(i, j) &= \mathbf{AgFrechPt} \left[ \mathbf{Agg}_{Kol}, \rho_{\max} \mid \mathbf{f}(m, n) \right] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \mathbf{Agg}_{Hol} \left\{ \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^1), \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^2), \dots, \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^N) \right\} \right] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} K^{-1} \left[ K \left( \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^1) \right) + K \left( \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^2) \right) + \dots + K \left( \max(\mathbf{s}, \mathbf{x}^N) \right) \right]. \end{aligned}$$

**Suboptimal 2D Fréchet MIMO-filters.** In computation point view, it is better to restrict the infinite search domain from  $\mathbf{R}^K$  to a finite subset  $\mathbf{D} \in \mathbf{R}^K$ . We are going to use the following finite subsets:

- The set of observed data  $\mathbf{D}_{ob} = \{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N\} \subset \mathbf{R}^K$ .
- The hyperspectral hypercube  $\mathbf{D}_{dig} := [0, 255]^K$ . For example, if  $K = 3$ , then  $\mathbf{D}_{dig} = [0, 255]^3$  is the RGB-color cube.

In this case, we obtain definition of  $\mathbf{D}$ -optimal Fréchet points.

**Definition 2.** The suboptimal classical Fréchet mean and median (or  $\mathbf{D}$ -optimal Fréchet points) associated with the classical metric  $\rho(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  are the points  $\mathbf{c}_{subopt}^{dig} \in \mathbf{D}_{dig} = [0, 255]^K \subset \mathbf{R}^K$  and  $\mathbf{c}_{subopt}^{ob} \in \mathbf{D}_{ob} = \{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N\} \subset \mathbf{R}^K$  that minimizes the classical FCF over restricted search domains  $\mathbf{D}_{dig} = [0, 255]^K$  and  $\mathbf{D}_{ex} = \{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N\}$

$$\mathbf{c}_{subopt}^{dig} = \mathbf{D}_{dig} \text{-FrechPt} \left( \rho; w^1, w^2, \dots, w^N \mid \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N \right) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{D}_{dig}} \left( \sum_{i=1}^N w_i \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) \right),$$

$$\mathbf{c}_{subopt}^{ob} = \mathbf{D}_{ob} \text{-FrechPt} \left( \rho; w^1, w^2, \dots, w^N \mid \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N \right) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{D}_{ob}} \left( \sum_{i=1}^N w_i \rho(\mathbf{c}, \mathbf{x}^i) \right).$$

We use  $\mathbf{D}$ -Fréchet points for constructing the following nonlinear digital MIMO-filters

$$\hat{s}_{opt}(i, j) = \mathbf{R}^K \text{-FrechPt} \left[ \rho, w(m, n) \mid \mathbf{f}(m, n) \right] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} w(m, n) \rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right], \quad (11)$$

$$\hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{dig}(i, j) = \mathbf{D}_{dig} \text{-FrechPt}[\rho, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{dig}} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} w(m, n) \rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right], \quad (12)$$

$$\hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{ob}(i, j) = \mathbf{D}_{ob} \text{-FrechPt}[\rho, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{ob}} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} w(m, n) \rho(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right]. \quad (13)$$

The next generalization of Fréchet MIMO-filters is based on the following suboptimal Fréchet points.

**Definition 3.** The suboptimal generalized Fréchet points associated with an aggregation metric  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  are the points  $\mathbf{c}_{subopt}^{dig} \in \mathbf{D}_{dig} = [0, 255]^K \subset \mathbf{R}^K$  and  $\mathbf{c}_{subopt}^{ob} \in \mathbf{D}_{ob} = \{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N\} \subset \mathbf{R}^K$  that minimizes the AFCF over restricted search domains  $\mathbf{D}_{dig} = [0, 255]^K$  and  $\mathbf{D}_{ob} = \{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N\}$

$$\begin{aligned} \mathbf{c}_{subopt}^{dig} &= \mathbf{D}_{dig} \text{-AgFrechPt}(\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}; w^1, \dots, w^N | \mathbf{x}^1, \dots, \mathbf{x}^N) = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{D}_{dig}} \left[ \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w_1 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N) \right\} \right], \\ \mathbf{c}_{subopt}^{ob} &= \mathbf{D}_{ob} \text{-AgFrechPt}(\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}; w^1, \dots, w^N | \mathbf{x}^1, \dots, \mathbf{x}^N) = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{D}_{ob}} \left[ \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w_1 \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^1), \dots, w_N \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x}^N) \right\} \right]. \end{aligned}$$

We use these points for constructing the following nonlinear digital MIMO-filters

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{opt}(i, j) &= \mathbf{R}^K \text{-AgFrechPt}[\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w(m, n) \cdot \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right\} \right], \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{dig}(i, j) &= \mathbf{D}_{dig} \text{-AgFrechPt}[\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{dig}} \left[ \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w(m, n) \cdot \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right\} \right], \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{ob}(i, j) &= \mathbf{D}_{ob} \text{-AgFrechPt}[\text{Agg}_{\text{CF}}, \rho_{\text{Agg}}, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{ob}} \left[ \text{Agg}_{\text{CF}} \left\{ w(m, n) \cdot \rho_{\text{Agg}}(\mathbf{s}, \mathbf{f}(m, n)) \right\} \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

**Example 1.** If observation data are real numbers, i.e.,  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}$ , and the distance function is the city distance  $\rho(x, y) = \rho_1(x, y) = |x - y|$ , AFCF is  $L_p$ -distance, then the optimal and suboptimal Fréchet points for data  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}$  to be

$$\mathbf{c}_{opt} = \mathbf{R}^K \text{-AgFrechPt}(\text{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right),$$

$$\mathbf{c}_{subopt}^{dig} = \mathbf{D} \text{-FrechPt}(\text{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{D}_{dig}} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right),$$

$$\mathbf{c}_{subopt}^{ob} = \mathbf{D} \text{-FrechPt}(\text{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{D}_{ob}} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right).$$

In particular, if  $p=1,2,\infty$  then we obtain the Fréchet point (**FrechPt**), arithmetic mean (**ArithMean**) and midrange (**MidPt**) of a set of observations  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}$ , respectively:

$$\begin{aligned} c_{opt} &= \mathbf{R}\text{-AgFrechPt}(\mathbf{Hol}_1, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \sum_{i=1}^N |c - x^i| \right) \equiv \mathbf{FrechPt}(x^1, x^2, \dots, x^N), \\ c_{opt} &= \mathbf{R}\text{-AgFrechPt}(\mathbf{Hol}_2, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right) \equiv \mathbf{ArithMean}(x^1, \dots, x^N) = \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x^i, \\ c_{opt} &= \mathbf{R}\text{-AgFrechPt}(\mathbf{Hol}_\infty, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{R}} \left( \max_{i=1,2,\dots,N} |c - x^i| \right) \equiv \mathbf{MidPt}(x^1, x^2, \dots, x^N) = \\ &= [\mathbf{Max}(x^1, x^2, \dots, x^N) + \mathbf{Min}(x^1, x^2, \dots, x^N)] / 2. \end{aligned}$$

In this case, filters

$$\hat{s}_{opt}^{\equiv}(i, j) = \mathbf{R}\text{-AgFrechPt}[\mathbf{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | f(m, n)] = \arg \min_{s \in \mathbf{R}} \left[ \sqrt[p]{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} |s - f(m, n)|^p} \right]. \quad (17)$$

are the optimal maximum likelihood SISO-filter for Laplacian ( $p=1$ ), Gaussian ( $p=2$ ) and Uniform (on  $[-0.5, +0.5]$ ) PDF ( $p=\infty$ ) of noises, respectively.

If  $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{dig} = [0, 255]$  then we obtain the following suboptimal estimates (for the same values  $p=1, 2, \infty$ ):

$$c_{subopt}^{dig} = \mathbf{D}_{dig}\text{-AgFrechPt}(\mathbf{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in [0, 255]} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right).$$

In this case, filters

$$\hat{s}_{subopt}^{dig}(i, j) = \mathbf{D}_{dig}\text{-AgFrechPt}[\mathbf{Hol}_p, \rho_1 | f(m, n)] = \arg \min_{s \in [0, 255]} \left[ \sqrt[p]{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} |s - f(m, n)|^p} \right]. \quad (18)$$

are the suboptimal maximum likelihood SISO-filter for the same noises.

If  $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{ob} = \{x^1, x^2, \dots, x^N\}$  then we obtain the next suboptimal estimates (for the same values  $p=1, 2, \infty$ ): the suboptimal Fréchet point is the classical median (**Med**), arithmetic mean (**ArithMean**) and midrange (**MidPt**) of a set of observations  $x^1, x^2, \dots, x^N \in \mathbf{R}$ , respectively:

$$c_{subopt}^{ob} = \mathbf{D}_{ob}\text{-AgFrechPt}(\mathbf{Hol}_p, \rho_{\text{Agg}} = \rho_1 | x^1, x^2, \dots, x^N) = \arg \min_{c \in \mathbf{D}_{ob}} \left( \sqrt[p]{\sum_{i=1}^N |c - x^i|^p} \right).$$

In this case, filters

$$\hat{s}_{subopt}^{ob}(i, j) = \mathbf{D}_{ob}\text{-AgFrechPt}[\mathbf{Hol}_p, \rho_1 | f(m, n)] = \arg \min_{s \in \mathbf{D}_{ob}} \left[ \sqrt[p]{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} |s - f(m, n)|^p} \right]. \quad (19)$$

are the suboptimal maximum likelihood SISO-filter for the same noises. It is interesting that only in the first case we have classical median filter

$$\mathbf{Med}_{(m,n) \in M(i,j)} [f(m,n)] \equiv \mathbf{D}_{ob} - \mathbf{AgFrechPt} [\mathbf{Hol}_1, \rho_1, |f(m,n)] = \arg \min_{s \in D_{ob}} \left[ \sum_{(m,n) \in M(i,j)} |s - f(m,n)| \right].$$

**Example 2.** If observation data are vectors, i.e.,  $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N \in \mathbf{R}^K$  and the distance function is  $\ell_p$  distance  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \rho_p(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \|\mathbf{x} - \mathbf{y}\|_p$  then we have

$$\begin{aligned} \mathbf{c}_{opt} &= \mathbf{R}^K - \mathbf{AgFrechPt} (\mathbf{Agg}_{CF}, \rho_p; w^1, \dots, w^N | \mathbf{x}^1, \dots, \mathbf{x}^N) = \\ &= \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} \left[ \mathbf{Agg}_{CF} \left\{ w_1 \|\mathbf{c} - \mathbf{x}^1\|_p, \dots, w_N \|\mathbf{c} - \mathbf{x}^N\|_p \right\} \right], \end{aligned}$$

In particular, if  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_q$  (and  $w^1 = w^2 = \dots = w^N$ ) then

$$\mathbf{c}_{opt} = \mathbf{R}^K - \mathbf{AgFrechPt} (\mathbf{Hol}_q, \rho_p | \mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2, \dots, \mathbf{x}^N) = \arg \min_{\mathbf{c} \in \mathbf{R}^K} \left[ \sqrt[q]{\sum_{i=1}^N \left( \sum_{k=1}^K |c_k - x_k^i|^p \right)^{q/p}} \right].$$

If  $p=1, 2, \infty$  and  $q=1, 2, \infty$  then we obtain nine Fréchet points and nine Fréchet MIMO-filters

$$\hat{\mathbf{s}}_{opt}(i, j) = \mathbf{R} - \mathbf{AgFrechPt} [\mathbf{Hol}_q, \rho_p | \mathbf{f}(m, n)] = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left[ \sqrt[q]{\sum_{(m,n) \in M(i,j)} \left( \sum_{k=1}^K |s_k - f_k(m, n)|^p \right)^{q/p}} \right], \quad (20)$$

For each pair of aggregation operators, we get the unique class of new nonlinear filters. If one can accurately model the noise distribution, then the filtering results can be significantly improved by using a suitable metric  $\rho_{\text{Agg}}(\mathbf{c}, \mathbf{x})$  or aggregation cost function  $\mathbf{Agg}_{CF}$ . The link between the noise distribution and the metric is given by the maximum likelihood theory.

## Results and Discussion

We performed a number of experiments with the proposed MIMO-filters using several images. The results of some of them are presented here. We developed five the following filtering algorithms:

1) Classical arithmetic mean MIMO-filter (**Mean**)

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}(i, j) &= \mathbf{FrechMean} [\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1, \rho_1^2 | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^K} \left( \sum_{(m,n) \in M(i,j)} \|\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)\|_1^2 \right) = \frac{1}{N} \sum_{(m,n) \in M(i,j)} \mathbf{f}(m, n), \end{aligned}$$

2) Classical vector-valued median filter - independent median filtering along every channel  $\mathbf{R}_r, \mathbf{R}_g$  and  $\mathbf{R}_b$  with the research domain in the form of observed data  $s_r \in D_{r,ob} \subset [0, 255]_r$ ,  $s_g \in D_{g,ob} \subset [0, 255]_g$ ,  $s_b \in D_{b,ob} \subset [0, 255]_b$  (three median SISO-filters acting in each channel. Our designate  $D_{ob}$ -SISO<sup>3</sup>-filter or **Med**)

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{ob}(i, j) &= \mathbf{D}_{ob} - \mathbf{AgFrechPt} [\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1, \rho_1, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \arg \min_{\substack{s_r \in D_{r,ob} \subset [0, 255]_r \\ s_g \in D_{g,ob} \subset [0, 255]_g \\ s_b \in D_{b,ob} \subset [0, 255]_b}} \left[ \sum_{(m,n) \in M(i,j)} |\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)| \right]. \end{aligned} \quad (21)$$

- 4) Elaborated vector-valued median filter - independent median filtering along every channel  $\mathbf{R}_r, \mathbf{R}_g$  and  $\mathbf{R}_b$  with the research domain in the form of digital domains  $s_r \in [0, 255]_r, s_g \in [0, 255]_g, s_b \in [0, 255]_b$  (three elaborated median SISO-filters acting in each channel -  $D_{dig}$ -SISO<sup>3</sup>-filter or **ElabMed**)

5)

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{dig}(i, j) &= \mathbf{D}_{ob} - \mathbf{AgFrechPt}[\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1, \rho_1, w(m, n) | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \mathbf{arg} \min_{\substack{s_r \in [0, 255]_r \\ s_g \in [0, 255]_g \\ s_b \in [0, 255]_b}} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} |\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)| \right]. \end{aligned} \quad (22)$$

- 4) Classical vector-valued median MIMO-filter [13-14] with the research domain in the form of observed data  $\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{ob} = \{\mathbf{f}(m, n)\}_{(m, n) \in M(i, j)} \subset [0, 255]_{rgb}^3$  ( $\mathbf{D}_{ob}$ -MIMO or **VecMed**)

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{ob}(i, j) &= \mathbf{D}_{ob} - \mathbf{AgFrechPt}[\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1, \rho_1 | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \mathbf{arg} \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{D}_{ob} \subset [0, 255]_{rgb}^3} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} |\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)| \right], \end{aligned} \quad (23)$$

- 5) Elaborated vector-valued median MIMO-filter with the research domain in the form of RGB-cube  $\mathbf{s} \in [0, 255]_{rgb}^3$  ( $\mathbf{D}_{dig}$ -MIMO or **ElabVecMed**)

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{subopt}^{dig}(i, j) &= \mathbf{D}_{dig} - \mathbf{AgFrechPt}[\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1, \rho_1 | \mathbf{f}(m, n)] = \\ &= \mathbf{arg} \min_{\mathbf{s} \in [0, 255]_{rgb}^3} \left[ \sum_{(m, n) \in M(i, j)} |\mathbf{s} - \mathbf{f}(m, n)| \right], \end{aligned} \quad (24)$$

For the experiments presented here, the "Macaw" images (Figures 2a,3a,4a, respectively) are used. Salt-Pepper and Unichannel Uniform-PDF noises are added to the images to obtain noised images with different peak signal-to-noise (PSNR). The performance evaluation of the filtering operation is quantified by the PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). The proposed suboptimal Fréchet MIMO-filters (21)-(24) has been applied to noised 3×3 image "Macaw". We use 3×3-window. The denoised images are shown in Fig. 3-5. Tables 1-3 are the filtering results at different intensities and types of noise. All Fréchet MIMO-filters ( $\mathbf{D}_{ob}$ -MIMO and  $\mathbf{D}_{dig}$ -MIMO) have very good denoised properties. It is easy to see that results for Fréchet filters  $\mathbf{D}_{ob}$ -MIMO and  $\mathbf{D}_{dig}$ -MIMO are better, compared to the classical **Mean- and-  $D_{ob}$ -SISO<sup>3</sup>** filters. Filter  $D_{dig}$ -SISO<sup>3</sup> gives elaborated results with respect to their classical counterpart  $D_{ob}$ -SISO<sup>3</sup>. These facts confirm that further investigation of these new filters is perspective.



a) Original image



b) Noise images, PSNR=25.0

c)  $\text{Agg}_{\text{CF}} = \text{Hol}_1$ ,  $\rho_{\text{Agg}} = \rho_2$ ,

$$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{\text{ob}} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b, \text{PSNR} = 27.69.$$

d)  $\text{Agg}_{\text{CF}} = \text{Hol}_1$ ,  $\rho_{\text{Agg}} = \rho_2$ ,

$$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{\text{dig}} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b, \text{PSNR} = 29.26.$$

e)  $\text{Agg}_{\text{CF}} = \text{Hol}_1$ ,  $\rho_{\text{Agg}} = \rho_2$ ,

$$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{\text{ob}} \in \mathbf{R}_{\text{rgb}}^3, \text{PSNR} = 29.92.$$

f)  $\text{Agg}_{\text{CF}} = \text{Hol}_1$ ,  $\rho_{\text{Agg}} = \rho_2$ ,

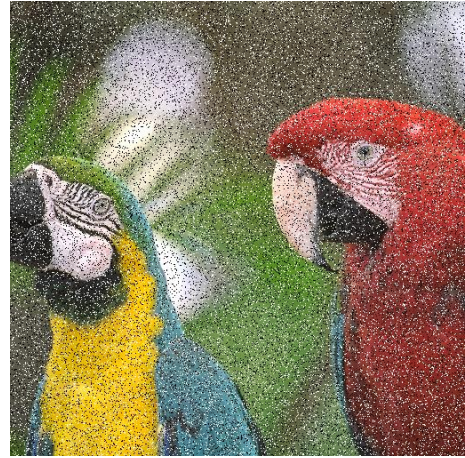
$$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{\text{dig}} \in \mathbf{R}_{\text{rgb}}^3, \text{PSNR} = 30.48.$$

Fig. 3. Original (a) and noise (b) images.

Impulse noise: "Uniform PD". Denoised images (c)-(f).



a) Original image



b) Noise images, PSNR=15.2



c)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,

$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{ob} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b$ , PSNR = 20.60.



d)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,

$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{dig} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b$ , PSNR = 29.70.



e)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,

$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{ob} \in \mathbf{R}_{rgb}^3$ , PSNR = 29.61.



f)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,

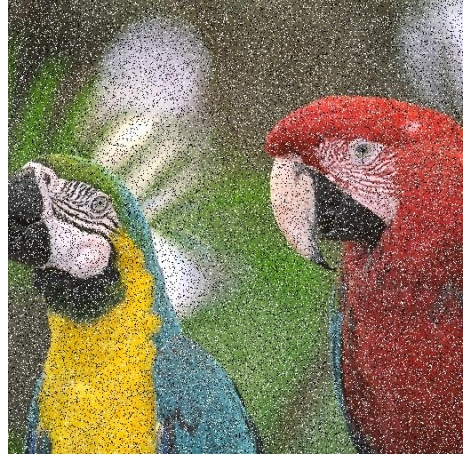
$\mathbf{D} = \mathbf{D}_{dig} \in \mathbf{R}_{rgb}^3$ , PSNR = 29.81.

Fig. 4. Original (a) and noise (b) images.

Impulse noise: "Black-white salt-pepper". Denoised images (c)-(f).



a) Original image



b) Noise images, PSNR=15.28

c)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,
 $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{ob} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b$ , PSNR = 21.25.
d)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,
 $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{dig} \in \mathbf{R}_r \times \mathbf{R}_g \times \mathbf{R}_b$ , PSNR = 29.99.
e)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,
 $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{ob} \in \mathbf{R}_{rgb}^3$ , PSNR = 31.86.
f)  $\mathbf{Agg}_{CF} = \mathbf{Hol}_1$ ,  $\rho_{Agg} = \rho_2$ ,
 $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{dig} \in \mathbf{R}_{rgb}^3$ , PSNR = 32.07.

Fig. 5. Original (a) and noise (b) images.  
Impulse noise: "Color Salt-Pepper". Denoised images (c)-(f).

Table 1. Noise wit uniform pdf

| %  | PSNR  | Mean  | Med   | Elab<br>Med | Vec<br>Med | ElabVec<br>Med |
|----|-------|-------|-------|-------------|------------|----------------|
| 05 | 19.05 | 26.68 | 24.16 | 24.16       | 22.36      | 25.83          |
| 10 | 15.71 | 23.99 | 20.88 | 20.88       | 19.09      | 22.71          |
| 20 | 13.48 | 21.89 | 18.57 | 18.57       | 16.64      | 20.52          |
| 40 | 11.79 | 20.11 | 16.72 | 18.57       | 15.11      | 18.77          |
| 50 | 10.57 | 18.69 | 15.37 | 15.37       | 13.84      | 17.46          |
| 70 | 08.83 | 16.41 | 13.26 | 13.26       | 11.91      | 15.44          |

Table 2. Black-white salt-pepper noise

| %  | PSNR  | Mean  | Med   | Elab<br>Med | Vec<br>Med | Elab-<br>VecMed |
|----|-------|-------|-------|-------------|------------|-----------------|
| 01 | 15.27 | 23.47 | 32.97 | 32.92       | 32.92      | 33.02           |
| 05 | 12.49 | 20.60 | 29.80 | 29.80       | 29.72      | 29.80           |
| 10 | 10.94 | 18.87 | 25.54 | 25.46       | 25.46      | 25.50           |
| 20 | 09.90 | 17.47 | 21.81 | 21.67       | 21.67      | 21.74           |
| 50 | 09.15 | 16.51 | 18.92 | 18.92       | 18.75      | 18.82           |
| 70 | 08.54 | 15.67 | 16.61 | 16.61       | 16.40      | 16.51           |

Table 3. Color salt-pepper noise

| %  | PSNR  | Mean  | Med   | Elab-<br>Med | Vec-<br>Med | Elab-<br>VecMed |
|----|-------|-------|-------|--------------|-------------|-----------------|
| 01 | 15.20 | 23.49 | 32.77 | 32.77        | 33.26       | 33.54           |
| 05 | 12.40 | 20.56 | 29.58 | 29.58        | 31.84       | 32.09           |
| 10 | 10.93 | 18.78 | 25.57 | 25.57        | 30.00       | 30.10           |
| 20 | 09.81 | 17.43 | 21.78 | 21.78        | 27.32       | 27.32           |
| 50 | 09.13 | 16.48 | 19.00 | 19.00        | 24.77       | 24.82           |
| 70 | 08.82 | 15.63 | 16.60 | 16.60        | 22.06       | 22.26           |

### Conclusion

A new class of nonlinear generalized MIMO-filters for multichannel image processing are introduced in this paper. These filters are based on an arbitrary pair of aggregation operators, which could be changed independently of one another. For each pair of parameters, we get the unique class of new nonlinear MIMO-filters. The main goal of the work is to show that generalized Fréchet aggregation means can be used to solve problems of image filtering in a natural and effective manner.

### Acknowledgment

This work was supported by grants the RFBR № 17-07-00886, № 17-29-03369 and by Ural State Forest Engineering's Center of Excellence in "Quantum and Classical Information Technologies for Remote Sensing Systems".

### References

- Astola J.* Vector median filters / Haavisto P., Neuvo Y. // Proc. IEEE Trans. Image Processing. 1990. Vol. 78. P. 678–689.
- Astola J.* Fundamentals of Nonlinear Digital Filtering / J. Astola, P. Kuosmanen. New York: CRC Press LLC. 1997. 288 p.
- Bullen P.S.* Means and their Inequalities / Mitrinovic D. S., Vasic P. M. // Mathematics and its Applications (East European Series), Reidel Publishing Co., Dordrecht, The Netherlands. 1988. P. 225-245.
- Chandrasekaran R.* Algebraic optimization: The Fermat-Weber problem / Tamir F. // Mathematical Programming. 1990. Vol. 46. P. 219-224.
- Dougherty E.R.* An Introduction to Nonlinear Image Processing / E.R. Dougherty, J. Astola. Washington: SPIE Press, 1994. 182 p.
- Fréchet M.* Les elements aleatoires de nature quelconque dans un espace distance // Ann. Inst. H. Poincare. 1948. Vol.10. No. 3. P. 215–310.
- Heath T.* A History of Greek Mathematics: From Thales to Euclid / Dover, New York. 1981. Vol. 1. 172 p.
- Labunets V.G.* Systematic approach to nonlinear filtering associated with aggregation operators. Part 1. SISO-filters // Eco-Potential. 2017. No 1. P. 95-107.
- Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 1. Aggregation Operators // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014a. Vol. 24. P. 1239 – 1240.
- Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 2. The Kolmogorov filters / Gainanov D.N., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014b. Vol. 24. P. 1241 – 1242.
- Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 3. The Heron filters / Gainanov D.N., Tarasov A.D., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014c. Vol. 24. P. 1243 – 1244.
- Labunets V.G.* Filters based on aggregation operators. Part 4. Generalized vector median filters/ Gainanov D.N., Arslanova R.A., Ostheimer E. // Proc. of the 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Crimea, Russia. 2014d. Vol. 24. P. 1245—1246.
- Mayor G.* On the representation of some Aggregation functions / Trillas E. // Proceeding of ISMVL. 1986. P. 111-114.
- Mitra S.K.* Nonlinear Image Processing // Academic Press Series in Communications, Networking, and Multimedia. San Diego, New York. 2001. 248 p.
- Tang K.* Nonlinear multivariate image filtering techniques / Astola J., Neuvo Y. // IEEE Trans. Image Processing. 1996. Vol. 4. P. 788–798.

**Рецензент статьи:** кандидат технических наук, доцент Института радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета С.М. Зраенко.

**КУЛЬТУРОЛОГИЯ**

УДК 327.57

**А.В. Иванов, С.М. Журавлева**  
**A.V. Ivanov, S.M. Zhuravleva**

Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул

**СИБИРЬ КАК ПРОСТРАНСТВО МИРА И КУЛЬТУРНОГО ДИАЛОГА****SIBERIA AS A TERRITORY OF PEACE AND CULTURAL DIALOGUE**

**Ключевые слова:** *народы Сибири, миротворчество, межкультурный диалог, сотрудничество и сосуществование народов, континентальное посредничество, мироинтегрирующая геополитическая миссия.*

Приведены факты, доказывающие, что Сибирь всегда являлась территорией мира. Проанализирован миротворческий потенциал Сибири в современную эпоху. Показана ее объединительная роль между Востоком и Западом, Севером и Югом Евразии, где особую роль призван сыграть трансевразийский континентальный мост «Алтай-Гималаи» - не только транспортный торгово-экономический, но прежде всего межкультурный и научно-мировоззренческий. В строительстве его интеллектуальной составляющей сегодня принимают активное участие и алтайские ученые.

**Key words:** *Siberia, peacemaking, intercultural dialogue, cooperation and coexistence of peoples, continental intermediation microenterprise geopolitical mission.*

Given facts proved that Siberia has always been a territory of peace. The peacekeeping potential of Siberia in the modern era is analyzed. Its unifying role between the East and West, North and South of Eurasia is shown, where a special role would play TRANS-Eurasian continental bridge "Altai-Himalayas" - not only the transport trade, but above all intercultural and scientific worldview. Altai scientists are actively take part in this process.

**Иванов Андрей Владимирович** – доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философии Алтайского государственного аграрного университета (г. Барнаул). Тел.: 8-903-910-94-62; e-mail: [ivanov\\_a\\_v\\_58@mail.ru](mailto:ivanov_a_v_58@mail.ru).

**Ivanov Andrey Vladimirovich** - Doctor of philosophical sciences, Professor, head of Department of philosophy, Altai State Agrarian University. Phone: 8-903-910-94-62. E-mail: [ivanov\\_a\\_v\\_58@mail.ru](mailto:ivanov_a_v_58@mail.ru).

**Журавлева Светлана Михайловна** – кандидат философских наук, доцент кафедры философии Алтайского государственного аграрного университета (г. Барнаул). Тел.: 8-903-910-94-62; e-mail: [Jurav27@yandex.ru](mailto:Jurav27@yandex.ru).

**Zhuravleva Svetlana Mikhaylovna** - Candidate of philosophical Sciences, associate Professor of philosophy, Altai State Agrarian University. E-mail: [Jurav27@yandex.ru](mailto:Jurav27@yandex.ru).

Цель статьи - анализ *миротворческого потенциала* Сибири, что приобретает особое значение в нынешних условиях нарастающей глобальной конфронтации и ксе-

нофобии. Начнем с эмпирической констатации: *две разрушительные мировые войны XX века обошли Сибирь стороной* в отличие от большинства других территорий Евразии, а насилие в гражданской войне было менее масштабным и ожесточенным, чем в европейской части России.

Что касается предшествующих столетий, то в Сибири мы практически не видим сколь-нибудь крупных международных военных конфликтов. Все сибирские народы, вошедшие в состав Российской империи, сохранили свою культурную самобытность и национальные языки, а силы дипломатии и мира, даже в самые беспокойные и полные локальных конфликтов XVI-XVIII века, всегда преобладали здесь над военной агрессией.

Столкновение геополитических интересов двух крупнейших государств в этом регионе – России и Китая – не привело к длительным и кровавым конфликтам. В.А. Моисеев (2003) пишет: «Несмотря на все сложности и трудности во взаимоотношениях столь отличных друг от друга в цивилизационно-историческом плане сторон, Россия, хотя и прибегала к военному давлению, не совершала актов прямой агрессии против Китая. Приоритетным направлением в политике России в Китае всегда была взаимовыгодная торговля». Что касается взаимоотношений России с Джунгарией (третьим крупным геополитическим игроком в сердце Евразии), то и здесь политика мира всегда побеждала соблазн военного доминирования. Кровавый характер носили столкновения в Центральной и Средней Азии между Джунгарией и Цинским Китаем, казахами и джунгарами, а сама Сибирь была местом спасения от войны и геноцида. Так Н.С. Модоров и В.Г. Дацышен (2009) пишут об агрессии цинского Китая в XVIII веке: «Алтайцы и тувинцы, подвергшиеся нападению китайских отрядов, защищались как могли. Но силы были явно не равны. Поэтому и те, и другие стали уходить от наседавших на них маньчжуров под защиту русских крепостей и форпостов». Не случайно российское подданство приняли и тувинцы, и алтайцы, и именно в Сибири искал спасения последний защитник свободной Джунгарии Амарсанаа.

Не всегда принимают во внимание и то, что выстроенная Россией в Сибири система оборонительных линий выполняла помимо военных и очень важные *миросозидающие функции*. С одной стороны, она достаточно жестко отмежевывала внутренние территории российской империи, как пространство устойчивого мира, от степного пространства потенциальной вражды и насилия. За крепостными стенами и оборонительными валами купцы, мещане и крестьяне чувствовали себя в относительной безопасности. С другой стороны, этот российский фронт (подвижная граница), в отличие от английского и американского, не делил мир жестко на своих и чужих, на цивилизованное и варварское, человеческое и «недочеловеческое» пространства, а служил местом активной приграничной торговли и культурного взаимодействия между народами. Укрепленные пограничные поселки на долгие годы становились центрами хозяйственной жизни, интенсивного межкультурного и межличностного общения, т.е. фактически территориями активного миротворчества.

Так, крупнейший исследователь Сибири и Центральной Азии Г.Н. Потанин в статье «Сибирские казаки» пишет: «Как на левом, так и на правом берегу Иртыша, к линии примыкают киргизские кочевья, так что здешние казаки окружены киргизами и находятся под их исключительным влиянием. Почти все население говорит киргизским языком, нередко предпочитая его, легкости ради, родному языку. Для многих это – колыбельный язык, потому что няньками и стряпками здесь бывают киргизки. Не только простые казачки, но и казачки-барышни болтают здесь по-киргизски... Рассказывают анекдоты о станичных начальниках, которые в своих рапортах сбиваются с русского языка и оканчивают доклад на киргизском... Киргизские привычки простираются и на одежду, и на пищу казаков. Подобно кочевнику иртышский казак любит носить широкие плисовые шаровары, халат из бухарской парчи или саранджи и лисью шапку, назы-

ваемую по-киргизски борика. Иртышский казак – страстный охотник до киргизских национальных блюд. Он ест наравне с киргизом конину и казы (колбасы из конского мяса) и не уступает ему в способности выпить турсук кумыса» (цит. по: Алексеев, 2003).

Понятно, что в разное время и в разных частях Сибири отношения между русскими и другими этносами складывались по-разному. Алтай – пример гармоничного вхождения русских в пространство сибирских и центрально-азиатских народов, а, скажем, взаимоотношения между русскими и местным населением в Югре были гораздо более натянутыми. Однако, подчеркнем еще раз: установка на мирное сосуществование и сотрудничество народов всегда была в Сибири сильнее, чем установка на насильственное завоевание. В каком-то смысле именно Сибирь стала наиболее ярким практическим воплощением знаменитой фразы теоретика евразийства П.Н. Савицкого (1977), что *«над Евразией веет дух своеобразного “братства народов”, имеющий свои корни в вековых соприкосновениях и культурных слияниях народов различных рас... Это “братство народов” выражается в том, что здесь нет противоположения “высших” и “низших” рас, что взаимные притяжения здесь сильнее, чем отталкивания, что здесь легко просыпается “воля к общему делу”»*.

Надо также принять во внимание суровые природные условия сибирской жизни и редкую заселенность сибирских пространств. Длительность периода, когда можно вести сельскохозяйственную деятельность, составляет в России не более семи месяцев в отличие от той же Западной Европы, где аналогичный период длится десять месяцев, или от Китая, где можно хозяйствовать вообще круглогодично, получая до трех урожаев в год. Если обратиться к коэффициенту биологической продуктивности почв и для России принять его за 100, то для Западной Европы он будет равен 150, США – 187, Индии – 363, Бразилии – 449, а Индонезии – и вовсе 523. Это означает, что при одних и тех же затратах труда и других ресурсов с одного гектара пашни в США получают в среднем в 1,87 раз больше растительной массы, чем в России (Лойко, 2000).

Суровость российского климата, которая неуклонно повышается по мере продвижения с западных рубежей России в сторону Сибири, влечет за собой и неизбежный рост издержек производства в виде затрат на отопление помещений, увеличение доз кормления скота в зимний период, теплую одежду для всей семьи, высокие риски хозяйствования. Из этих очевидных фактов следует закономерный вывод об объективной невозможности в Сибири примата принципа конкуренции над принципом кооперации, сугубо частного хозяйственного интереса над общественными интересами, грубо говоря, гоббсовского принципа «всеобщей вражды» над принципом «соборного согласия и мира». Не случайно и слово община в русском языке именуется «міром». *Без межчеловеческого мира и социального «міра» в той же Сибири было попросту не жить и не встать на путь процветания.*

Здесь возникает одна важная тема, которой необходимо коснуться. Часто миротворчество отождествляют с абстрактным пацифизмом и непротивленчеством толстовского типа. Но *нет миротворчества без защиты Родины и высших ценностей человеческого бытия*. Сибиряки вносили значительный вклад в защиту Отечества на протяжении всей истории России. Так, Тимур Ламбаев (2005) пишет: «На полях Отечественной войны 1812 года сибиряки показали себя прекрасными воинами. Селенгинский пехотный и Тобольский гренадерский полки сражались под Смоленском. Селенгинский полк под Смоленском потерял почти 3/4 своего состава, но и сам нанес врагу большой урон... Селенгинский пехотный полк покрыл себя неувядаемой славой в годы первой обороны Севастополя 1854-1855 годов. Селенгинцы стояли насмерть на самых опасных ключевых позициях к городу». Что касается участия сибиряков в первой мировой войне, то факты свидетельствуют об их исключительной стойкости и мужестве, особенно в первые ее месяцы, когда они ценой многочисленных жертв сумели сдержать мас-

сированное наступление немцев в Польшу. Немецкий генерал Г. Блюментрит писал: «Сибиряк, которого частично или даже полностью можно считать азиатом, еще выносливее, еще сильнее и обладает значительно большей сопротивляемостью, чем его европейский соотечественник. Мы уже испытали это на себе во время первой мировой войны, когда нам пришлось столкнуться с Сибирским армейским корпусом» (цит. по: Моисеев, 2003).

Что же касается Второй мировой войны, то общеизвестно, какую важнейшую роль сыграли сибирские дивизии в разгроме немцев под Москвой, сколько раненых было поставлено на ноги в сибирских госпиталях и сколько оружия для победы было произведено на сибирских заводах.

Сибиряки также на протяжении всей истории принимали у себя пленных агрессоров: шведов и поляков, немцев и японцев. До Сибири неизбежно докатывались страшные волны мировых войн, но если взаимная ненависть кипела на полях сражений, то *Сибирь была скорее местом заживления военных ран и примирения дотоле враждовавших народов*. Здесь немцы и японцы могли воочию убедиться в прекрасных человеческих качествах тех, кого они еще вчера считали людьми второго сорта и над которыми мечтали господствовать. Пленные и Первой, и Второй мировых войн признавали, что сибиряки могли питать к ним презрение, но ненависти – никогда. Факты пребывания пленных немцев в Омске в условиях Первой мировой войны доказывают, что «русское население не испытывало особой неприязни к пленным. И даже наоборот, нередко выражало им сочувствие» (Германские и Австрийские пленные...). Неслучайно из сибирского плена, несмотря на всю его тяжесть, многие иностранцы вынесли в первую очередь понимание *ценности мира и недопустимости ксенофобии*.

Что же касается современного *миротворческого потенциала Сибири*, то он в первую очередь связан с ее огромными невозобновляемыми и возобновляемыми природными ресурсами. При этом сибиряки никогда не вставали на позиции сепаратизма и местничества, никогда не страдали сырьевым эгоизмом, а, наоборот, считали свои природные богатства предназначенными для всемирного объединения и примирения. Понятно, что сегодня сибиряки должны получать свою заслуженную долю природных богатств и развиваться ускоренными социальными темпами. Что же касается ведения хозяйства в Сибири, в том числе и добычи сырья, то здесь должны соблюдаться все экологические требования, а любые крупные технические проекты, типа строительства Катунской ГЭС или ведения газопровода в Китай через плоскогорье Укок на том же Алтае, должны подвергаться всесторонней и обстоятельной экспертизе с участием незаинтересованной научной общественности. Соответственно и миротворческая миссия Сибири возможна лишь на путях так называемой «зеленой экономики»<sup>1</sup>, нацеленной на максимально рачительное хозяйствование, сближение природных и хозяйственных процессов, на коэволюцию биосферы и общества.

Важный аспект современного миротворческого потенциала Сибири – ее срединное транспортное расположение между Востоком и Западом, Севером и Югом Евразии, *континентальное посредничество* между интенсивно развивающимися тихоокеанским и атлантическим пространственными цивилизационными сегментами. Эту *мироинтегрирующую транспортно-торговую и геополитическую миссию* Сибирь начала играть уже со времени строительства Транссиба. Нынешний же китайский проект «Нового Шелкового пути», который должен пройти через территории китайского Синьцзяна, Казахстан и выйдет на территорию России в районе Урала, должен быть обязательно выполнен и скорректирован российским мегапроектом создания транспортно-энергетического, экономического и культурного мегакоридора Сибирь-Индия или, точнее, Алтай-Гималаи. Его идею высказал еще Н.К. Рерих, и семья Рерихов сама прошла

<sup>1</sup> О перспективах развития Сибири на путях «зеленой экономики» см. в монографии алтайских ученых (Иванов, Фотиева, Шишин, 2014).

этим путем из Индии в Сибирь во время своей знаменитой Центрально-Азиатской экспедиции осенью 1925 года. Любопытно, что этот древний торговый и паломнический путь действовал вплоть до оккупации Тибета Китаем в 1950-ые годы.

Сегодня проект строительства железной дороги из Сибири через Монголию и Китай в Индию предложил министр обороны Шойгу (Шойгу предложил..., 2014), а посол Индии в России озвучил предложение индийской стороны о прокладке магистрального газопровода из Сибири в Индию через территорию Китая (Индия хочет получать российский газ..., 2014). В русле этих инициатив на правительственном уровне нынешнее активное сотрудничество алтайских и индийских ученых в рамках недавно образованной научной группы «Алтайско-Гималайская инициатива» может рассматриваться как строительство интеллектуального трансевразийского континентального моста дружбы между Алтаем и индийскими Гималаями (см. Иванов и др., 2016), но это уже отдельная тема.

### Список использованной литературы

*Алексеев Н.В.* Взаимосвязи казахского и русского населения в Восточном Казахстане (XVIII–первая половина XIX в.). Усть-Каменогорск: Изд-во «Медиа-Альянс», 2003. 140 с.

Германские и Австрийские пленные в Сибири (1914-1917) // Режим электронного доступа: ([http://museum.omskelecom.ru/deutsche\\_in\\_sib/BOOK/plen.htm](http://museum.omskelecom.ru/deutsche_in_sib/BOOK/plen.htm)).

*Иванов А.В., Фотиева И.В., Артамонова Т.А.* Алтай-Гималаи: биосферно-хозяйственные параллели и перспективы евразийского сотрудничества // Вестник АГАУ. 2016. № 7 (141). С.189-193.

*Иванов А.В., Фотиева И.В., Шишин М.Ю.* На путях к новой цивилизации (очерки духовно-экологического мировоззрения). Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. 219 с.

Индия хочет получать российский газ через Китай // Сайт ПОЛИТСИБРУ от 20.10. 2014 (<http://finance.rambler.ru/news/economics/147343542.html>).

*Ламбаев Т.* Как появились бурятские казаки // Сайт «НАРОДЫ РОССИИ». Мониторинг СМИ от 25.10. 2005 г. (<http://www.narodru.ru/>).

*Лойко П.Ф.* Земельный потенциал мира и России: пути глобализации его использования в XXI веке. М.: Институт оценки природных ресурсов, 2000. 342 с.

*Модоров Н.С., Дацышен В.Г.* Народы Саяно-Алтая и Северо-Западной Монголии в борьбе с цинской агрессией. 1644-1758 годы. Горно-Алтайск; Красноярск: Изд-во Горно-Алтайского ун-та, 2009. С.108-109.

*Моисеев В.А.* Россия и Китай в Центральной Азии (вторая половина XIX–1917 г.). Барнаул: Аз Бука, 2003. 346 с.

*Новиков П.А.* Сибирские стрелки в Первой мировой войне // Режим электронного доступа: <http://izvestia.asu.ru/2008/4-3/hist/TheNewsOfASU-2008-4-3-hist-35.pdf>.

*Савицкий П.Н.* Континент Евразия. М.: Аграф, 1997. 464 с.

Шойгу предложил продлить железную дорогу от Тувы до Китая, Пакистана и Индии// Деловая газета ВЗГЛЯД от 03.04.2014 (<http://www.vzglyad.ru/news/2014/4/3/680352.html>).

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор с.-х. наук В.А. Азарёнок.

УДК 141

**Ю.В. Линник**  
**Yu.V. Linnik**

Петрозаводский государственный университет,  
Музей космического искусства им. Н.К. Рериха,  
Карельское отделение Ассоциации Музеев Космоса, г. Петрозаводск, Карелия

## ПУЧИНА

### «PUCHINA»

*Куда иду на зов первопричины?  
На Русский Север! Вывод неминуч:  
Певучая излучина пучины  
Дает мне к тайне свой скрипичный ключ.*



**Ключевые слова:** народные мастера, купол церкви, церковная глава, бочечное покрытие, барокко.

Автор рассматривает феномен «пучины» в церковной архитектуре.

---

**Key words:** folk artists, cupola of temple, temple head, coating, baroque.

The author discusses the phenomenon of «puchina» in temple architecture.

---

**Линник Юрий Владимирович** – доктор философских наук, профессор кафедры философии Петрозаводского государственного университета, директор Музея космического искусства им. Н.К. Рериха, председатель Карельского отделения Ассоциации Музеев Космоса (АМКОС), поэт (г. Петрозаводск, Карелия). E-mail: [yulinnik@yandex.ru](mailto:yulinnik@yandex.ru).

**Linnik Yuriy Vladimirovich** – Doctor of philosophy, professor of the Chair of philosophy, Petrozavodsk State University, senior researcher of Vodlozerskiy National Park, poet (Petrozavodsk, Karelia). E-mail: [yulinnik@yandex.ru](mailto:yulinnik@yandex.ru).

---

**ПУЧИНА.** Максимальное расширение луковичной, маковичной или грушевидной церковной главы, выше ее основания (Плужников, 1995).

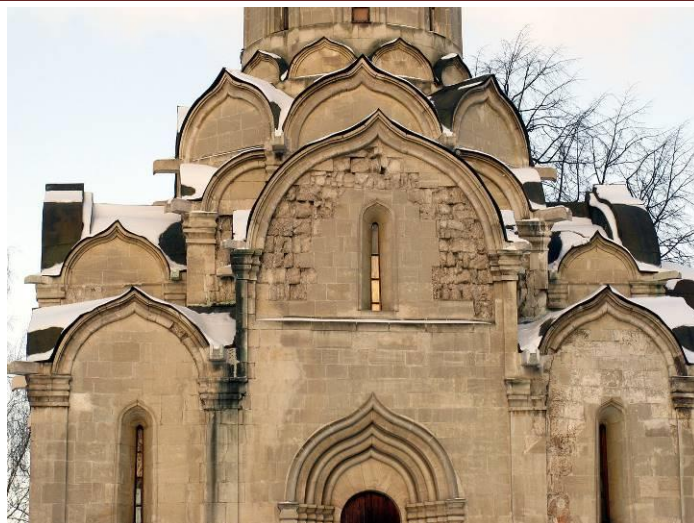
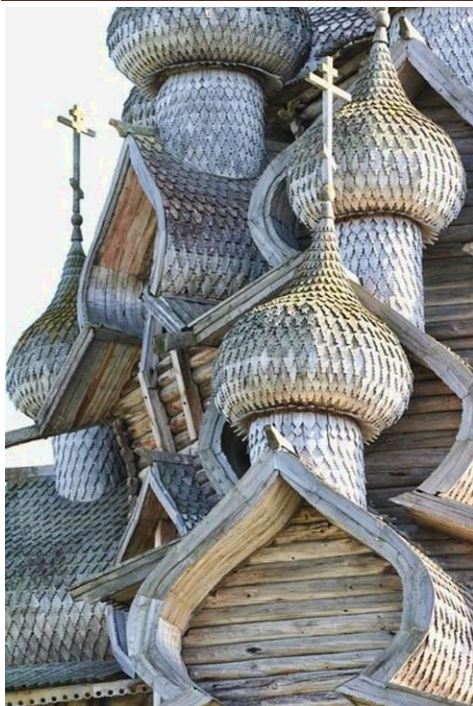
**ПУЧИНА.** Расширение нижней части сомкнутых или купольных покрытий (Орфинский, Гришина, 2004).

**P.S.** Определение, данное В.П. Орфинским и И.Е. Гришиной, шире определения В.И. Плужникова. Признак, точно описанный им, касается не только главки, но в равной мере – бочки и куба. Пучина – категория эстетическая. Пучина – озарение, пучина – открытие. Убери пучину – и в северном зодчестве пропадет скрипичная нота.

Я поэт пучины. Слава пучине!

**P.P.S.** Излучистое, волновидное! Это любило барокко. Северные кубы – народное барокко.

**P.P.P.S.** О пучине пишут мало. Упоминают вскользь – впрямую. В большинстве архитектурных словарей про неё не сказано. А в ней – тайна! А в ней – очарование! Предлагаю вам ключ к сказке Русского Севера: это – пучина. Мысленно уберём её из ландшафтного силуэта. Каков результат?



*Спасский собор Андроникова монастыря. 1420-е гг. Классические кокошники и закомары. Пучина отсутствует.*

*Интересно сравнить – вне всякого ценностного контекста – с бочками Преображенской церкви в Кижях.*

*Кижь. Главки и бочки – унисон двух видов пучины.*



*Кимжа. Одигитриевская церковь. 1709.  
Шатёр на крещатой бочке*



*Пустынька. Церковь Благовещения Пресвятой Богородицы. Между 1719 и 1725. Бочечное покрытие.*



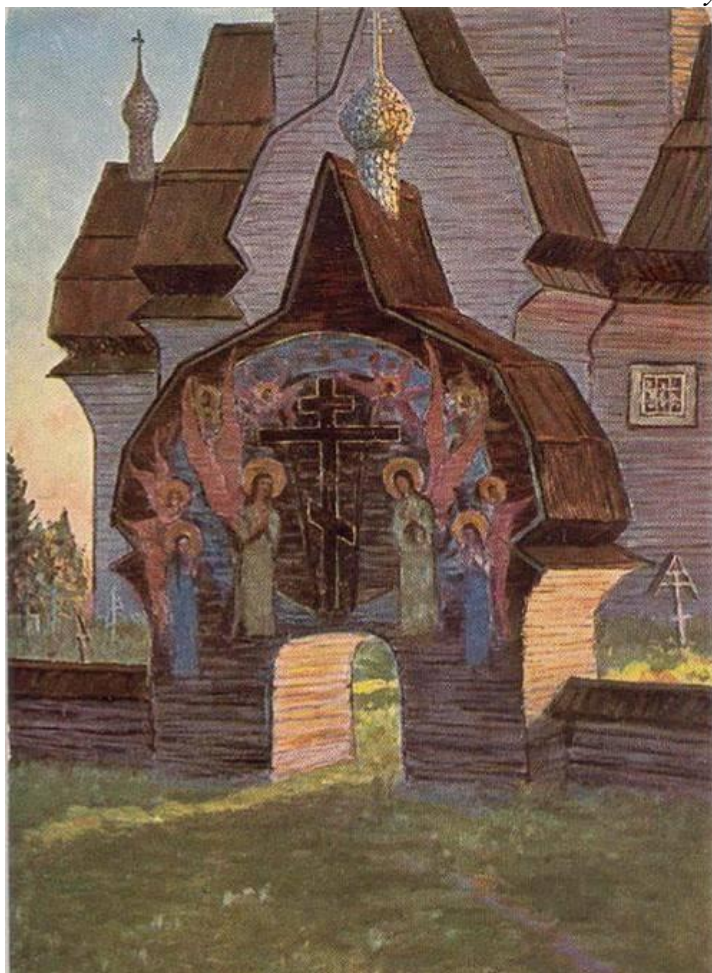
*Ю.С. Ушаков. Чекуево. Реконструкция. Симфония кубоватых покрытий*

Мы вправили внутрь куба его пучину – и получили весьма банальный колпак. Главка подчинится власти циркуля – и вспомнит о своей связи с куполом. Или станет шлемовидной. Где чудесная бокатость? Выразительнейшая выпуклина? Втянулась назад – огорчила око. Ну а бочка нырнёт обратно в треугольный фронтон. Она – оттуда. Взамен органики – сухая геометрия.

Пучина чудотворит! Она – метаморфоза. Она – волшебство.



А.Б. Бодэ. Ансамбль в Турчасово.



Дмитрий Эмилевич Мартен (04.09.1860–18.09.1918) тонко чувствовал поэзию пучины. В этой блистательной фантазии уловлен переход от остроугольного покрытия – вспомним храмы в сёлах Ошта и Девятины – к криволинейной бочке.

**P.P.P.S.** О пучине пишут мало. Упоминают вскользь – впрямельк. В большинстве архитектурных словарей про неё не сказано. А в ней – тайна! А в ней – очарование! Предлагаю вам ключ к сказке Русского Севера: это – пучина. Мысленно уберём её из ландшафтного силуэта. Каков результат?

**P.P.P.P.S.** О кубе в связи с проблемой его генезиса иногда говорят: это как бы сдавленный – сплюснутый – шатёр. Физика сжатия работает и здесь – в плане не только тектоники, но и психоло-

гии восприятия. Имеет место своеобразная эмпатия – мы вживаемся в силовую каркас формы, ощущаем внутри себя игру его невидимых мышц.

При пластической деформации могут возникать так называемые *изгибные напряжения*. Омпрессия способна давать подчас неожиданные, эстетически значимые

искривления. Народные мастера находили их стихийно. И всегда индивидуально! Это как дактилоскопия: у каждого куба – своя линия кривизны, свой эксцентриситет.

Пучина – пружинит. Вспомним барочные волюты – они как рессоры: прогнулись под тяжестью. Но ведь и готовы метнуть нас вверх! Потенциальной энергии уйма.

Схожая динамика присуща и северным кубам.



*Девятины. Храм во имя Успения Божией Матери. 1770. Фото С.М. Прокудина-Горского. Эмбриогенез бочек? Или их редукция?*



*Вильнюс. Университет. Волюты пружинят, принимая на себя давление массы – распределяющая его в себе – и в то же время поддерживая устремление фронтона ввысь.*

**P.P.P.P.S.** Выдающийся реставратор и теоретик архитектуры Владимир Анатольевич Крохин (1924–2009) однажды заметил: *у неба нет пучины*. Просто и гениально! Это вне ценностных коннотаций. Это факт как таковой. Деревянные главки никак нельзя считать подражанием небосводу.

Пучина есть у капли.

У пламени свечи.

Её широко культивирует живая природа.



Во всех трёх случаях форма вышла за рамки статики – вовлеклась в различные процессы: падения – горения – роста. Полное раскрытие пучина получает в своих руко-творных вариациях. Напрямую здесь она не связана с соображениями функциональ-ности. Её задача другая: внести разнообразие в форму – удовлетворить эстетическую по-требность.



*П.Ю. Сюзор. Здание Санкт-Петербургского общества взаимного кредита. 1888–1890.*

*Много раз напряжённо всматривался в купол – хотел обнаружить пучину. Нет её!*



*М.Д. Розензон. Доходный лом Д.И. Поршнева. 1902. Подражание П.Ю. Сюзору. Для меня сравнение двух зданий – как фокусировка: навёл на резкость – и уж со всей очевидностью убедился в отсутствии пучины.*



*Н.И. Поздеев. Дом купца Н.В. Игумнова. 1895. Вот он, куб! Реминесценция Австро-Венгрии, осенившей Карпаты? Или рано скончавшийся зодчий успел прочесть В.В. Сулова – первооткрывателя северных кубов?*



*Водлозеро. Ильинский погост. Куб пружинит. Вот-вот он подбросит меня в зенит. Вильнюс и Малый Куганаволок? Мои сближения: это спорное, субъективное. Это поэзия. Но ведь эвристичная!*



*Наш родной Кремль!  
Полифония пучины!  
Инструментовка строит-  
ся на игре с мерой кривиз-  
ны куполов*

*Певучие кубы – средь мартовской сини!  
Надеюсь, ребята, на ваш «одобрямс».  
Пучина для Севера – это Пуччини!  
Пучина для Севера – Моцарт и Брамс!*

#### **Список использованной литературы**

*Орфинский В.П. Гришина И.Е.* Типология деревянного культового зодчества Русского Севера. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004. С. 257.

*Плужников В.И.* Термины российского архитектурного наследия. Словарь-гlossарий. М.: Искусство, 1995. 160 с.

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор техн. наук Р.Н. Ковалёв.

УДК 141

**Ю.В. Линник**  
**Yu.V. Linnik**

Петрозаводский государственный университет,  
Музей космического искусства им. Н.К. Рериха,  
Карельское отделение Ассоциации Музеев Космоса, г. Петрозаводск, Карелия

### ДРЕВО ЖИЗНИ В АРХИТЕКТУРЕ ФИНСКОГО МОДЕРНА

### THE TREE OF LIFE IN THE ARCHITECTURE OF FINNISH ART NOUVEAU

**Ключевые слова:** финский модерн, дерево жизни, мировое дерево, спиральная тенденция.

Предлагается своеобразное авторское «каприччио» на тему «дерева жизни» в архитектуре финского модерна.

**Key words:** Finnish Art Nouveau, the tree of life, world tree, spiral trend.

Original author's "capriccio" on the theme of "tree of life" in Finnish Art Nouveau architecture is proposed.

Финский модерн проявил и закрепил ключевые архетипы человечества.

Среди них *Древо Жизни*. Или *Мировое Древо*.

Замечательно, что зодчие уловили *спиральную тенденцию* в росте растений, о которой писал И.-В. Гёте.

Витальные спирали вносят особую энергетику в декор их домов.

У меня сложилось каприччио на эту тему.



Вилла «Вимтреск» (Hvitträsk). Элиэль Сааринен (1873–1950), Герман Гезеллиус (1874–1916), Армас Линдгрен (1874–1929).

*Кирконумми, 1901–1903.*



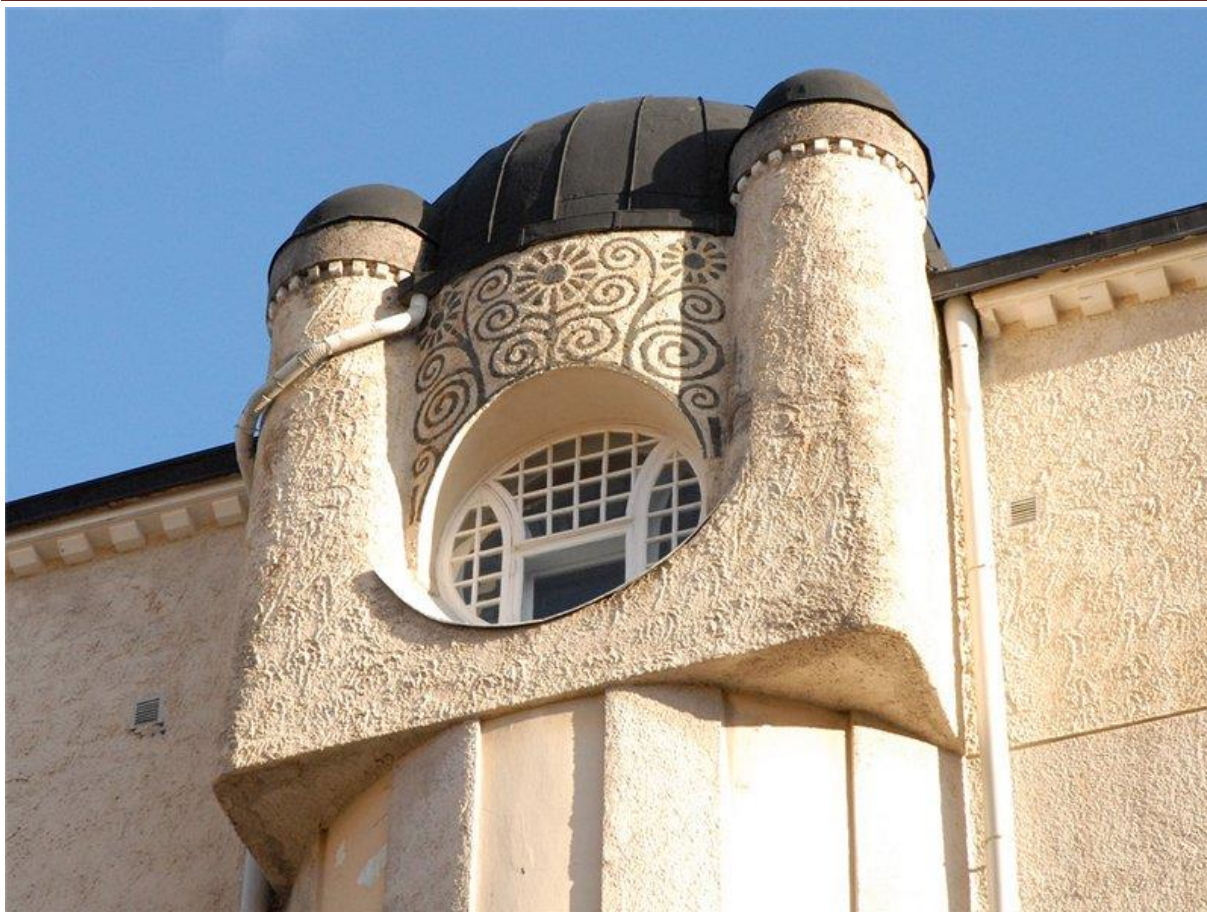
*Здание лицея. Уско Нюстрём (1861–1925) – Альберт Петрелиус (1865–1946) –  
Вилко Пенттиля (1868–1918). Котка, 1905.*



*Дом Вилкмана. Уско Нюстрём – Альберт Петрелиус – Вилко Пенттиля.  
Хельсинки, 1904.*



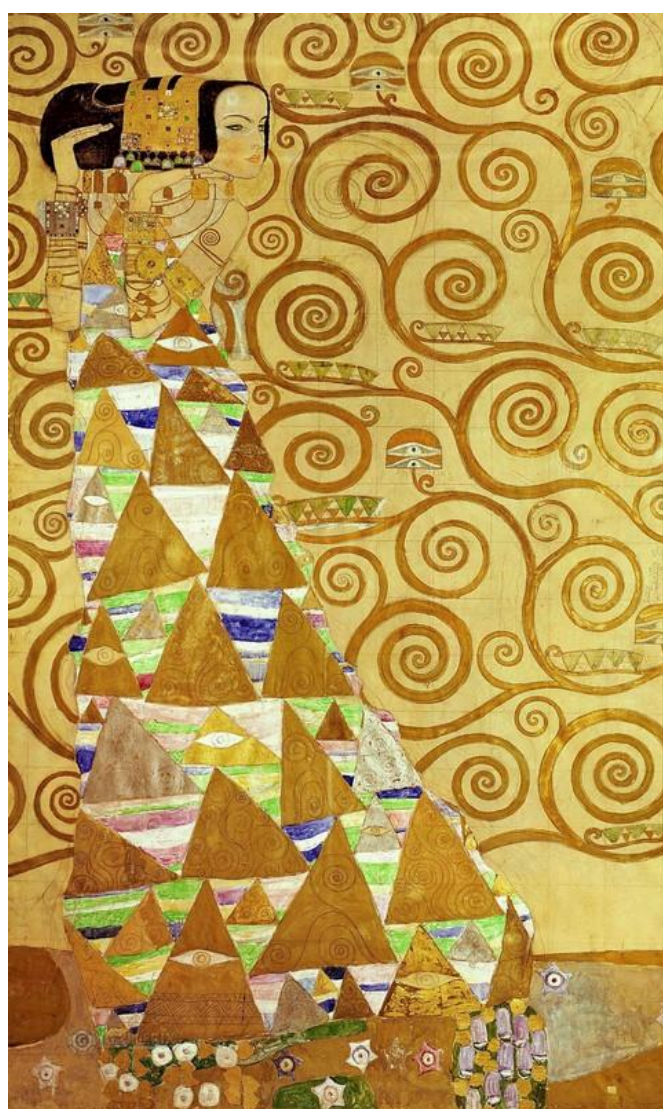
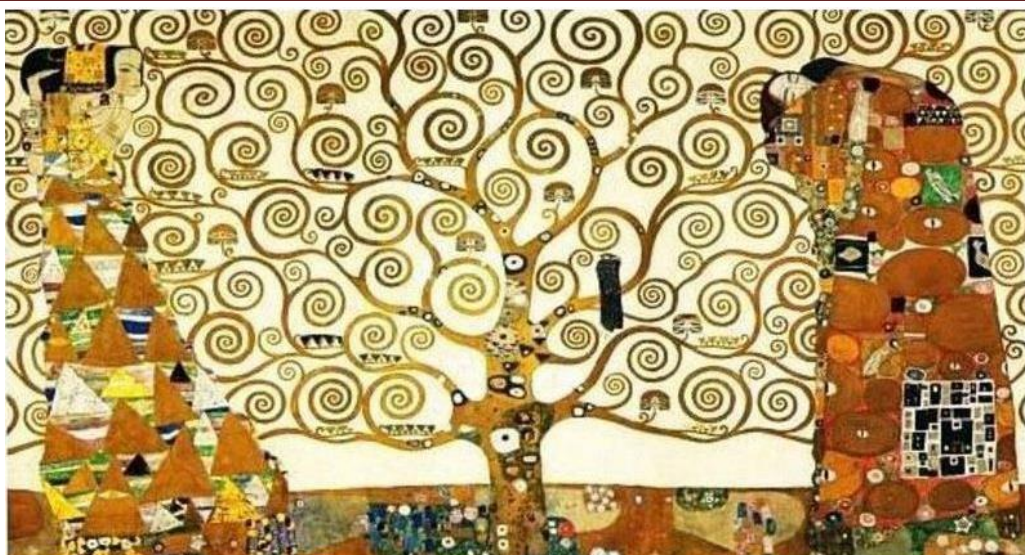
*Asuinkerrostalo Johanneksentie, 4. Оскар Бомансон (1869–1938), Бертель Юнг (1872–  
1946). Хельсинки, 1906.*



*Luotsikatu, 4. Дом, где жили автор книг о Муми-троллях Туве Янсон и художник Хуго Симберг. Густав Эстландер (1876–1930). Хельсинки, 1906.*



*Элиэль Сааринен, Герман Гезеллиус, Армас Линдгрен. Дом Леандера.  
Сортавала, 1902–1905.*



*Как заключительный аккорд – «Древо Жизни» Густава Климта. Вена, 1909.  
Финны первенствуют в разработке этого мотива.*

**Рецензент статьи:** профессор, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН Е.В. Колтунов.

УДК 141

*В.А. Усольцев**V.A. Usoltsev*

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

**ВЗГЛЯДЫ КНЯЗЯ П.А. КРОПОТКИНА И ПРОФЕССОРОВ  
В.Ю. КАТАСОНОВА И С.С. СУЛАКШИНА НА ОБЩИНУ, ГОСУДАРСТВО И  
СОЦИАЛИЗМ: МОСТ ЧЕРЕЗ СТОЛЕТИЕ**

**VIEWS OF PRINCE P.A. KROPOTKIN AND PROFESSORS  
V.YU. KATASONOV AND S.S. SULAKSHIN ON COMMUNE, STATE AND  
SOCIALISM: A BRIDGE ACROSS THE CENTURY**

**Ключевые слова:** государство, община, анархизм, социализм, общество, правительство, римская и народная традиции.

Согласно воззрениям князя Кропоткина, история не представляет одной, непрерывной линии развития. Развитие, остановившееся в одной части света, всегда возобновлялось в другой. И каждый раз развитие начиналось с первобытного племени; затем оно переходило в стадию сельской общины; затем наступал период вольных городов и, наконец, период государства, во время которого развитие продолжалось некоторое время, но затем вскоре замирало. П.А. Кропоткин приходит к заключению о необходимости уничтожения государства. Эта концепция перекликается с современными теоретическими положениями В.Ю. Катасонова, характеризующими современную цивилизацию как новую религию - «религию денег». Показан путь отступления человеческой цивилизации от первых заповедей христианства, пленения ее ростовщицеством и превращения в «денежную цивилизацию». В.Ю. Катасонов приходит к выводу о необходимости уничтожения системы капитализма, заведшей человечество в тупик, и возвращения народов мира к экономике национального хозяйства. Взгляды П.А. Кропоткина перекликаются также с современной позицией С.С. Сулакшина, считающего, что социализм характеризует будущее человечества, принцип и природу самого целесообразного устройства жизни человеческого общества. С.С. Сулакшин призывает к тому, чтобы были извлечены уроки из нашего прошлого, чтобы стало очевидным, что социальность нельзя противопоставлять свободе. Идеологии есть всего три: социализм, либерализм и фашизм. Либерализм по закону социального развития неизбежно переходит в фашизм. Поэтому наряду со словом «социализм», этим раненым словом, есть ещё слова «нравственность», «справедливость». Будущее человека и человечества, как и содержание прогресса, — в социализированном устройении.

**Key words:** the State, the community, anarchism, socialism, society, government, the Roman and folk traditions.

According to the views of Prince Kropotkin, history does not represent a single, continuous line of development. Development stopped in one part of the world, reopened in another. And every time development started with a primitive tribe. It then passed to the stage of rural community; then came the period of free cities and, finally, the period during which the state development continued for some time, but then soon faded. P.A. Kropotkin finds that the state must be eliminated. This concept resonates with modern theoretical provisions by V.Yu. Katasonov, who characterizes the modern civilization as a new religion – «the religion of money». The gradual departure of human civilization from the first precepts of Christianity, making it hostage to usury and turning into «the money civilization» are shown. V.Yu. Katasonov reaches the conclusion that it is necessary to destroy capitalism which leads the humanity nowhere, and to return to the system of national economy. Views of P.A. Kropotkin coincide also with the modern position of the S.S. Sulakshin, believing that socialism characterizes the future of mankind, the principle and nature of the rational organization of human society. S.S. Sulakshin urged that lessons must be learned from our past and that it become apparent that sociality cannot oppose freedom. There are only three ideologies: socialism, liberalism and fascism. Liberalism according to the law of social development inevitably goes into fascism. So along with the wounded word "socialism", there is the words "morals", "justice". The future of man and mankind is socialised order.

*«Подобно мятущемуся Бакунину, он доказывал верность своих идеалов собственной жизнью. Этим он самым решительным образом отличается от подавляющего большинства философов и политологов, социологов. Кто он? Знатный князь и революционер-народник, камер-паж императора Александра II, наследник богатых имений, браваый офицер, теоретик анархизма, замечательный путешественник, ученый-первооткрыватель (географ, геолог), глубокий мыслитель. Уникально уже само по себе сочетание этих качеств. Но главное: велик он не тем, что достиг званий и должностей, а тем, что имел честь и мужество отказаться от них во имя высоких идеалов и свободы» (Баландин, 2002).*

В столетие революции 1917 года в наши дни появляется множество публикаций с анализом предреволюционной ситуации в России. Как могло случиться, что веками существовавшая царская династия в одночасье пала под натиском враждебных ей сил, исходящих из разных слоев общества? Исчерпала ли себя монархия как форма государственной власти или причина – в порочности самой идеи государства как формы управления сообществом людей? Накануне революции князем Петром Алексеевичем Кропоткиным был опубликован очерк под названием «Государство и его роль в истории», изданный в Москве Федерацией анархистских групп в 1917, но написанный ещё в 1896 году, в котором он придерживается второй из названных причин. Автор пытается обосновать своё понимание сущности государства и склонить к своему пониманию читателя путём глубокого исторического анализа роли государства в истории.



Князь Пётр Алексеевич Кропоткин (1842—1921).

В самом начале очерка П.А. Кропоткин (1917) пишет: «Социалисты разных оттенков расходятся главным образом по вопросу о государстве. Среди многочисленных фракций, существующих между ними и отвечающих разнице в темпераментах, в привычках мышления и особенно в степени доверия к надвигающейся революции, - можно проследить два главных направления. На одной стороне стоят все те, кто надеется осуществить социальную революцию посредством государства, сохраняя большую часть его отправлений и даже расширяя их и пользуясь ими для революции. А на другой стоят те, кто, подобно нам, видит в государстве ... препятствие для социальной революции, самое серьёзное препятствие для развития общества на началах равенства и свободы, так как государство представляет историческую форму, выработавшуюся и сложившуюся с целью помешать этому развитию. Люди, стоящие на такой точке зрения, стремятся поэтому не преобразовать, а совершенно уничтожить государство» (с. 3-4).

Для начала он предлагает определиться с понятием *государства*, которое часто смешивали либо с понятием *общества*, либо с понятием *правительства*. По П.А. Кропоткину, смешение понятий государства и общества идёт вразрез с историей, при этом забывается, что люди жили обществами многие тысячи лет, прежде чем сформировались государства, и «государство есть лишь одна из тех форм, которые общество принимало в течение своей истории» (с. 5). Он не согласен с трактовкой философами происхождения человеческих обществ, согласно которой люди вначале жили маленькими, враждующими между собой семьями, но однажды они поняли неудобство такого состояния, объединились и добровольно подчинились власти, которая с тех пор якобы стала определяющим фактором прогресса в человеческом обществе. «На самом деле, -

пишет автор, - все животные, за исключением лишь некоторых хищников и некоторых вымирающих видов, живут обществами. В борьбе за существование виды животных, живущих обществами, имеют всегда преимущество перед необщественными видами. В каждом классе животных они занимают вершину лестницы, и теперь не может быть никакого сомнения в том, что первые человекоподобные существа уже жили обществами. Общество не было выдуманно человеком; оно существовало раньше появления первых человекоподобных существ» (с. 7).

Предлагая различать понятия *государства* и *правительства*, П.А. Кропоткин пишет: «Понятие о государстве обнимает собою не только существование власти над обществом, но и *сосредоточение управления частною жизнью в одном центре, т.е. территориальную концентрацию*, а также *сосредоточение многих или даже всех отправлений общественной жизни в руках немногих*. ...Чтобы понять, что такое государство, есть только один способ: это проследить его историческое развитие» (с. 5).

Исходным пунктом для человечества послужила не обособленная семья, а род или племя, а патриархальная семья появилась гораздо позднее. В первобытном племени семьи не существовало, как её нет и среди млекопитающих, живущих обществами. Десятки тысяч лет люди жили родами или первобытными племенами, сформировав целый ряд общественных обычаев задолго до появления патриархальной семьи.

Эти первобытные люди не только не презирали человеческой жизни, как это происходит в современных фашистских организациях, но даже испытывали отвращение к кровопролитию, и убийство члена своего племени было делом совершенно невозможным. При столкновениях между племенами господствовало одно общее правило: «Ваши убили или ранили одного из наших, поэтому мы вправе убить одного из ваших или нанести ему совершенно такую же рану», потому что за каждый поступок члена племени отвечало всё племя, и это было проявлением понятия справедливости не только в то время, но и в наше. В 1960-е годы в газетах прошло сенсационное сообщение, правда, больше похожее на анекдот. В одной из африканских стран посол Германии неосторожно углубился в джунгли и был съеден аборигенами. Международный скандал, нота протеста. Виновная сторона происшествие не драматизировала: она предложила исчерпать инцидент по справедливости, т.е. было предложено немцам скушать их посла в Германии.

В первобытном племени для поддержания племенной нравственности достаточно было силы обычая – никакой другой власти не существовало. Так или иначе, но постепенно в племени происходила дифференциация его членов по уровню интеллекта, объёму знаний, появились вожди. «Учёные того времени» - колдуны и знахари использовали свои знания природы, чтобы управлять своими соплеменниками. Статус, совершенно не совместимый и даже в некоторой степени противоположный статусу «учёных нашего времени» в условиях псевдолиберальной олигархии некоторых нынешних стран, особенно в современной России.

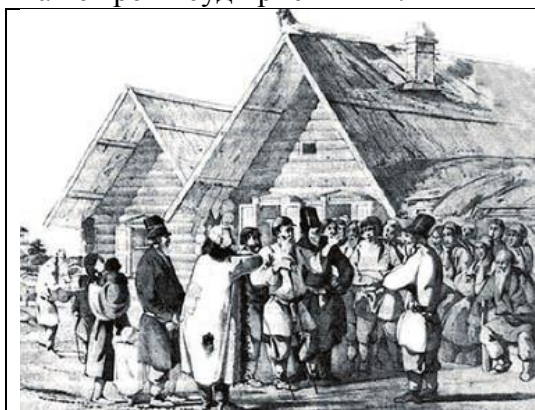
«Ученые того времени» в стремлении удержать своё право на управление людьми передавали свои знания в исключительных случаях и только избранным, и все религии, искусства, ремёсла были окружены различными таинствами. Во времена столкновений между племенами наиболее храбрый и хитрый становился военным вождём. Но союза между хранителем обычая (тогдашнего закона), военным вождём и колдуном тогда ещё не было. Поэтому возможности для возникновения *государства* среди этих первобытных племён не могло быть, так же, как в обществах пчёл и муравьёв.

Но в первые века нашего времени началось «великое переселение» племён. Возможно, под влиянием изменения тогдашнего климата, с азиатских плоскогорий они двинулись на запад, в современную Европу, смешиваясь и переплетаясь между собой. В хаосе переселений общность происхождения и обычаев племён была нарушена, ста-

рые связи были разорваны. Необходимы были новые связи, и их нашли в общинном владении *землёй*, т.е. территорией проживания этих племён.

К тому же времени начинает формироваться патриархальная семья, и владение определённой территорией потребовало формирования нового соглашения. Вместо «богов-предков» появились местные боги лесов, долин, рек, давшие религиозное освящение новым общественным союзам. С этих пор и на все последующие века сельская община, состоящая уже из семей, в какой-то мере обособленных, стала связующим основанием нового народного союза. На необъятных пространствах Восточной Европы, Азии и Африки сельская община существовала в том или ином виде, по крайней мере, до конца XIX столетия. П.А. Кропоткин пишет, что под таким строем жили и разрушившие Римскую империю варвары, и славяне, и скандинавы, и благодаря изучению «варварских законов», к числу которых он относит и нашу «Русскую правду Ярослава», «стало возможным восстановить во всей её полноте ту форму общества, которая послужила исходной точкой нашей современной цивилизации» (с. 12). И далее рассматривает эту форму общества в деталях.

Сельская община, начиная с V и вплоть до XV века, состояла из отдельных семей, владеющих землей в каждой деревне сообща. По такому же принципу в России создавались общины из русских крестьян, свободно переселявшихся на огромные пространства Сибири. Трудились на земле сообща, но «потребление» происходило семейно. Местный обычай был законом, и правосудие осуществлял «мир», или сельский сход. И в этом общинном быте получили начало все последующие государственные учреждения, понятия о праве, формы судебной процедуры, а также распространённый в наше время суд присяжных.



Крестьянский общинный сход. Гравюра В.П. Рыбинского, 1859 г. (Кошкар, 2009).



Зауральские крестьяне проводят посевные работы. Начало XX в. (Кошкар, 2009).



Наказание кнутом в присутствии крестьянского схода. Гравюра XVIII в. Художник Х. Гейслер (Кошкар, 2009).

Но община не могла удовлетворить все потребности своих членов лишь результатами работы на земле, и формируются союзы общин, появляются купцы, ремесленники, люди искусства. Благодаря этим союзам развивалось сознание национального единства людей. Формируются «гильдии», «задружи», «университаты», «братства», которые решают все те вопросы экономической и духовной жизни челове-

ка, с которыми современные европейцы обращаются к государству. Сотни сёл объединяются в союзы – зачатки будущих европейских наций, - которые поддерживают внутренний мир и заключают договоры взаимной защиты.

Но постепенно на горизонте начинают появляться «чёрные точки». Забота о защите страны от новых пришельцев поручается одному человеку с воинственной дружиной, а остальные члены занимаются мирным трудом. Затем «защитник» начинает накапливать богатство и приобретает первые зачатки власти, а большинство его «подзащитных» начинает забывать предания и традиции, служившие ранее законом. Обособляются семьи, взявшие на себя соблюдение «закона» и в которых уже гнездятся зачатки власти.

«Таким образом, - констатирует П.А. Кропоткин, - создаётся первое “объединение властей”, первое общество для взаимного обеспечения господства, то есть союз между судьей и военным начальником как сила, враждебная сельской общине. Обе эти должности соединяются в одном лице. ...Учёные того времени, т.е. знахари, волхвы и попы, оказывают ему поддержку и получают свою долю власти» (с. 18). Автор пытается объяснить, «почему свободные люди превратились постепенно в крепостных, обязанных работать на своих светских или духовных господ; как понемногу и как бы ошупью создавалась власть над деревнями и городами; как соединялись и восставали крестьяне, пытаясь бороться против этого растущего господства, и как они были побеждаемы в борьбе против крепких стен замков и против охраняющих их, с головы до ног вооруженных людей» (с. 19).

В XII веке по всей Европе вспыхивают восстания городских общин, и эти восстания спасли Европу от возможного ее засилья «варварскими монархиями». Это движение «..остановило развитие теократических и деспотических монархий, в которых наша цивилизация, вероятно, погибла бы после нескольких веков пышного показного могущества, как погибли цивилизации Месопотамии, Ассирии и Вавилона. Этой революцией началась новая полоса жизни – полоса свободных городских общин» (с. 19).

П.А. Кропоткин называет это движение «коммуналистическим» и пишет: «Восстание двенадцатого столетия нельзя приписать ни какой-нибудь выдающейся личности, ни какому-нибудь центральному учреждению. Оно представляет собою естественное явление роста человечества, подобное родовому строю и деревенской общине; оно принадлежит не какому-нибудь одному народу или какой-нибудь области, а известной ступени человеческого развития» (с. 20). Поэтому современные автору историки, воспитанные в духе римского права, восторгающиеся единым духом Римской империи, единым духом её законов, «красотой и гармонией её организации», и привыкшие смотреть на Рим (который фактически был не союзом граждан, а сборищем *подданных*) как на источник всех современных учреждений, не могли понять духа «коммуналистического движения двенадцатого века». За исключением разве что России, где влияние римского права было менее глубоким и где «Беляев, Костомаров, Сергеевич и некоторые другие превосходно поняли дух веча периода» (с. 20).

«Средневековая община, - пишет П.А. Кропоткин, - составила, с одной стороны, из сельской общины, а с другой – из множества союзов и гильдий, существующих вне территориальных границ. Она образовалась из федерации этих двух родов союзов под защитой городских стен и башен» (с. 20-21). Члены общины договаривались не обращаться в случае нужды ни к какому другому судье, кроме выбранных ими гильдейских или городских «синдигов». Все слободы и приходы, вошедшие в состав города, вместе с братствами и гильдиями составляли так называемую «дружбу» (*amitas*), выбирали своих судей и были верны союзу между всеми этими группами, скреплённому соответствующей хартией.

Сотни вольных городов жили без всякого другого права, кроме собственной воли, под защитой своих стен и копий, и это движение в течение одного столетия охвати-

ло всю Европу, включая Русь. «От Атлантического океана до Волги и от Норвегии до Италии вся Европа была покрыта подобными же вольными городами, из которых одни, как Флоренция, Венеция, Нюрнберг или Новгород, сделались многолюдными центрами, другие же оставались небольшими городами (подобно Пскову на Руси). ...В общих чертах, их внутреннее устройство было везде одно и то же. ...Во внешних сношениях каждый город имеет свои права современного государства. Именно в это время и создаётся, благодаря добровольному соглашению, та сеть договоров, которая потом стала известна под именем международного права; эти договоры находились под охраной общественного мнения всех городов и соблюдались лучше, чем теперь соблюдается международное право», - пишет П.А. Кропоткин (с. 22). И далее: «Под защитой своих вольностей, выросших на почве свободного соглашения и свободного почина, в этих городах возникла и развивалась новая цивилизация с такою быстротой, что ничего подобного этой быстроте в истории не встречается ни раньше, ни позже» (с. 27).

Об уровне культуры русского Средневековья свидетельствует В.В. Познер (2012). После посещения выставки с новгородскими иконами, писанными до татарского нашествия, он приходит к выводу: «Я вдруг отчетливо понял, что они, эти иконы, эта живопись ни в чем не уступают великому Джотто, что Россия тогда была “беременна” Возрождением, но роды прервали татаро-монголы. Кто-нибудь попытался представить себе, какой была бы Россия, не случись этого нашествия и двухсот пятидесяти лет ига? Если бы Русь, развивавшаяся в ногу с Европой, выдававшая своих княжон замуж за французских королей, не была отрезана на три долгих века от европейской цивилизации? Что было бы, если бы Москва Ивана III проиграла новгородскому вече? Что было бы, если бы Русь приняла не православие, а католицизм? Что было бы, если бы русское государство не заковало собственный народ в кандалы крепостничества? Что было бы, если бы всего лишь через пятьдесят с небольшим лет после отмены крепостного рабства не установилось рабство советское? Много вопросов, на которые нет ответов, а есть лишь мало чего стоящие догадки» (с. 31-32).

Конечно, в городах происходили распри разного характера, но П.А. Кропоткин видит в них положительное свойство и комментирует это следующими доводами: «Дело в том, что в вольных городах борьба шла для завоевания и сохранения свободы личности, за принцип федерации, за право свободного союза и совместного действия; тогда как государства воевали из-за подавления личности, за уничтожение свободного соглашения, за объединение всех своих подданных в одном общем рабстве перед королём, судьей и попом, т.е. перед государством. В этом и вся разница. Есть борьба, есть столкновения, которые убивают, и есть такие, которые двигают человечество вперёд» (с. 30).

«В шестнадцатом веке явились новые, современные варвары и разрушили всю эту цивилизацию средневековых вольных городов, - пишет далее П.А. Кропоткин. – Им, конечно, не удалось уничтожить её совершенно, но во всяком случае они задержали рост по крайней мере на два или на три столетия и дали ей другое направление. Они сковали по рукам и ногам личность, отняли у неё все вольности; они потребовали, чтобы люди забыли свои союзы, строившиеся на свободном почине и свободном соглашении, чтобы всё общество подчинилось решительно во всём единому повелителю... И кто же были эти варвары? – Никто иной, как государство – вновь возникший тройственный союз между военным вождём, судьей (наследником римских традиций) и священником, тремя силами, соединившимися ради взаимного обеспечения своего господства и образовавшими единую власть, которая стала повелевать обществом и, в конце концов, раздавила его» (с. 30).

Одной из причин, почему это удалось «новым варварам», стало то, что как древнегреческие города не сумели освободить рабов, так и средневековые города, освобождая горожан, не сумели в то же время освободить от крепостного рабства крестьян, да-

вавших основную силу вольным городам. А королевская власть постепенно складывалась именно в деревне, а не в вольных городах. Как в Европе, так и на Руси, постепенно сильному или более хитрому князю удавалось возвыситься над остальными. На Руси царская власть основалась «..в Кремле, построенном среди богатых деревень на берегу Москвы-реки, после неудачных попыток в Суздале и Владимире; но она никогда не могла укрепиться в Новгороде или в Пскове, Нюрнберге или во Флоренции» (с. 32-33).

Под влиянием, с одной стороны, христианской церкви, всегда старающейся наложить свою власть на души и результаты трудов верующих, а, с другой стороны, под влиянием римского права, которое делается любимым предметом изучения в университетах, старый федералистский дух свободного почина постепенно вымирал. «И богатые классы, и народ одинаково требовали спасителя себе извне, - пишет П.А. Кропоткин. – И когда этот спаситель явился, когда король, разбогатевший вдаль от шумного городского веча, ..постучался в городские ворота с обещанием бедным своей мощной защиты от богатых, а богатым – защиты от мятежных бедных, города, уже носившие в себе самих яд власти, не были в силах ему сопротивляться. Они отперли королю свои ворота» (с. 36).

Королю, получившему власть, вольности народа были просто опасны. Уже указ английского короля Эдуарда III в конце XIV столетия гласит, что «все союзы, товарищества, собрания, организованные общества, статуты и присяги, уже установленные или имеющие быть установленными среди плотников и каменщиков, отныне будут считаться недействительными и упразднёнными» (с. 49). Затем, в начале XV века, при Генрихе VIII, государство без всяких церемоний конфискует имущество гильдий, что было настоящим дневным грабежом. Единственным судьей становилось государство как во внутренней жизни, так и во внешней торговле.



Власть (графический цикл «Каприччио»). Худ. С.И. Шиголев (группа «Амаравелла»).

«Результат вам известен, - пишет П.А. Кропоткин. – Задавленная этим контролем, промышленность в XVIII столетии вымирала. Куда, в самом деле, девалось искусство Бенвенуто Челлини под опекой государства? Оно умерло. А что случилось с архитектурой тех гильдий каменщиков и плотников, произведениям которых мы удивляемся до сих пор? Стоит лишь взглянуть на уродливые памятники государственного периода, чтобы сразу ответить, что архитектура замерла настолько, что и до сих пор ещё не может оправиться от удара, нанесённого ей государством. ..Таковы были результаты вмешательства государства... Всё, что оно сумело сделать, – это придавить, принизить работника, обезлюдить страну, посеять нищету в городах, довести миллионы людей в деревнях до голодания, - выработать систему промышленного рабства» (с. 52).

Далее П.А. Кропоткин показывает важность проблемы воспитания людей: «Но из всех перечисленных мною зол, едва ли не самое худшее – это воспитание, которое нам даёт государство, как в школе, так и в последующей жизни. Государственное воспитание так развращает наш мозг, что само понятие о свободе в нас исчезает и заменяется понятиями рабскими. ..Даже теория нравственности, которая в течение целых столетий проповедовала повиновение церкви или той или другой якобы священной книге, освобождается теперь от этих пут только затем, чтобы проповедовать повиновение государству. ..Если вы посмотрите на государство, каким оно явилось в истории и каким по существу своему продолжает быть и теперь; если вы убедитесь, ..что общественное учреждение не может служить безразлично *всем* целям, потому что, как всякий орган,

оно развивается ради одной известной функции, а не ради всех безразлично, - вы поймёте, почему мы неизбежно приходим к заключению о необходимости уничтожения государства. Мы видим в нём учреждение, которое в течение всей истории человеческих обществ служило для того, чтобы мешать всякому союзу людей между собою, чтобы препятствовать развитию местного почина, душить уже существующие вольности и мешать возникновению новых. И мы знаем, что учреждение, которое прожило уже несколько столетий и прочно сложилось в известную форму ради того, чтобы выполнить известную роль в истории, не может быть приноровлено к роли противоположной» (с. 56-58).

Заканчивается очерк П.А. Кропоткина следующими положениями: «История не представляет одной, непрерывной линии развития. По временам развитие останавливалось в одной части света, а затем возобновлялось в другой. Египет, Азия, берега Средиземного моря, центральная Европа поочерёдно перебивали арену исторического развития. И каждый раз развитие начиналось с первобытного племени; затем оно переходило в стадию сельской общины; затем наступал период вольных городов и, наконец, период государства, во время которого развитие продолжалось некоторое время, но затем вскоре замирало.

...На развалинах Римской империи цивилизация возродилась среди кельтских, германских, славянских и скандинавских племён. Медленно вырабатывало первобытное племя свои учреждения, пока они не приняли формы сельской общины. В этой стадии они дожили до двенадцатого столетия. Тогда возникли республиканские вольные города, породившие тот славный расцвет человеческого ума, о котором свидетельствуют нам памятники архитектуры, широкое развитие искусств и открытия, положившие основания нашему естествознанию. Но затем явилось на сцену государство и ... неужели опять смерть? Да, смерть – или возрождение! Смерть, если мы не сумеем перестроить общество на свободном, противогосударственном фундаменте.

...Через всю историю нашей цивилизации проходят два течения, две враждебные традиции: римская и народная; императорская и федералистская; традиция власти и традиция свободы. И теперь, накануне великой социальной революции, эти две традиции опять стоят лицом к лицу» (с. 61-62).

Петр Алексеевич Кропоткин - явление не только отечественной, но и мировой культуры. Весь свой могучий талант исследователя природы и общества он посвятил одной цели - сделать достойной жизнь человека, гармонизировать общественные и личные интересы, научить каждого ощущать себя органической частью природы. Оскар Уайльд сказал о нём: «Человек с душой того прекрасного Христа, который, кажется, идет из России», и написал сказку «Счастливый принц» («The Happy Prince» [http://lib.ru/WILDE/wild\\_prince.txt](http://lib.ru/WILDE/wild_prince.txt)), аллегорически показав радость дарить людям добро даже ценой собственных лишений.

В наши дни взгляды П.А. Кропоткина на общину развивает профессор МГИМО, председатель Русского экономического общества имени С.Ф. Шарапова Валентин Юрьевич Катасонов. В книге «О проценте ссудном, подсудном, безрассудном» (2011) он показывает, что современная «рыночная» экономика как проявление «денежной цивилизации» неизбежно ведет человечество к гибели. Зародившись в Древнем Вавилоне в виде ссудного процента, по катастрофическим последствиям равнозначного «вкушению запретного плода в раю», вирус ростовщичества постепенно поражал человечество. Он утверждает: «Капитализм как религиозно-духовное явление – это сатанизм. ...Самое чудовищное в религии денег – ее демонизм. Эта поистине сатанинская религия не соединяет людей, а наоборот, разъединяет, делает неравными, сребролюбивыми, злыми, эгоистами, просто-таки вытрапливает человеческий облик. Мамона – это тот же сатана, только с пластиковой карточкой» (Катасонов, 2013. С. 348). Современное капиталистическое общество В.Ю. Катасонов оценивает как *антихристианское*, и возро-

дение Святой Руси возможно лишь при условии отказа от антихристианских принципов развития. Он цитирует отечественного ученого Алексея Гавриловича Махоткина (1946-2008): «Код русской цивилизации – совесть. Код западной цивилизации – выгода. Эти коды несовместимы и взаимоисключающи» и затем перефразирует его: «Код православной экономики – совесть. Код капиталистической экономики – выгода. Эти коды несовместимы и взаимоисключающи» (с. 350-351). Перечислив основные характеристики современного западного (американского) общества, В.Ю. Катасонов приходит к выводу, что американское общество – фашистское.



Катасонов Валентин Юрьевич (род. в 1950 г.).

В дореволюционной России более 80% населения составляли крестьяне, работавшие семейно, на общинных землях и следовавшие православным заповедям в рамках «малого социума». Труд был свободным и творческим, а распределение продуктов труда осуществлялось на принципах справедливости с неременным атрибутом христианской веры. Но вторжение капитализма в деревню на грани XIX и XX веков всё изменило, и в социальной жизни соблюдение этих норм стало невозможным. Отсутствие религиозно-духовных предпосылок для капитализма привело к тому, что русский народ после 1917 года повернул к социализму с его мифологией диктатуры пролетариата.

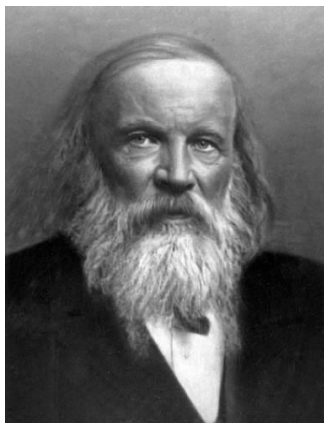
В.Ю. Катасонов полагает, что необходимо вернуться к идеалу христианской хозяйственной жизни – «святоотеческой» парадигме. В истории России она реализовывалась на уровне «малых социумов» (монастырской, крестьянской общин, артелей и т.п.) с их идеологией отсутствия стяжательства. В условиях России хорошо зарекомендовали себя промысловые артели: «В XVIII - начале XIX века, - пишет О.А. Платонов (2006), - артельные формы труда широко применялись на заводах и фабриках, что явилось одной из главных причин бурного развития крупной железоделательной промышленности, которая уже с 1730-х обогнала Англию. ...Не мы ввозили железо из-за границы, а наоборот, Запад потреблял ежегодно до 4 млн пудов русского железа. А это доказывает, что у нас железо производилось дешевле и лучшего качества» (с. 64).

Д.И. Менделеев считал, что в России крестьянская община могла стать основой не только аграрного, но и промышленного сектора экономики: «Общинное крестьянское землевладение, господствующее в России, включает в себе начала, могущие в будущем иметь большое экономическое значение. ...В общинном и артельном началах, свойственных нашему народу, я вижу зародыш возможности правильного решения в будущем многих из тех задач, которые предстоят на пути при развитии промышленности и должны затруднять те страны, в которых индивидуализму отдано окончательное предпочтение. ...Ближайшим русским идеалом, отвечающим наибольшему благосостоянию нашего народа, должно считать общину, согласно – и под руководством лучших и образованнейших сочленов - ведущую летом земледельческую работу, а зимой фабрично-заводскую на своей общинной фабрике... - вот что одно может, по моему крайнему разумению, сделать русский народ богатым, трудолюбивым и образованным» (цит. по: Катасонов, 2013. С. 371-372).

Выдающийся русский мыслитель, ученый и общественный деятель Сергей Фёдорович Шарапов подчеркивал, что экономическое возрождение России возможно лишь на фундаменте православия, крепкой церковной жизни, с опорой на приход как первичную ячейку общества, имеющую помимо всего ряд экономических функций (Катасонов, 2014).

Дореволюционная Россия располагала опытом создания коллективных хозяйств на христианских принципах, на основе «святоотеческой» хозяйственной парадигмы.

Наиболее поучительный пример – православное трудовое братство, организованное в конце XIX века русским аристократом Николаем Николаевичем Неплюевым. Цель его он формулирует так: «Осуществить христианство в несравненно большей степени, чем оно осуществляется в окружающей жизни, основать отношения и труд на единой христианской основе братолюбия» (цит. по: Катасонов, 2013. С. 375-376).



Менделеев Дмитрий Иванович (1834-1907)



Шарапов Сергей Фёдорович (1855-1911)



Неплюев Николай Николаевич (1851 —1908)

В основу Братства были заложены такие принципы, как «обособление от зла», «дисциплина любви», «системная благотворительность» и др. Н.Н. Неплюев считал, что там, где отсутствует внутренняя дисциплина христианской любви, появляется необходимость дисциплины страха и дисциплины корысти. Устав Братства утверждается Александром III, все его члены грамотны, читают книги и газеты, устраивают театральные постановки. Братство покупает самые современные машины и трактора, вводит севооборот, разводит лучшие породы скота, строит свою электростанцию, имеет телефон. Говоря современным языком, создается высокоэффективное производство с прочной социальной инфраструктурой. Братство продолжает развиваться и после смерти Н.Н. Неплюева и к 1922 году становится лучшим аграрным хозяйством России. Но в 1924 году начались аресты, и в 1930-х в период коллективизации хозяйство было уничтожено.

Одновременно стало поощряться создание из крестьянской голытьбы так называемых «коммун», просуществовавших недолго в условиях богоборчества, при отсутствии нравственной скрепы православия. Такие «коммуны» под названием «Новый мир» и «Красный борец» в 1921 году были организованы недалеко от нашей деревни в Зауралье. Это были несколько деревянных домиков и 750 гектаров пахотной земли, на месте которых сейчас пустырь (<http://zat.dalmatovo.su/ist-spravka>).

Проецируя опыт Трудового Братства на современную российскую действительность, В.Ю. Катасонов (2013) утверждает: «...До тех пор, пока в нашем обществе не возобладает христианская любовь, править им будут два основных отрицательных мотива действий человека – страх и корысть. Общество, которое зиждется на страхе, - тоталитарный режим. Общество, которое зиждется на корысти, - капитализм» (с. 380). Единственно спасительным для человека и общества является проект «христианского социализма».

Практическая реализация «святоотеческой» парадигмы в масштабах всей страны, по мнению В.Ю. Катасонова (2013), должна происходить «снизу» и постепенно. Он предлагает несколько последовательных шагов: (1) преодоление опасной тенденции скатывания нашей Церкви к «протестантской» парадигме; (2) формирование в сознании христиан идеи, что господствующий в России капитализм является антихристианской моделью; (3) создание христианских хозяйственных ячеек с учетом исторического опы-

та и подготовка условий для внедрения «святоотеческой» хозяйственной парадигмы в масштабах всей России. При этом он отмечает, что перспектива последнего — слишком отдаленная, чтобы о ней говорить конкретно.

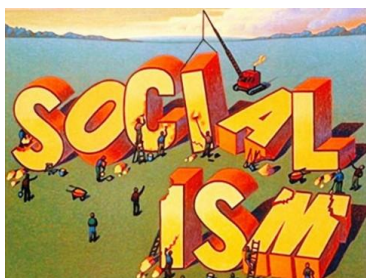
В качестве политических рекомендаций нынешнему правительству, которое В.Ю. Касанов именует «колониальной администрацией», он считает необходимым осуществить, как минимум, три шага: (1) государственный контроль Центробанка, являющегося сегодня филиалом Федеральной резервной системы США; (2) деофшоризация экономики и (3) контроль над трансграничным движением капиталов. Иными словами, необходимо введение мобилизационной модели экономики.

Созвучны сегодня взглядам П.А. Кропоткина и В.Ю. Касанова высказывания профессора Степана Степановича Сулакшина, который реанимирует принцип социализма, считая, что он «...очень точно (с научной точки зрения) характеризует будущее человечества, очень точно характеризует принцип и природу самого целесообразного устройства жизни человеческого общества, государства, мирового сообщества людей. ... Социальность, кооперативность начались тогда, когда люди занялись разделением труда, социальным вспомоществованием, когда перешли от формул “война всех со всеми” и “человек человеку — волк” к формуле “человек человеку — друг, товарищ и брат”, к форме жизни по типу семьи, когда и слабый, и больной всё равно дорог и ценен. И если в семье сильный мужик тратит прибавочную стоимость на поддержание слабого и больного, то и в обществе, идущем вперёд, прогрессирующем, эволюционирующем к цели, должен появляться человек истинный, человек настоящий. В религии давно описали, что это за человек: коллективный, нестяжатель, любящий, рожаящий, семью формирующий, стремящийся к идеалу, стремящийся к труду, а не к разбою, не к ренте, не к паразитизму, — вот цель и идеал, к которым должно идти человечество» (<http://rusrand.ru/ideas/socializm--ranenoe-slovo>).



Сулакшин Степан Степанович (род. в 1954 г.).

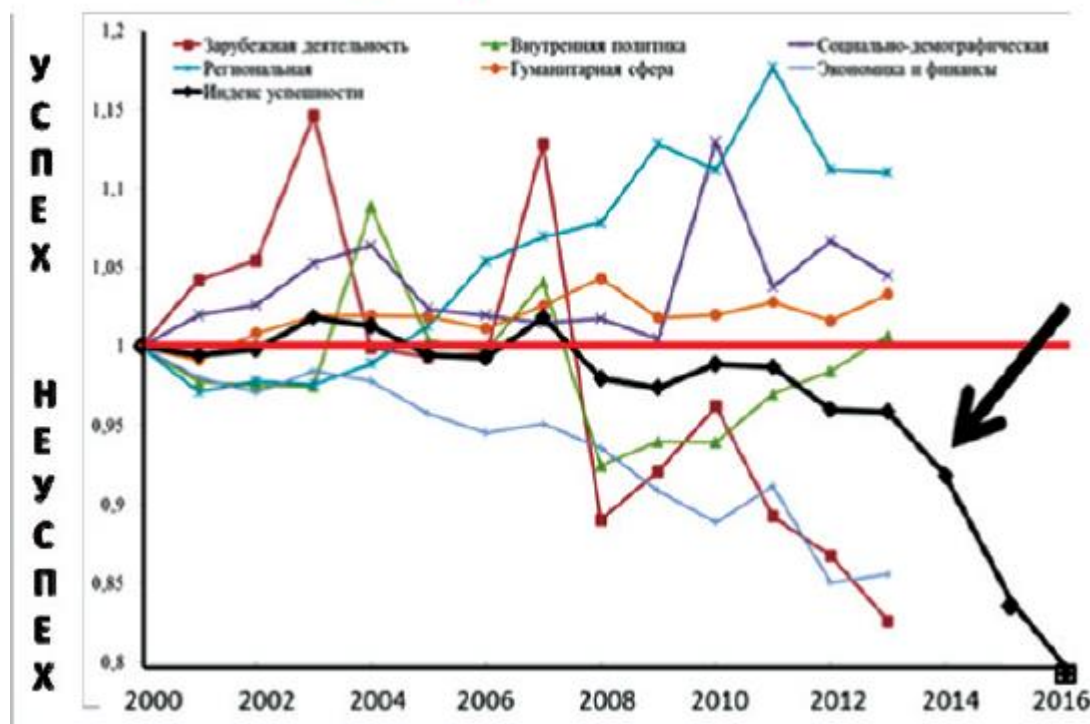
Но: «Социализм — слово раненое, слово, которое в истории было подвержено и гонениям, и диффамации, и дискредитации. ...Это слово израненное, слово потоптанное, слово измазанное». Почему? С.С. Сулакшин считает, что *при его реализации был допущен ряд ошибок*. Главная ошибка заключалась в том, что радикальные провозвестники строительства социального общества, социального государства, социализма тяготели к радикальным решениям. Главной ошибкой было решение, разорвавшее свободу и человеческую коллегиальность, кооперативность бытия. С одной стороны оказалась свобода, а с другой — социальная, кооперативная форма бытия. С одной стороны — индивидуализм, с другой — коллективизм. Было решено, что эти понятия антагонистичны, они противостоят друг другу. Поэтому свободу «порубили», ввели уравниловку. Это превратилось в фактор торможения, в фактор стагнации.



С.С. Сулакшин призывает к тому, чтобы были извлечены уроки из нашего прошлого, чтобы стало очевидным, что радикальные решения неправильны. А правильны решения, которые соединяют свободу человека и его ответственность за то, чтобы самому быть человеком и чтобы в коллективе, в народе, в стране и в мире мы сообща были бы людьми. Социальность нельзя противопоставлять свободе. *Идеологии есть всего три: социализм, либерализм и фашизм*. Либерализм по закону эволюции и по закону социального развития неизбежно переходит в фашизм. Поэтому наряду со словом «социализм», этим раненым словом,

есть ещё слова «нравственность», «справедливость». Будущее человека и человечества, как и содержание прогресса — это социализированное устройство. Это и есть некий концепт теоретической базы политической платформы и проекта Конституции будущей России (<http://rusrand.ru/ideas/socializm--ranenoe-slovo>). Сегодня страна деградирует (<http://rusrand.ru/actuals/chto-takoe-zastoy>).

## Индекс успешности России



В условиях нынешней тотальной и прогрессирующей глобализации и либерализации позиции не только князя Кропоткина, но также В.Ю. Катасонова и С.С. Сулакшина, многим покажутся утопичными. Но история изобилует случаями, когда нетривиальная идея встречалась «в штывы» корифеями от науки. Будущий академик Юрий Иванович Журавлёв, взяв в качестве отправной точки теорию нечетких множеств Л.А. Заде (1974), в конце 1970-х разработал принципы алгебраической теории алгоритмов, которая с позиций классической математики выглядела полным бредом. Она позволяла решать задачи, подобные той, что бравый солдат Швейк задал медицинской комиссии: «Стоит четырехэтажный дом, в каждом этаже по восьми окон, на крыше два слуховых окна и две трубы, в каждом этаже по два квартиранта. А теперь скажите, господа, в каком году умерла у швейцара его бабушка?» (Гашек, 1957. С. 47).

Ознакомившись с теорией Ю.И. Журавлёва, наш ведущий кибернетик В.М. Глушков (1923-1982) назвал ее чистейшим шаманством, но все же дал свое «добро». Это как в «Гамлете» Уильяма Шекспира: «He may be mad, but there's method in his madness» (Хоть это и безумие, но в нем есть метод). А благодаря поддержке председателя Совмина А.Н. Косыгина теория «пошла в жизнь», и сегодня методами Ю.И. Журавлёва решаются важнейшие проблемы прогнозирования в экономике и многих других отраслях (Медведев, 2010).

Можно по-разному оценивать концепции П.А. Кропоткина, В.Ю. Катасонова и С.С. Сулакшина, но вот что заявил академик Ю.И. Журавлёв о будущем экономики после недавнего мирового кризиса: «Считаю, что это не просто кризис, а предвестник краха либеральной экономики и начало перехода к другому устройству мира. Нет, он не повернется к полному государственному регулированию, как при социализме. Будет

найден принципиально новый способ управления, отличающийся и от либерального, и от социалистического. Какой конкретно – сейчас не скажет никто. Это будет путь проб и ошибок с неотвратимыми серьезными катаклизмами, периодами спадов и подъемов...» (цит. по: Медведев, 2010). Но, может быть, именно методология Ю.И. Журавлёва, позволяющая решать «швейковские задачи», поможет найти выход из тупика нынешней глобальной экономики в условиях, когда времени на «путь проб и ошибок» уже не остается?

#### Список использованной литературы

*Гашик Я.* Похождения бравого солдата Швейка во время мировой войны. Свердловск: Книжное изд-во, 1957. 752 с.

*Заде Л.А.* Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня (сборник переводных статей). М.: Знание, 1974. С. 5-49.

*Баландин Р.К.* Предисловие. Анархия – это свобода // Кропоткин П.А. Анархия: Сборник. М.: Айрис-пресс, 2002. С. 5-45.

*Катасонов В.Ю.* О проценте ссудном, подсудном, безрассудном. Хрестоматия современных проблем «денежной цивилизации». М.: НИИ школьных технологий, 2011. 304 с.

*Катасонов В.Ю.* Религия денег: Духовно-религиозные основы капитализма. М.: Кислород, 2013. 408 с.

*Катасонов В.Ю.* Экономическая теория славянофилов и современная Россия. «Бумажный рубль» С. Шарапова / Отв. ред. О. А. Платонов. М.: Институт русской цивилизации, 2014. 656 с.

*Кошкарров Д.А.* Представительная власть в Зауралье: история и современность. Челябинск: АвтоГраф, 2009. 343 с. ([http://msu45.ru/common/doc/about/history/15\\_years/chapter\\_1.pdf](http://msu45.ru/common/doc/about/history/15_years/chapter_1.pdf)).

*Кропоткин П.А.* Государство и его роль в истории. М.: Изд. Московской Федерации Анархистских групп, 1917. 63 с.

*Медведев Ю.* Академик Юрий Журавлёв о прорывах в математике, «пятнах» в биографии и Серебряном веке // Российская газета. Федеральный выпуск. 2010. № 5082, 13 января.

*Платонов О.А.* Артель // Большая энциклопедия русского народа. «Русское хозяйство». М.: Институт русской цивилизации, 2006. 1136 с.

*Познер В.В.* Прощание с иллюзиями. М.: Астрель, 2012. 480 с.

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор с.-х. наук В.А. Азарёнок.

**ОБРАЗОВАНИЕ**

УДК 371.011

*Н.С. Гедулянова<sup>1</sup>, М.Т. Гедулянов<sup>2</sup>*  
*N.S. Gedulyanova<sup>1</sup>, M.T. Gedulyanov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Московский финансово-юридический университет МФЮА, г. Москва

<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет  
имени А.И. Евдокимова, г. Москва

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА**

**THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES  
IN THE PROPHYLACTIC ACTIVITIES OF THE FUTURE EXPERT**



**Ключевые слова:** *профессиональные компетенции в профилактической деятельности, профессиональная деятельность врача-стоматолога, нормативные документы, регламентирующие организацию профилактической деятельности врача-стоматолога.*

Рассмотрены проблемы профессиональной компетенции в профилактической деятельности врача-стоматолога, раскрывающиеся, как интегративная целостность планируемых результатов. Проведен анализ нормативных документов, регламентирующих организацию медицинской помощи и профилактической деятельности врача-стоматолога. Отмечено, что врач-стоматолог должен проводить профилактическую работу среди населения, вырабатывать у населения убежденность в необходимости регулярного ухода за полостью рта с целью предупреждения возникновения кариеса зубов, болезней пародонта и других заболеваний ротовой полости, используя разнообразные принципы, методы профилактической работы.

**Keywords:** *professional competence in prophylactic activities, professional activities of a dentist, normative documents regulating the organization of prophylactic activities of a dentist.*

In this scientific article the problems of professional competence in the prophylactic activities of a dentist as the integrative integrity of the planned results were examined. The analysis of normative documents regulating the organization of health care and prophylactic activities of a dentist. It is noted that the dentist has to carry out prophylactic work among the population, to develop the conviction of the need for regular oral care in the prevention of dental caries, periodontal disease and other diseases of the oral cavity using a variety of principles, methods of prophylactic work.

**Гедулянова Наталья Сергеевна** - доктор педагогических наук, профессор Московского финансово-юридического университета, г. Москва. Тел.: 89167046912; e-mail: [lambrador2@gmail.com](mailto:lambrador2@gmail.com).

**Gedulyanova Natalia Sergeevna** - doctor of pedagogical sciences, professor of Moscow financial-legal University (Moscow). Phone: 89167046912, e-mail: lambrador2@gmail.com.

**Гедулянов Марат Тимурович** – студент Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. Тел.: 89167046912, E-mail: [lambrador2@gmail.com](mailto:lambrador2@gmail.com).

**Gedulyanov Marat Timurovich** - the student of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov (Moscow). Phone: 89167046912, e-mail: lambrador2@gmail.com.

Профессиональная компетенция интерпретируется как овладение знаниями, умениями, развитие способностей, необходимых для работы специалиста в области стоматологии при одновременной автономности и гибкости в части решения профессиональных проблем; проектирование стандартов, в которые входят критерии деятельности (мера качества), область применения (Гедулянова, Гедулянов, 2013).

Содержание профессиональной компетенции в профилактической деятельности будущего специалиста в области стоматологии проявляется в профессиональных знаниях и способностях оценивать и анализировать события, явления профессиональной, в том числе *профилактической*, диагностической, реабилитационной, организационно-управленческой жизнедеятельности; в правильном использовании умений и навыков теоретической и практической работы с учетом нормативно-правовой базы, регламентирующей деятельность врача-стоматолога, а также развитие профессионально значимых качеств личности будущих специалистов, опираясь на интеграцию медицинских знаний изучаемых дисциплин в вузе (Гедулянова, Гедулянов, 2016а, 2016б).

Содержание профессиональной компетенции в профилактической деятельности (профессиональные компетенции 1-4) согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 31.05.03 - Стоматология (уровень специалитета), утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.02.2016 № 96 (далее – ФГОС ВО), раскрывается как интегративная целостность планируемых результатов, способности и готовности на основе знаний и умений, которыми должен обладать будущий врач-стоматолог (Гедулянова и др., 2016).

В практической деятельности медицинский работник обычно оценивает здоровье отдельного человека, однако для принятия управленческих решений необходимо анализировать здоровье определенных, часто многочисленных групп людей (Гедулянов, 2016). Правильно собранные и хорошо проанализированные статистические данные о здоровье населения служат основой для планирования оздоровительных мероприятий по сохранению и укреплению здоровья населения на государственном и муниципальном уровнях, разработки современных форм и методов работы организаций здравоохранения, контроля эффективности их деятельности.

В 1986 г. Международной организацией по стандартизации была принята терминология, касающаяся качества медицинской помощи. В 1994 г. Международный стандарт ISO 8402 определил понятие «качество» как совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленным и предполагаемым потребностям. Для создания качественного объекта (продукции, услуги) необходимо:

- выявить потребности пациента, которые удовлетворит определенная продукция или услуга;
- определить характеристики, совокупность которых будет удовлетворять потребности.

Медицинская помощь является по правовой сути оказываемой услугой, согласно статье 779 Гражданского кодекса РФ, совершением определенных действий или осу-

шествием определенной деятельности, конечными результатами которой могут быть:

- динамика состояния пациента после проведенного курса лечения;
- состояние здоровья населения после выполнения комплексных профилактических программ;
- удовлетворенность потребителя, которым может быть пациент либо медицинский работник, назначивший какое-либо исследование или лечебную процедуру;
- другие результаты лечебно-профилактических или оздоровительных мероприятий.

Основным законом Российской Федерации, в соответствии с которым формируется вся нормативно-правовая база здравоохранения, является принятая в 1993 г. Конституция Российской Федерации. В Конституции отдельная статья 41 посвящена праву граждан России на охрану здоровья и медицинскую помощь.

В Российской Федерации финансируются федеральные программы охраны и укрепления здоровья населения. Качественная реализация *Национального проекта «Здоровье»* - программа по повышению качества медицинской помощи, объявленная президентом Российской Федерации В.В. Путиным 1 января 2016 года, невозможна без подготовки и переподготовки хорошего специалиста в области стоматологии, отвечающего всем современным требованиям и проведению профилактической работы с населением.

ФГОС ВО одним из обязательных требований к выпускнику, освоившему программу специалитета в области стоматологии, является готовность решать профессиональные задачи, в части медицинской деятельности - предупреждение возникновения заболеваний среди населения путем проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий; готовность к осуществлению комплекса мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающих в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и (или) распространения стоматологических заболеваний, их раннюю диагностику, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также направленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания; готовность к проведению профилактических медицинских осмотров, диспансеризации и осуществлению диспансерного наблюдения за пациентами со стоматологической патологией; готовность к применению социально-гигиенических методик сбора и медико-статистического анализа информации о стоматологической заболеваемости.

Врач-стоматолог должен уметь предупредить возникновение заболеваний среди населения путем проведения профилактических мероприятий, обучить пациентов основным гигиеническим мероприятиям оздоровительного характера, способствующим профилактике возникновения стоматологических заболеваний и укреплению здоровья в рамках реализации медицинской деятельности (Гедулянова, Гедулянов, 2015а, 2015б, 2015г).

Правительством Российской Федерации принимаются меры по развитию государственной, муниципальной, частной систем здравоохранения, поощряется деятельность, способствующая укреплению здоровья человека, развитию физической культуры и спорта, экологическому и санитарно-эпидемическому благополучию (Гедулянова, 2015в).

Основным документом, регламентирующим медицинскую деятельность, является Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 14.12.2015) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 1. Предмет регулирования настоящего Федерального закона. Настоящий Федеральный закон регулирует отношения, возникающие в сфере охраны здоровья граждан в Российской Федерации (далее - в сфере охраны здоровья), и определяет:

- 1) правовые, организационные и экономические основы охраны здоровья граждан;
- 2) права и обязанности человека и гражданина, отдельных групп населения в сфере охраны здоровья, гарантии реализации этих прав;
- 3) полномочия и ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в сфере охраны здоровья;
- 4) права и обязанности медицинских организаций, иных организаций, индивидуальных предпринимателей при осуществлении деятельности в сфере охраны здоровья;
- 5) права и обязанности медицинских и фармацевтических работников.

Государство обеспечивает социальную защищенность граждан. Граждане имеют право на бесплатную медицинскую помощь в государственной и муниципальной системах здравоохранения. Гарантированный объем бесплатной медицинской помощи обеспечивается в соответствии с программами по обязательному медицинскому страхованию (ОМС). Дополнительные медицинские услуги осуществляются на основе программ ДМС (добровольное медицинское страхование), а также за счет средств предприятий, учреждений, личных средств граждан и иных источников. Многим группам населения предоставляются различные льготы по протезированию, лечению в санаториях, бесплатному медикаментозному обеспечению. В случае угрозы здоровья государство обеспечивает выплату пособий по временной нетрудоспособности, инвалидности, утере кормильца, пособия при рождении, смерти.

*Охрана здоровья граждан* – это совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского, санитарно-гигиенического и противоэпидемического характера, направленных на сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни, предоставление ему медицинской помощи в случае утраты здоровья (Гедулянова и др., 2013).

Основными принципами охраны здоровья граждан являются:

- соблюдение прав человека и гражданина в области охраны здоровья;
- приоритет профилактических мер;
- доступность медико-социальной помощи;
- социальная защищенность граждан в случае утраты здоровья;
- ответственность органов государственной власти и управления, предприятий, учреждений и организаций, а также должностных лиц за обеспечение прав граждан в области охраны здоровья.

Основополагающими нормативными документами, регламентирующими организацию профилактической деятельности врача-стоматолога, являются:

- Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации «Об организации деятельности Центров здоровья по формированию здорового образа жизни у граждан РФ, включая сокращение потребления алкоголя и табака» от 19.08.2009 г. № 597н.
- Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации «О мерах по дальнейшему совершенствованию стоматологической помощи детям в Российской Федерации» от 14.04.2006 г. № 289.
- Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации «Об утверждении единой номенклатуры государственных и муниципальных учреждений здравоохранения» от 07.10.2005 г. № 627 и другие.

Необходимо оказывать помощь стоматологическому здоровью населения, опираясь на основные профилактические основы и здоровый образ жизни. Исходя из современного представления об этиологии и патогенезе стоматологических заболе-

ваний, профилактические мероприятия в стоматологии принято разделять на три вида: первичные, вторичные и третичные.

Главным звеном в организации первичной профилактики является изменение поведения населения путем его гигиеничного воспитания, которое состоит из двух разделов, а именно – профилактической работы и обучения методам гигиены полости рта, а также переориентации мышления самих людей, руководителей предприятий, организаций, учреждений и медицинских работников в сторону серьезного отношения к профилактике как способу сохранения здоровья и уменьшения расходов на здравоохранение.

*Объектами первичной профилактики* являются здоровые люди, а целью – сохранение здоровья и гармонического физического развития путем отказа от отрицательного влияния разных этиологических факторов и факторов риска.

При *вторичной и третичной профилактике объектами* влияния являются больные лица, а цель ее состоит в восстановлении утраченных функций организма, устранении причин и условий, которые приводят к отрицательным тенденциям в ходе заболеваний.

Основная задача профилактической работы – воспитание здорового образа жизни через прививание гигиеничных привычек в быту, учреждениях обучения на производстве, распространение знаний о правильном уходе за ротовой полостью, которые базируются на новейших достижениях современной медицинской науки, ознакомление населения с причинами возникновения разных заболеваний и мероприятиями по борьбе с ними.

*Принципы профилактической работы:*

- высокий научный уровень;
- оптимистичный характер;
- объединение массовости и индивидуального подхода;
- доступность восприятия для каждого гражданина;
- дифференцированный подход при проведении этой работы.

Врач-стоматолог при приеме каждого пациента проводит индивидуальное стоматологическое воспитание. Для врача и пациента достижимыми являются разнообразные средства гигиены ротовой полости: современные зубные щетки, нити (флоссы и суперфлоссы), пасты и гели, ершики для очищения межзубных промежутков, эликсиры, жевательные резинки и т.п.

*Методами профилактической работы* являются:

- живое слово (предусматривает проведение лекций, докладов, бесед, вечеров вопросов и ответов);
- печатное слово;
- наглядный метод.

Метод печатного слова – книги, брошюры, открытки, памятки, лозунги, настенные газеты, доски вопросов и ответов, передвижные выставки санитарно-просветительной литературы, статьи в местной печати по актуальным вопросам профилактики заболеваний, санитарии и гигиены, подтвержденные местными фактами (Мурадова, 2003). Наглядный метод профилактической работы дает полное представление о тех вопросах, которые освещаются предыдущими методами, но подкрепляются наглядными средствами. Метод включает в себя демонстрацию диапозитивов, фотографий, моделей, макетов, муляжей, научно-популярных кинофильмов, клипов, а также телепередачи, театральные постановки.

Современное проведение профилактической работы в стоматологии, особенно если речь идет о коллективных и частных формах собственности, невозможно без комбинирования рекламы, коммерческих престижных мероприятий («public relationships»),

разного вида экономических стимулов (лотереи, подарки и т.п.), направленных на потребителей услуг (Мурадова, 2006, 2007, 2009).

Таким образом, врач-стоматолог должен реализовывать профессиональную деятельность на основе нормативно-правовой базы здравоохранения, проводить профилактическую работу среди населения, вырабатывать у населения убежденность в необходимости регулярного ухода за полостью рта с целью предупреждения возникновения кариеса зубов, болезней пародонта и других заболеваний ротовой полости.

### Список использованной литературы

*Гедулянов М.Т.* Готовность врача стоматолога к коммуникации для решения задач в профессиональной деятельности // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. Научный журнал. Орёл: Изд-во Орловского гос. университета имени И.С. Тургенева», 2016. № 4 (73). С. 249-253.

*Гедулянова Н.С.* Проблемы правового регулирования проведения контрольных (надзорных) мероприятий в отношении практик в вузе // Педагогическое образование и наука. 2015а. № 4. С. 59-62.

*Гедулянова Н.С.* Регулирование отношений в образовательной организации в части вопросов подготовки практик // Эко-потенциал. 2015б. № 3(11). С. 137-140.

*Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.* Компетентностный подход в подготовке инженеров педагогов // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки, 2013. № 4. С. 337-340.

*Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.* Ключевые концепты подготовки кадров по востребованным профессиям и специальностям // Эко-потенциал. 2015а. № 4. С. 41-44.

*Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.* Качество образования – цель и результат инноваций // Эко-потенциал. 2015б. № 3 (11). С. 46-49.

*Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.* Экономическая подготовка обучающихся: теории и технологии // Образование и общество. 2016а. № 3 (98). С. 32-37.

*Гедулянова Н.С., Гедулянов М.Т.* Наставничество как условие эффективного управления медицинскими организациями в области стоматологии // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2016б. № 2 (71). С. 205-210.

*Гедулянова Н.С., Горовая Л.В., Богданович Е.В.* Рациональная модель системы наставничества как условие эффективного управления персоналом в российской организации // Образовательные ресурсы и технологии. 2013. № 2 (3). С.11-21.

*Гедулянова Н.С., Митяева А.М., Гедулянов М.Т.* Развитие творческих способностей и качество подготовки выпускника вуза // Эко-потенциал. 2016. № 3. С. 118-127.

*Мурадова Н.С.* Совершенствование навыков делового общения у студентов высших учебных заведений как условие модернизации российского образования // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2003. Т. 1 № 3. С. 116-120.

*Мурадова Н.С.* Правовое регулирование социально-экономической подготовки педагога в системе непрерывного педагогического образования // Право и образование. 2006. № 5. С. 48-53.

*Мурадова Н.С.* Социально-экономическая подготовка обучающихся в процессе производственного обучения // Научные исследования в образовании. 2007. № 2. С. 106-108.

*Мурадова Н.С.* Экономика образовательного учреждения – инвестиции в будущее. Орел: Орловский гос. ун-т, 2009. 222 с.

**Рецензент статьи:** доктор психологических наук, профессор Института государственного администрирования Д.Н. Ускова.

ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ

УДК 9.903.07

*А.А. Клёсов*

Академия ДНК-генеалогии, г. Ньютон, шт. Массачусетс, США

**ВОЗРАЖЕНИЯ ПО ПОВОДУ «МЕТАНИЯ БИСЕРА ПЕРЕД КРИТИКАМИ»**

*Опубликовано в электронном журнале «Переформат» 03 и 04 июня 2016 г. (<http://pereformat.ru/klyosov/>). Печатается с разрешения автора (<http://pereformat.ru/2016/06/vozrazheniya/>; <http://pereformat.ru/2016/06/vozrazheniya-2/>).*

В середине мая на сайте KM.RU была опубликована моя ранняя популярная статья, которая была выставлена в виде первых трех очерков на «Переформате», в феврале 2013 года, и вскоре, в том же 2013-м году, вошла в книгу «Происхождение славян», которая вышла в Москве и в Белграде в переводе на сербский язык. Но не стоит торопиться говорить, что, мол, зачем, все и так уже знают. Ничего подобного. Судя по комментариям к выставленной статье, подавляющее большинство комментаторов о ДНК-генеалогии и не слышали. А те, кто слышали, в большинстве лишь «слышали звон», о чем данный обзор и повествует.

За первые пару дней статью открыли более 30 тысяч человек, и комментарии к ней на том же сайте появились в обычной пропорции, примерно один на сотню. Эти комментарии стоят того, чтобы на них посмотреть. Структура комментариев, пожалуй, обычная. Часть комментаторов интересуется личность автора, а именно, кто такой и какое право имеет заниматься ДНК или историей, или тем и другим. Часть показывают своё полное непонимание тематики, что само по себе не удивительно – удивительно то, что они берутся комментировать, причем категорично, типа «бред». Часть откровенных русофобов, в том числе политических провокаторов. Часть радуется толковыми комментариями, часть показывает некоторое знание предмета, но в голове каша. Это, похоже, попгенетики или их ментальные соратники. Но поскольку многие честно не понимают тематику, то дело стоит того, чтобы им рассказать и пояснить, кто к чему.

Но не только для них эта статья. На мой взгляд, многие комментарии должны быть интересны психологам. Остальные должны быть интересны любому, кто занимается ДНК-генеалогией, потому что они показывают, что именно люди не понимают и к чему надо быть готовым при обсуждении ДНК-генеалогии с теми, кто не только не понимает, но и вконец запутался. Два комментария были о том, что не стоит метать бисер перед аудиторией такого уровня, но я с этим не согласен. Иначе придется согласиться, что любой лектор, любой профессор, любой выступающий перед любой аудиторией в значительной степени «мечет бисер», потому что часть аудитории всегда «не соответствует». Да я, собственно, на комментарии там не отвечал, я вообще на сетевые комментарии там же не отвечаю. Возможно, те комментаторы просто меня предостерегали, чтобы я в ответные комментарии не ввязывался. Я и не собирался. Возможно, ряд комментаторов отреагировали на название, которое дали в KM.RU – «Славяне: открытие генетиков переворачивает привычные представления». Я сам не знаю, о каком именно открытии в таком названии шла речь, и при чем здесь «генетики»...

Вообще, названия статей в популярных изданиях, которые (названия) обычно дают редакторы – самое слабое место. Они, редакторы, хотят привлечь внимание к материалу и часто тем самым выливают на автора ушат холодной воды. И автор не понимает – за что? Что он такого сделал, что ему даже название не показали? Но обычно автор, если он опытный, давно привык и не скандалит по такому третьестепенному поводу. Понимающий читатель поймет, а не понимающему все равно, он все равно не поймет, да и не заметит. Поэтому дам первый, вводный, ответный комментарий.

### **ДНК-генеалогия – не генетика**

Ни статья, ни сама новая дисциплина ДНК-генеалогия отношения к генетике не имеет. Не объект исследования определяет науку, а методология. Как я не раз пояснял, если некто растворит ДНК в соляной или какой другой кислоте и будет изучать вязкость полученного раствора, он не будет заниматься генетикой. Методология не та. Молекулу водорода изучают и физики, и химики, и изучают совершенно по-разному. Кусочек сахара можно бросить в чай или побаловать себя «вприкуску», или бросить собачке, но это не будет «изучение углеводов». Так и в ДНК-генеалогии – генетики там нет. Генетики остались на предыдущем этапе, они свое дело сделали, определили гаплотип и гаплогруппу, идентифицировали снипы. Они это делали своей методологией. Но вот определить константы скоростей мутаций в каждом маркере гаплотипа или в их совокупности они не умеют, в их методологии этого нет. Они не умеют превращать числа в гаплотипах, то есть аллели, в хронологические показатели. Это – не их методология. Они иногда пытались, вспомним печальной памяти Балановских, но получался кошмар. Вспомним, как мама Балановская причитала, что «они обрабатывают данные непонятными методами», и была права, методы для неё так и остались непонятными. Потому что методологией ДНК-генеалогии она не владеет, и мы все это знаем. Одно не знаем – раз не понимает, зачем уже много лет утверждать, что ДНК-генеалогия – это популяционная генетика? Или, получается, она и поппенетику не понимает?

Короче, резюмирую. ДНК-генеалогия – это не генетика. Это – обработка картины мутаций в ДНК методами физической химии, а если точнее, то методами кинетики химических и биологических реакций. Редакции журнала «Биохимия» это было совершенно понятно, когда они единогласно, под председательством академика РАН В.П. Скулачева, еще в 2011 году, одобрили публикацию первой, довольно обширной статьи по ДНК-генеалогии в журнале, кстати, старейшем журнале в Академии наук. А антропологу Балановской это до сих пор непонятно, как и генетику Балановскому. Последний столько нагородил в своей недавней книге в главе про «скорости мутаций», что ее только в мусор можно выкинуть. Эту главу я детально разбирал на «Переформате» и в главе «Балановщина» в книге «Кому мешает ДНК-генеалогия», так что у него была возможность внести исправления в свою книгу, чтобы не позориться. Но не внес, ему все равно, у него другие приоритеты, он же не ученый, а так... Назвать лаборантом, так это лаборантов обидеть.

### **Почему автор – химик?**

Несколько человек заинтересовало, почему автором статьи по истории и генетике является химик? В отношении генетики я ответил. Ни одна фраза статьи к генетике отношения не имеет. Там именно химия, точнее, физическая химия, а наука о скоростях и механизмах реакций называется кинетикой. В данном случае – химическая и биологическая кинетика. Почему автором статьи не выступил историк? Да потому, что историки не владеют аппаратом физической химии, необходимым для расчетов констант скоростей реакций и перевода картины мутаций в Y-хромосоме в хронологические показатели, в годы, века, тысячелетия. Историк не понимает, пока, во всяком случае, что

из группы древних людей гаплогруппы R1b не может образоваться группа людей гаплогруппы R1a, и наоборот. Историк не понимает, что если в ямной культуре находят субклады, которых в Европе нет, то носители ямной культуры не могли напрямую пройти в Европу. Историк (и лингвист) не понимает, что если на территории Германии находят костные останки древней гаплогруппы R1b-P312, R1b-U106, R1b-U152, а в центральной Европе они же, плюс R1b-L21, то они никак не могли прийти с востока, со стороны ямной культуры, это все пиренейские гаплогруппы и субклады. Поэтому историк не мог написать ту статью.

Это – тот самый случай исследования на стыке наук, когда не мог написать ни историк, ни лингвист, ни генетик. Написал химик, который, кстати, не только химик, а биохимик, который сам немало занимался клеточной биологией, биомедициной и ДНК, а именно воздействием на ДНК блокирующих агентов, на основе которых создаются лекарственные препараты. Кстати, звание Лауреата Госпремии СССР автор в свое время получил не за химические исследования, а за биохимические. Первый учебник для высшей школы автора был именно о химической и биологической кинетике, то есть о том, чем он занимается сейчас в области ДНК-генеалогии. Говорить, что «он не специалист» – это просто не понимать, о чем идет речь.

### О гаплогруппах «по понятиям»

Нередки комментарии, когда люди не понимают, о чем говорят, и этим подвергают «сомнениям» суть статьи. Получается довольно смешно. Иногда мне представляется, что это чисто российский феномен. В любой другой стране, когда некто видит, что статью написал доктор наук, профессор, лауреат и прочее, у него хватает соображения подумать, прежде чем критически высказываться, тем более по базовым положениям. Подумать о том, что может, он неправ, комментатор? Стоит ли вылезать с критикой? Но не в России. И вот комментарий: *«Гаплогруппа как метка родства имеет вероятностный характер»*.

Трудно придумать что-либо более абсурдное. Но «критика» ясна – мол, гаплогруппы вероятностны, сегодня они одни, завтра другие, поэтому вся эта наука гроша ломаного не стоит, родство гуляет, как хочет. На самом деле, конечно, не так. Гаплогруппа «как метка родства» имеет постоянный характер, раз образовавшись, она сопровождает ДНК потомков практически всегда. Гаплогруппа A00 образовалась примерно 230 тысяч лет назад, и сейчас все потомки того древнего прямого предка ее имеют. Никогда она уже потомков и потомков тех потомков не покинет. Потому это и метка и сопровождает любые миграции потомков, древние и современные. «Критик» по незнанию перепутал, он слышал, видимо, что сніпы происходят бессистемно, неупорядоченно, но не понял, что раз образовались, это уже навсегда. Для гаплогрупп выбирают как раз эти «вечные» сніпы, и когда гаплогруппа определена и названа, как «метка родства», ничего «вероятностного» в ней уже нет.

Этот же автор решил отметить еще раз и объявил: *«Временной привязки к генеалогиям по гаплогруппам у генетиков нет или они ее скрывают»*. Он, оказывается, еще и приверженец «теории конспираций». Опять автор не имеет понятия, о чем говорит. Временная привязка как раз есть, и если говорить о сніпах (а гаплогруппа – привязана к специфическим сніпам), то они образуются со средней скоростью  $0,82 \cdot 10^{-9}$  мутаций на нуклеотид (нуклеотидных оснований) в год. Именно так рассчитывают «временную привязку к генеалогиям». При такой скорости мутаций во фрагменте размером 8,47 миллионов нуклеотидов в год произойдет в среднем  $0,82 \cdot 10^{-9} \times 8,47 \cdot 10^6 = 0,00695$  мутаций, или одна мутация в 144 года. Вот и привязка. И глупо это скрывать, напротив, определить это было большим достижением.

Еще комментарий по гаплогруппам – «Трипольская» гаплогруппа I2...» Нет таких данных, опять «по понятиям». Нет ископаемых ДНК трипольской культуры. Не знаем мы ее гаплогрупп. Можем только догадываться, по косвенным признакам. Но даже косвенных признаков того, что трипольская культура была создана носителями гаплогруппы I2, или G2a, и чем первая лучше второй в этом варианте, нет.

### Гаплогруппа R1a (якобы) у американских индейцев

Эту «информацию» вбросил не критик, а «эрудит»: *«Не так давно выяснилось, что в Канаде и на востоке США индейцы имеют гаплогруппу R1a1»*. Откуда это появилось – не имею понятия. Видимо, не имеет и эрудит. Кстати, надо предупредить, что писать в подобных ситуациях «R1a1» – это неверно. Нужно «R1a». Надо сказать, что долю ответственности за это несу я. Когда я писал первые популярные статьи об R1a, то в номенклатуре было всего два индекса – R1a и R1a1. R1a был древнейший субклад, а R1a1 были все остальные, под общим снипом M17. Его я и использовал для описания миграций гаплогруппы R1a, то есть в те времена R1a1. С тех пор вместо двух субкладов в номенклатуре R1a появились 74 субклада, и R1a1 имеет свое узкое предназначение, это M459/PF6235, L122/M448/PF6237, Page65.2/PF6234/ SRY1532.2/SRY10831.2. Если не имеется в виду именно этот субклад, то целесообразно писать просто R1a, это – обобщенная запись гаплогруппы, когда детали не нужны.

Так вот, если кто-то из индейцев и заполучил гаплогруппу R1a, то это личное дело его мамы или бабушки. Сообщать об этом как о некоем явлении вряд ли стоит и тем более связывать с древними русскими, якобы заселявшими когда-то Гренландию. Всё может быть, только сообщая о подобном, принято указывать источник.

### Русские как (якобы) «финно-угры»

Этот «тезис» давно надоел. Мало того, что он неверен, но его почему-то постоянно используют русофобы. Видимо, для них «финно-угры» это что-то неполноценное, некачественное, заслуживающее осмеяния. Не знаю как у кого, а у меня такое отношение ассоциируется с фашизмом. Ничего плохого в том, чтобы быть финно-угром нет (кстати, в основе этого лежит лингвистический термин и записывается как «финно-угорский язык»), но надо знать реальное положение дел. В среднем, у жителей Европейской части РФ носителей гаплогруппы N насчитывают примерно 14%, но это в значительной части жители и потомки жителей Южной Балтики, которые говорят на индоевропейских языках и финно-уграми никак не являются.

Тем не менее, некто «Вадо» вбрасывает: *«Русские гораздо больше финно-угры, чем славяне»*. Этот «Вадо», надо сказать, не знает элементарных вещей. Славяне – это те, кто говорят на языках славянской группы, это (в частности) - русский, украинский, белорусский, польский языки, а финно-угры – те, кто говорят на языках финно-угорской группы. Так на каких языках говорят этнические русские в России? Ясное дело, на русском, они славяне и есть. Это с какого перепугу некто «Вадо» такое ляпнул, что большинство людей в России говорят на финно-угорских языках?

Столь же «грамотный» комментарий уже другого «знатока»: *«Понятие славяне появилось в 14-15 веках для обозначения народов, которые откололись от русских»*. Еще раз: русский язык есть язык славянский (но не наоборот, скажем, польский язык – тоже славянский, но не русский), поэтому русские – это славяне. Славяне от русских никак «отколоться» не могут. Похоже, с понятиями «славяне» и «русские» у «знатоков» серьезная системная проблема.

В комментариях не раз упоминается Венгрия с ее якобы «финно-угорской гаплогруппой N». Это не так. В Венгрии гаплогруппы N всего полпроцента, на таком уровне

гаплогруппы вообще обычно не рассматриваются, если только не для специальных случаев. Похоже, носители гаплогруппы N были там истреблены еще в древности, и это относят за счет «монгольского нашествия», а язык остался, принадлежит к угорской подветви финно-угорской ветви уральской языковой семьи. Самое большое представительство в Венгрии – гаплогруппы R1a, 30%, далее с большим отрывом представлены гаплогруппы R1b и I2a, между 16% и 19%.

### Арии и «арийцы»

Еще один «знаток» в комментариях: *«Арии – это... самоназвание древнего народа, который жил за тысячи лет до появления "арийцев"»*. Начнем с того, что «арийцы» – это изобретение русских переводчиков. Во всем мире такого нет, обычно используется слово Arya, но бывает еще ariya, ārya (на санскрите), Arie, aria. В научных источниках исторического и лингвистического направления используется термин «арии» и производные от него, типа «индоарии». Слова «арийцы» в научной литературе нет. Это слово искусственное, исключительно русскоязычное, активно использовалось в 1930-х годах с негативным или насмешливым оттенком, направленным на «изыскания» в нацистской Германии. Согласно Большой Советской Энциклопедии, «употребление термина было развито в расистской литературе (в особенности в фашистской Германии), придавшей ему тенденциозное и антинаучное значение». Более того, перед войной в ГУГБ НКВД СССР была разработка Секретно-политического отдела (СПО) под названием «Арийцы», которая увязывала это слово с обвинениями в создании и пропаганде фашистских организаций в СССР. Как пишут источники того времени, основные обвинения выдвигались против представителей советской интеллигенции – преподавателей высших и средних учебных заведений, литературных работников издательств. В частности, по «арийскому делу» была арестована и осуждена группа сотрудников по выпуску иностранных словарей.

В нацистской Германии не было отдельного слова «арийцы», там использовалось обычное слово «арии». Другое дело то, что в нацистской Германии и смысл, и дух этого слова был искажен и поставлен на службу нацистской пропаганде, а потом и репрессивной машине, но древние арии за это никакой вины не несут и нести не могут. Нацисты придали (или усилили ранние ошибочные воззрения) термину «арии» расовое значение, хотя арии не представляли отдельную расу – по расе они были европеоиды. Но идеологи нацизма педалировали ложные представления, что «германские народы» представляют собой идеальную и чистую расу – «истинных ариев». На русский язык это переводилось как «истинные арийцы». Отсюда уже оставался один шаг до декларирования «неполноценных рас», которые подлежат физическому уничтожению. И этот шаг был сделан. В этом – суть нацистских преступлений и обоснования их нацистами.

В ДНК-генеалогии термин «арии» используется в его историческом контексте. Это – потомки носителей гаплогруппы R1a-Z645, которая образовалась примерно 5500 лет назад и разошлась примерно 5000 лет назад на ветви R1a-Z93 и R1a-Z283-Z282-Z280. Эти времена соответствуют принятому в лингвистике расхождению праиндоевропейского языка на ветви индоевропейской языковой семьи.

### «Академик» Левашов и его взгляды

Меня заинтересовал комментарий «Дмитрия», который, прочитав статью, объявил, что *«у Левашова по этому поводу лет 10 назад книга написана...»*. Поскольку «Дмитрий» не сообщил, по какому «поводу» и что за книга, и такой стиль характерен для «знатоков», которые вбрасывают пустышки, пришлось заняться некоторым исследованием. Благо, повод появился. Я немало раз встречал в сети отнесения к некоему

«академику Левашову», за которым числятся гирлянды открытий, но что-то мне мешало поинтересоваться, кто такой, академик чего, и что за открытия. Видимо, мешал просто здравый смысл. А теперь повод появился. Нашел, посмотрел, закрыл.

Насколько мне удалось узнать, Н.В. Левашов выступает в трех ипостасях – он «академик», он целитель и он открыватель доселе непознанного. Начнем с «академика». Именно так он именуется в сети и именно так он представляет себя на своем сайте. Загвоздка в том, что я – профессиональный исследователь и такого академика не знаю. В науке к званию «академик» относятся скрупулезно – академиками могут быть только члены Национальных академий наук, а прочих академий есть сотни, если не тысячи, они могут вести полезную и интересную работу, но называть их членов «академиками» – это кощунство. По сути – это мошенничество.

Например, на сайте Национальной академии наук Грузии, к которой я имею честь принадлежать, крупно обозначено: «Называться академиками имеют право только члены Национальной Академии». И это совершенно правильно. А я смотрю на сайте Н. Левашова – там какие-то сертификаты и дипломы академий, которые к национальным академиям не имеют никакого отношения. Это типа: сесть на деревянную лошадку, размахивать картонным мечом и на этом основании представляться на публике «генералом». У нас на сайте Академии ДНК-генеалогии, официально утвержденной Минюстом России, специально написано – члены Академии ДНК-генеалогии не имеют права именоваться «академиками».

Никто не именуется академиками членов Нью-Йоркской академии наук, коих около ста тысяч человек, и на их сайте указано – «открыта для студентов, любых активных профессиональных ученых и других, которые разделяют интересы Академии, имеют страсть к науке и платят членские взносы». Взносы по американским понятиям весьма скромные – в год 108 долларов для жителей США, 129 долларов для иностранцев и 258 долларов для тех, кто хочет получить статус «покровитель Академии». Всё добровольно. Никаких выборов нет. И таких академий в мире – не перечислить. Звания «академик» у них нет, за редким исключением, и те – только члены национальных Академий. И то не всех, в Национальной Академии наук США нет понятия «academician», что значит «академик». Пишут просто – член Академии. Даже члены Всемирной Академии наук и искусств, основанной А. Эйнштейном, в первом составе которой были почти исключительно нобелевские лауреаты, никогда не именовали себя «Academician», а только Fellow, то есть коллега. Я – член этой академии с 1989 года и всегда подписываюсь в переписке с Академией – Fellow, WAAS, since 1989.

Не то – в России. Организовал домашнюю академию – уже «академик». Понимаете, в науке есть особая протокольная этика, которую нельзя нарушать, и пусть учеными бывают иногда мерзавцы, но протокольную этику они не нарушают. Как и в армии – какой бы мерзавец ни был, но он берет под козырек, когда предписано уставом. И майор не надевает брюки с лампасами и не навешивает на плечи генеральские погоны, которые можно купить в Военторге. А Левашов, к сожалению, надевает (или надевал), и это уже отталкивает в мире науки. Смотрим на его сайт. Академик («Academician») информационной академии. Академик академии энергоинформационных наук. Академик Всемирной академии наук комплексной безопасности, подписи – президент, естественно, академик, Любимов, ученый секретарь, естественно, академик, Соломанидин. Академик международной академии семейной медицины, нетрадиционных и природных методов лечения, сертификат – «Присвоено звание академика». И так далее.

Так что же там, по словам комментатора, «у Левашова по этому поводу лет 10 назад книга написана...»? «По этому поводу», это, видимо, рассмотрение миграций методами ДНК-генеалогии, анализ гаплогрупп и гаплотипов. Такого у Н. Левашова, конечно, нет, комментатор солгал. Это, наверное, труд Н. Левашова «Славяно-Арийская

империя – Великая Тартария», со столицей, «которая простояла более ста тысяч лет». Ну, знаете... Не говоря о том, что нельзя «славяно-арийское» вместе помещать, это разные эпохи. Ну и венец – «Теория мироздания академика Николая Левашова». Там – 12 разделов. Взглянем на несколько из них. Первое – «Земля была колонизирована нашими предками». Краткое описание: *«Наша планета была колонизирована несколькими славяно-арийскими народами 600-800 тысяч лет назад»*. Продолжать нужно? Там, правда, дальше идет: «Это утверждение привело в шок современных “учёных”»... Ну, это понятно. Правда, никакого шока не было и быть не могло. Посмеялись - и всё. Какой там шок?

Второе: «Земля долгое время имела три Луны», с пояснением: *«Подготовка Солнечной системы к колонизации Древней Расой заключалась не только в упорядочивании орбит вращения объектов вокруг нашей Звезды. Необходимо было придать нужные параметры орбитам вращения...»*. Ну и так далее. Третье: «Спасение Земли от «Звезды смерти» – Немезиды». Пояснение: *«В октябре 2003 года вблизи нашей планеты должно было проследовать небесное тело, которое в мифах и легендах называлось «Немезидой» и «Звездой смерти»... Однако, как мы с вами помним, ни в 2003 году, ни позднее никаких планетарных катастроф не произошло. Академик Николай Левашов смог удалить «Звезду смерти» с её орбиты»*. Ну, наверное, хватит. Там еще много: «Жизнь после смерти тела существует», «Астральные паразиты управляют людьми», «Реинкарнация – переселение Душ» и так далее. И «академик» еще огорчился, что наука от этого отворачивается. Он должен был знать, что в науке принята определенная форма подачи материала, там нельзя брать с потолка, там нужно каждое положение доказывать, по порядку. И каждое доказательство перекрестно обосновывать.

### Русский язык как (якобы) прародитель всех языков мира

Комментарий: *«...Александр Драгункин, в книге “5 сенсаций”... на основе глубокого научного анализа конкретных языковых фактов и реалий наглядно демонстрирует, что практически все европейские языки, а также санскрит, являются в той или иной степени “искажёнными” вариантами языка прарусского»*.

Эти представления пользуются у читателей большим спросом. С А. Драгункиным я время от времени переписываюсь (точнее, он мне пишет, я отвечаю), и у меня есть свой взгляд на его «творческую лабораторию». Безотносительно этого взгляда, представлять любой из древних языков как «родительский» для современных языков является неоправданным упрощением. Языки за тысячелетия менялись причудливыми курсами, проходили через дивергенции и конвергенции, то есть через расхождения и сближения, обменивались словами. В итоге, например, некоторые считают, что у шумерского языка и санскрита немало общих или сходных слов (Вестник ДНК-генеалогии, том 9, № 2, 2016), но это не значит, что один произошел из другого. Это скорее означает, что у них был очень далекий общий предок, да и тот, скорее всего, «перекошенный» под другие языки, которым он тоже был общим предком.

Санскрит – не потомок прарусского языка, если «прарусским» не называть язык древних ариев. Но и в этом случае язык, чтобы стать русским, тоже прошел много путей, далеко не всегда линейных – он прошел от языка древних ариев через язык фатьяновской культуры, далее через языки балтийских славян, языки венедов, языки дунайских славян, и обратно на Русскую равнину, меняясь все это время в своей лексикостатистической динамике. Санскрит – не язык спонтанного развития, на своей финальной стадии он был модифицирован, отшлифован, изменен со стороны Панини, во второй половине I тысячелетия до н.э. Так что трудно назвать санскрит потомком «прарусского языка», не зная, положив руку на сердце, какой язык считать достоверно «прарусским» и когда он стал «прарусским», в какой именно археологической культуре.

**Пораженческие и русофобские настроения**

Некто «Николя» пишет: *«И вот при таких предках такие жалкие результаты в настоящем»*. И какие же «жалкие результаты»? Каковы критерии этого «пораженца»? Это Россия-то «жалкая»? Построившая самую большую страну в мире по территории? Одержавшая множество побед в своей истории? Вернувшая Крым, несмотря на безответственность своих лидеров в прошлом? Что, другие страны, потомки ариев, более могущественны? Население более счастливо и состоятельнее? Индия? Иран? Страны Месопотамии? Сирия? Ирак? Этот Николя даже свой ник сделал «западным», следуя Фрейду. Вот это – жалкий результат, предки бы такого застыдились.

**Кто станет патриархом рода?**

Хорошо, что автор, не понимая, задает вопрос, а не делает категорическое утверждение, как присуще невеждам: *«Я действительно не понимаю. Если “чистокровный” славянин возьмёт себе в жёны “чистокровную” пигмейку, а их дочка выйдет замуж за китайца, то кем родится их сын. И кого считать патриархом того рода, который пойдёт от этого сына?»*... Начнем с того, что «чистокровный славянин» – это некая иллюзия. Славянин – это носитель родного языка славянской группы. Это может быть русский, украинец, белорус, поляк, серб, словак, чех и так далее. С другой стороны, это может быть носитель гаплогруппы (по численности) R1a, I2a, N1c1, R1b, E1b, G2a и так далее. Так кто такой «чистокровный славянин», о ком запрашивает комментатор?

Ну допустим, это носитель гаплогруппы I, митохондриальная группа H. Он женился на пигмейской женщине (изысканный, однако, вкус у задавшего вопрос), с мтДНК L. У них родится дочка, естественно, с мтДНК L. Если она выйдет замуж за китайца гаплогруппы O, то родится сын с Y-хромосомной гаплогруппой O и мтДНК L. Если после этого произойдет глобальная катастрофа, человечество пройдет бутылочное горлышко, и выживет только потомство того сына, то от него пойдёт мужской род O, а женский – от его жены, какая бы гаплогруппа у нее ни была.

**О митохондриальной ДНК в ДНК-генеалогии**

Комментарий: *«Хотелось бы, чтобы в последующих публикациях на КМ.РУ профессор Клёсов остановился бы на генетическом вкладе женщин в продолжение и продвижение рода человеческого. Трудно поверить, что роль женщины в этом плане сводится только к роли хранительницы очага, дающей жизнь и поэзию жизни»*.

Нет, не только. Созидательный труд, что в совокупности с хранительницей очага, дающей жизнь и поэзию жизни – очень много. Наверное, максимум, что можно дать. Можно упомянуть и «построить дом, посадить дерево и родить сына», но только при чем здесь ДНК-генеалогия? Мне вряд ли нужно останавливаться в последующих публикациях на генетическом вкладе женщин «в продолжение рода человеческого», все и так знают. Более того, есть тысячи и тысячи людей, которые с охотой могут об этом написать. Зачем же мне в эту толпу лезть? Я пишу то, что никто больше не напишет. В этом вижу свою задачу.

Я мог бы перефразировать пожелание автора того комментария, что хотелось бы видеть в последующих публикациях хорошие примеры использования мтДНК в ДНК-генеалогии. Я бы тоже этого хотел, но пока ситуация в науке для того не созрела. Мужские миграции были в том отношении, что за ними оставался четкий шлейф Y-хромосом, с их гаплогруппами и гаплотипами. А вот женских миграций в этом смысле не было. Нет таких шлейфов и, видимо, быть не могло. Сейчас поясню. Раскапывают

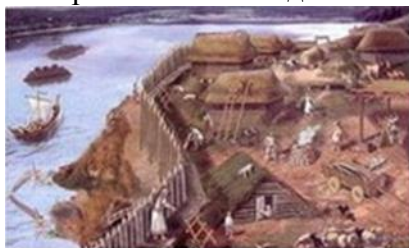
древние захоронения в определенной культуре, и все ДНК относятся к одной Y-хромосомной гаплогруппе. Например, ямная культура – одни R1b. Андроновская культура – одни R1a. Культура колоколовидных кубков – одни R1b. Синташтинская культура – одни R1a. И в каждой – целый спектр мтДНК, все разные, хотя бывают случайные повторы. Ну какая там ДНК-генеалогия?

Приведу простой, но показательный пример. В нашей фамильной деревне Клёсово в Курской области доля R1a составляет практически 100%, а мтДНК – самые разнообразные. Объяснение здесь совсем простое. В 1639 году земля царским указом была выдана сыну боярскому Ивану Клёсову за воинскую службу. Была основана усадьба, затем фамильная деревня, и основатель ее имел гаплогруппу R1a. А всё остальное определил социальный, сословный статус основателя и патриархальный уклад того времени. Деревня была сословным статусом замкнута, изолирована, земля была выслужена, предками завещана и чужих (в том числе с другими гаплогруппами, о каких, конечно, тогда не знали) туда не пускали. А мужские потомки имели, разумеется, только гаплогруппу R1a. В деревню приходили только женщины «со стороны» как невесты и жены и из деревни уходили в окружающие деревни только невесты и жены. Так что мтДНК крутили свою карусель через деревню столетиями, а Y-ДНК (то есть Y-хромосома, а с ними соответствующие гаплотип и гаплогруппа) оставалась той же, исходной. Вот так и имеем 100% R1a и множество разных мтДНК в одной деревне, в одном регионе.

Еще пример: из гарема выходила одна мужская гаплогруппа и множество разных женских мтДНК. Чем больше гарем, тем больше разных мтДНК выходило. Еще пример: жена традиционно уходила в селение к мужу, и тем самым мтДНК опять расходились по большим территориям, жен и наложниц привозили из дальних походов («Дывысь, Мыкола, сосед турчанку из похода привез»). Вот и добавилась анатолийская мтДНК в казацкой станице.

Еще пример: в ямной археологической культуре с датировками 4700-5300 лет назад все двенадцать ископаемых мужских костных останков имели одну и ту же гаплогруппу R1b, все четырнадцать женских (с добавлением двух женских образцов) только в четырех случаях имели одинаковые гаплогруппы (U5a), но с тремя разными более глубокими субкладами, остальные были H2b, H6a, H13a, T2c, две T2a, U4, U4a, W6, W3a. Понятно, что никакого вопроса о выявлении направлений и времен древних миграций по мтДНК просто нет. Более того, миграции с мтДНК не связывают, за исключением разве что наличия относительно обособленных мтДНК в Америке, Евразии и Юго-Восточной Азии.

Это вовсе не означает, что мтДНК не дают никакой информации и их измерять и изучать бесполезно. Это не так, и можно привести положительные примеры, но это будут, как правило, специальные случаи. Просто надо четко формулировать вопросы, на которые могут быть получены ответы с помощью мтДНК, и надо понимать, какого характера будут эти ответы. Обычно вопросы такие: какие мтДНК есть в таком-то регионе? И ответ, например, такой: «В деревне Сараево Переславского района Ярославской области выявлены следующие мтДНК гаплогруппы: H, W, I, H, V2, H, H, U, X, T\*, T\*, W, H, H, W, T1». Понятно, что никакой ДНК-генеалогии здесь нет и самой постановкой эксперимента не ожидалось.



Поэтому когда «Дана» пишет в комментариях: *«Но вот беда, все пишут исключительно о метках в мужской Y-хромосоме, а о метках в женской X-хромосоме упоминают только вскользь. Но потомство – результат Y+X, и, следовательно, рассматривать и этносы с R1a можно вкупе только с женскими ДНК»*, она отчасти права, что о метках в Y-хромосоме пишут

намного более часто. Причину этого мы уже знаем. Дальше она ошибается, потомство – это не только Y+X, это и X+X. Просто в первом случае рождается мальчик, во втором – девочка. Наконец, к определению этносов это отношения не имеет. Гаплогруппа этнос не формирует, она его сопровождает, причем, как правило, не одна. Подробнее об этом ниже.

### Об украинцах

Цитата: «Украинцы появились в 20-м веке, что об этом думают генетики?». Перефразирую – советский народ появился в 1918 году, что об этом думают генетики? Я не знаю, что об этом думают генетики, но ДНК-генеалогия ясно показывает, что русские и украинцы, как и белорусы, имеют одно и то же происхождение. У всех перечисленных примерно по 50 % гаплогруппы R1a, по 15-20% I2a, только южнобалтийская N1c1 несколько различается по понятным географическим причинам: у этнических русских европейской части в среднем 14 %, у белорусов 10 %, у украинцев 7%. Но это в среднем, а по разным регионам всех трех стран содержание N1c1 накладывается в разной степени. Например, в Курской области содержание N1c1 составляет не более 4-5%, ниже, чем в среднем по Украине. Поэтому разницу и нечего искать, нет ее.

То, что Украина как государственное образование появилась только в XX веке, это верно, но особенности жизни и быта многих жителей на территории современной Украины и отличия их от русских были заметны на протяжении веков. Как, впрочем, и других частей древней Руси и более раннего периода. Посмотрите в исторические хроники XVI-XVII вв., там особых братских отношений не подчеркивается. Напротив, «подлые черкасы» встречаются часто, как и их предательства и измены. Потом их стали называть казаками. То же самое и про непростое налаживание военных взаимоотношений между гетманами и российскими военными, координации их действий. Советую почитать мой очерк про детей боярских, в разделе про XVII век. И за что гетман Мазепа был награжден в 1695 году орденом Андрея Первозванного. Вот – цитата из очерка.

*Походы с Ромодановским были частью операций, предпринятых царем Алексеем Михайловичем перед концом своего царствования для утверждения за Россией правобережных территорий Малороссии. Левобережная сторона Днепра (со стороны России) была воссоединена с Россией еще после Переяславской Рады, в 1654 году. А правобережная оставалась под сильным влиянием турок. Гетманом на обеих сторонах Днепра, то есть единым гетманом Украины в 1674 году был признан Самойлович, но Дорошенко, прежний гетман Западной Украины, резиденция которого была в Чигирине, на правой стороне Днепра, не признавал Самойловича и маневрировал между запорожскими и донскими козаками и Москвой. В то же время он заигрывал с турецким султаном и по полученным сведениям, в ходе переговоров с московским представителем послал за подмогой к орде в Крым.*

*Самойлович слал депеши к царю про Дорошенко: “Не только к пашам, но к самому султану и хану знатных людей посылает, также и к полякам. ...На эту сторону он никогда не переедет и старшинства с себя не сложит, того у него и в помышлении не было, нет и не будет... Он из этого смех строит и между малороссийским народом разные всевает небывалые слова». Самойлович просил указа идти на Дорошенка, пока не пришли к нему турки и татары на помощь. Князь Г.Г. Ромодановский с войсками двинулся на Чигирин и осадил его, и Дорошенко, не имея от турок известий и понимая всю безнадежность своего положения, сдал Чигирин и сложил с себя гетманство. Это был так называемый первый, но далеко не последний поход русских войск и украинских казаков на Чигирин. Собственно, это положило начало серии русско-турецких войн, а точнее войн Османского государства и союзного с ним крымского ханства”.*

В комментариях появляется еще один «знаток»: «*Высшие касты Индии до сих пор состоят в основном из этнических русских (R1a)*». Это, конечно, не так. Этнические русские – это те, для кого родной язык русский, кто считают себя русскими и у кого предки на протяжении трех-четырёх поколений жили на территории современной Российской Федерации в Европейской части России. Как это высшие касты Индии могут из них состоять? Гаплогруппа R1a – вовсе не тождественна этническому русскому. Это и этнические поляки, и чехи, и словаки, и немцы, и австрийцы, и греки, и уйгуры, и киргизы, и таджики, и пуштуны, и карачаево-балкарцы, и башкиры, и латыши, и литовцы, и шведы, и многие другие. Гаплогруппа этнос не определяет. Носители гаплогруппы – это составная часть любого этноса. А в высших кастах Индии – этнические индийцы, в том числе и гаплогруппы R1a, доля которых среди браминов достигает до 72%.

В «широких кругах» неспециалистов распространено мнение, что гаплогруппа R1a – это «славянская» или «русская». Откуда это взялось – неизвестно, видимо, результат эффекта «испорченного телефона». На это «повелся» и Л.С. Клейн, опубликовав в своей недавней книге «Этногенез и археология» статью «Была ли гаплогруппа R1a1 арийской и славянской?», статью совершенно бестолковую. Как водится, Клейн ссылок не даёт. Он выдвигает некие свои положения, как правило, искаженные, и приписывает их мне. Научная этика предписывает давать при этом ссылки, но Клейн от научной этики далек. После этого он начинает, как обычно, придумывать несуразности, опять, конечно, без ссылок, и опять приписывать их мне. Например, он пишет, якобы за меня: «*Подразумевается, что с ней (гаплогруппой R1a) славяне получили свою славянскую специфику – а что именно? Язык? Культуру? Расовые особенности? Национальный характер? Неясно. А 60 % восточных славян остаются в стороне от этого рода. К тому же учитывается только происхождение по отцовской линии. От матерей – ничего. Между тем, многие выдающиеся люди получили свои способности как раз от матери*».

Поразительно непонимание Клейном элементарных основ того, о чем он берется писать. Это все равно, что не понимать, зачем метят, например, перелетных птиц, пристегивая к ним специальную бирку, восклицая – и что это дает? Культуру птиц? Способность их вить гнезда? Чириканье как средство коммуникаций? Выдающиеся способности летать? Когда человек настолько неспособен схватывать суть вопроса, с ним обсуждать что-либо бесполезно. Особенно когда у него при этом выражен обличительный пафос, обвинительные инвективы, как, скажем, изучение ариев он связывает с фашистской Германией. Приличные люди от таких должны просто отворачиваться, что многие и делают.

### Откуда так много гаплогруппы R1a у таджиков и киргизов?

Гаплогруппа R1a сама по себе не славянская, не арийская, и никакая другая. Это – метка, определенная мутация в Y-хромосоме. Мутация под названием M420, определяющая (наряду с несколькими другими) гаплогруппу R1a, которая произошла примерно 22 тысячи лет назад – это было превращение тимина в аденин в нуклеотиде Y-хромосомы под номером 23 миллиона 473 тысячи 201. Ну и что там могло быть славянского? Это просто метка в ДНК. Но история людей развивалась так, что потомки людей, имеющих в своих ДНК эту метку (как и другие, имевшие другие метки), жили и передвигались группами, своим родом, в начале которого был патриарх, и порой их потомки продолжали (и продолжают) жить относительно компактно, на одной территории, которая может быть весьма большой. Более того, они порой продолжают говорить на языке той же группы, на котором говорили их далекие предки, языке, пришедшем из глубин времен тысячелетия назад, естественно, в своей динамике, задаваемой законами лексикостатистики.

Означает ли это, что гаплогруппа R1a задает язык? Нет, это означает, что во многих случаях гаплогруппа сопровождает язык или язык сопровождает гаплогруппу, ветвясь и уходя в сторону, и то, что ушло в сторону, может измениться, а может и сохраниться. И изучение этой сложной картины, в какой степени гаплогруппа сопровождает язык, культуру, антропологию и прочие расовые особенности, национальный характер, если такое выявлено – крайне интересно и важно. А Клейн бегаёт вокруг и мешаёт, выкрикивая, что этого не нужно делать. Страшно далек он от науки, во всяком случае, от науки настоящей, творческой, не вписывающейся в закостенелые рамки простого описания наблюдаемого.

Так получилось, что гаплогруппа R1a, сопровождая миграции своего рода, пришла с потомками в Восточную Европу и составила половину мужского населения современных русских, украинцев, белорусов, поляков, треть или больше словаков, чехов, словенцев, хорват, и все они – носители языков славянской группы. Означает ли это, что гаплогруппа R1a возникла 22 тысячи лет назад в славянской среде, что придумывает Клейн и с этой своей придумкой борется? Нет, конечно. На своем длинном пути эта гаплогруппа осталась среди алтайцев, жителей Тибета, древних анатолийцев, возможно, в культуре Лепенского Вира, если судить по их погребальному обряду, на Балканах, прошла по Русской равнине, оставив много археологических культур, вошла в среду уйгуров, монголов, китайцев, и в большинстве своем это были вовсе не славяне. Так с чем воюет Клейн? Да со своей неспособностью понять простые вещи, со своей склонностью к передергиванию, со стремлением обличить, заклеить.

Фраза Клейна «А 60% восточных славян остаются в стороне от этого рода» тоже отражает степень его непонимания того, о чем он говорит. Восточные славяне – это не категория ДНК-генеалогии, это – культурно-языковая общность славян, в которую входят русские, украинцы и белорусы. В относительно недалеком прошлом это была одна народность, составляющая население Древнерусского государства. В отношении родового происхождения это были в основном носители гаплогрупп R1a и I2a, куда затем добавились носители гаплогруппы N1c1. Они «не остались в стороне» от R1a, они туда никогда и не входили, и об этом не имели понятия, это им не мешало образовать единое государство. О процентах не будем, с этим Клейн тоже мало знаком, судя по его цитате.

Если говорить о жителях Средней Азии и Передней Азии, в значительной части территории древней Бактрии, то там столетиями жили арии, носители гаплогруппы R1a на своем историческом миграционном пути из Европы в Индию и на Иранское плато. Как показывает анализ гаплотипов, значительная часть современных таджиков и узбеков – потомки исторических ариев, которые жили там в III тысячелетии до н.э. Киргизы, башкиры, татары, пуштуны, карачаево-балкарцы – в значительной степени потомки скифов, в свою очередь потомков ариев, которые не ушли в Индию и Иран и кочевали на огромной территории от Алтая до Причерноморья. Они тоже не были ни славянами, ни русскими. Они были носителями гаплогруппы R1a, потомки одного патриарха, который жил примерно 5500 лет назад, потомками которого являются половина современных славян и половина этнических русских, которые все являются славянами.

Задавать вопрос типа «что общего между этими этносами», как спрашивает комментатор статьи в KM.RU, смысла не имеет, если понимать, что такое этносы. Для этносов как минимум должно быть единство языка и территории, а у русских и индийцев, например, нет ни того, ни другого. Как и у всех остальных, говоря даже об украинцах и русских. Это – разные страны, с разными, хотя и похожими языками, но с одним и тем же происхождением. Общие у них гаплогруппы, которые и есть метки общего происхождения по Y-хромосоме. В связи с этим – цитата одного из комментаторов: «Английский купец Гарсей в 1655 г писал своему правительству: русский язык в ходу кроме России, в северной Персии, большей части северной Индии (Империя великих мо-

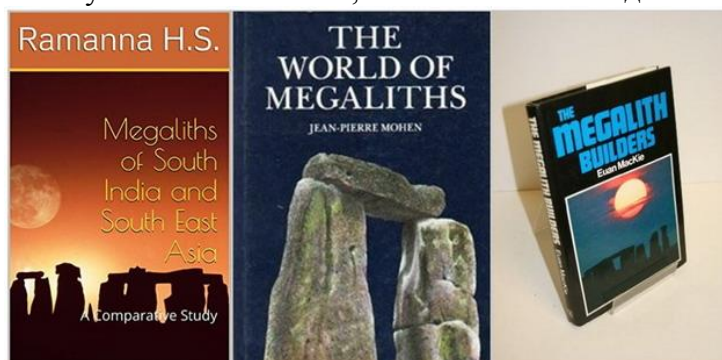
голов)». Таких сведений у меня нет, с поправкой на то, что имя английского дворянина и дипломата было Горсей, Джером Горсей, что годы его жизни были 1550-1626, он действительно знал русский язык, много путешествовал, в том числе в Персии и Индии. Если цитата верна, то такое вполне могло быть, если снять преувеличения. И там, и там во множестве живут и тогда жили потомки ариев, носителей гаплогруппы R1a.

### Геном «прародительницы» человечества

Еще один «знаток», цитата: *«Женский геном не меняется. Он у вас, женщин, НЕ ИЗМЕНЕН уже 4,5 млн. лет. В Центральной Африке ещё лет 15 назад обнаружили фрагменты скелета прародительницы всего человечества. Её так и назвали – Ева. Так вот у неё геном полностью совпадает с геномом современных женщин».* Здесь – сплошные недоразумения. Естественно, геном у женщин меняется так же, как и геном мужчин, а изменения – это возникающие время от времени мутации в ДНК. Даже в самой маленькой хромосоме, Y-хромосоме, каждая следующая мутация возникает в среднем раз в 22 года, то есть примерно раз в поколение. В целом же во всем геноме за одно поколение происходит много мутаций как у мужчин, так и у женщин. Далее, «прародительницей» тот скелет назвали для красного словца. Вполне возможно, что она была девственницей и потомков не имела или матерью, но ее потомки не выжили. Возможно, она представляла вообще тупиковую ветвь человечества. То, что от нее выжили потомки, которые живут среди нас – вероятность такого вообще исчезающе мала. Наконец, геном ее не изучали. Думаю, для психологов представляет интерес, почему некоторые особи лепят в белый свет то, о чем они не имеют понятия. Желание публично самоутвердиться?

### Носители гаплогруппы R1a и мегалиты

«Критик» процитировал фразу о том, что 4000 лет назад носители R1a вышли на Южный Урал, и остался ей недоволен. На самом деле ему стоило бы отметить, что эта статья в первом варианте была опубликована еще в 2007 году и на восемь лет опередила прямые доказательства процитированного положения. Действительно, только в 2015 году там, на Южном Урале, были получены ископаемые гаплотипы, и они оказались гаплогруппы R1a, датировка  $4065 \pm 150$ ,  $4190 \pm 125$ , и  $4025 \pm 115$  лет назад (Наак и др., Nature, 2015; Allentoft и др., Nature, 2015). Но критики всегда недовольны, и в данном случае некто «Вася» написал: *«На Урале обнаружены мегалиты значительно более древнего возраста, и они распространены вплоть до северных морей. Наука не желает это даже рассматривать... Эти сооружения насмеются над научным миром... и я заодно посмеиваюсь».* Осталось непонятным, причем там мегалиты, так как я писал про носителей гаплогруппы R1a, прибывших на Урал. В тех краях жили люди и 40 тысяч лет назад, а неандертальцы и ранее, только у меня ведь не о мегалитах речь. Но «Вася» и о науке ничего не знает, по мегалитам есть десятки книг. Вот, навскидку, несколько.



А вот – слова Юрия Пиотровского, старшего научного сотрудника Государственного Эрмитажа: *«Истоки изучения мегалитов можно отнести к началу XIX века. Термин же “мегалит” (в переводе с греческого “большой камень”) впервые был использован в 1849 году. Мегалиты встречаются по всему ми-*

*ру, и существуют различные классификации... Серьёзной проблемой является то, что*

учёным достаются неполноценные источники. Все эти сооружения до того, как ими занялись исследователи, были разграблены и разрушены. То есть отсутствует полная информация об объекте, что зачастую и порождает так называемые загадки мегалитов... Мегалиты для учёных представляют огромное поле деятельности... Интересно то, что в некоторых местностях мегалитические памятники изначально располагались на побережье. Например, в Западной Франции есть ряд сооружений, с одного из которых можно видеть другое, с другого – третье. Получается некая опознавательная, сигнальная система. Ведётся, например, дискуссия об ориентации дольменов, признавая главной частью фасадную плиту с отверстием или без него. Естественно, всех увлекают менгиры и их разнообразное расположение – то рядами на протяжении нескольких километров, то кругами. На эту тему существует множество разных гипотез». А «Вася» сидит на заборе и «посмеивается»...

### О происхождении евреев

Цитата: «Именно А.А. Клесов и другие генетики неопровержимо доказали, что настоящие евреи ведут свои корни из полудиких пастушьих племен юга Иранского нагорья, вытесненные более развитыми народами Месопотамии на просторы Синая, где они “сорок лет истребляли друг друга для самоочищения и превращения в богоизбранный народ”». Встречный комментатор: «Насколько я знаю, Клёсов ничего подобного не говорил и не писал. Дайте сноску, а то я ему напишу и попрошу процитировать». Мой ответ – можно мне не писать, я это действительно никогда не говорил и не писал. Более того, я никогда не употребляю выражение «более развитый народ», это не из моего словаря. А когда слышу, тут же предлагаю дать определение понятию «более развитый». Ни одно из таких определений не является достаточным или адекватным. Более того, кто такие «настоящие евреи»? Можно тоже дать определение? Если судить по численности, то большинство ближневосточных евреев имеют гаплогруппы J1 и J2, и таких данных, что они пришли с «юга Иранского нагорья», наука не имеет. Остальное – тоже фантазии. Что доподлинно известно – это что современные евреи и современные арабы гаплогрупп J1 и J2 являются потомками общих предков в этих гаплогруппах, которые жили примерно 4000 лет назад. Если одного из них, например, в гаплогруппе J1, звали действительно Авраам, то второй, в гаплогруппе J2, уже был другой, с другим именем, хотя случайности не исключены, и его тоже могли звать Авраам. Правда, из общих соображений маловероятно.

### О происхождении предков современных русских и славянские языки

Очередной «критик»: «Непонятно, на основании чего автор сделал предположение, что: “Русская равнина, где примерно 5000 лет назад появился предок современных русских и украинцев рода R1a, включая и автора этой статьи”. Если чуть ниже, он фактически опровергает своё предположение – “славянские языки, по данным лингвистов, разошлись примерно 1300 лет назад, опять примерно в VII веке.” Напрашивается резонный вопрос, а на каком же тогда языке разговаривали потомки этих славян 5000 лет назад? Боюсь, что автор вторгся во временную тему, в которой сам не очень силен».

Известно, что нашего критика хлебом не корми, дай покритиковать. Во-первых, описанное «предположение», а на самом деле вывод, автор статьи сделал на основании не «непонятно чего», а анализа картины мутаций в гаплотипах современных этнических русских гаплогруппы R1a, и данные были им многократно опубликованы, начиная с 2007 года. Из этих данных следовало, что мутации в гаплотипах современных жителей Русской равнины гаплогруппы R1a расходятся, как круги по воде, от базового, или

предкового гаплотипа, носитель которого жил на Русской равнине примерно 4600-4900 лет назад, по разным выборкам. Гаплогруппа имеет основной субклад – для большинства этнических русских – R1a-Z280. В прошлом, 2015 году, по результатам геномного анализа ста человек, неупорядоченно выбранных, было установлено (так называемый расчет по снип-мутациям), что субклад R1a-Z280 отделяет от нашего времени 34 снип-мутации, что при 144 лет (в среднем) дает датировку его образования  $34 \times 14 = 4896$  лет назад, и авторы расчета, сделав корректировки на погрешности, пришли к выводу, что субклад R1a-Z280 образовался  $4700 \pm 500$  лет назад, <https://www.yfull.com/tree/R1a/>

Далее у критика уже смешно – он (то есть я) «фактически опровергает свое предположение» тем, что «по данным лингвистов славянские языки разошлись примерно 1300 лет назад». Где же здесь опровержение? Образовались около 5000 лет назад, говорили на арийских языках, которые за последующие 3500 лет – срок огромный – изменились от арийских до славянских, сохранив во многом арийскую лексику и грамматический строй, и оставаясь в той же группе индоевропейских языков, и примерно 1300 лет назад, по данным лингвистов, славянские языки начали расходиться. В чем проблема-то? А что касается того, кто в чем силен, могу заверить «критика», что лингвисты в вопросах, на каких языках говорили наши предки гаплогруппы R1a-Z280 4-5 тысяч лет назад, совершенно не сильны. Более того, они этим и не занимаются, потому что языки тогда у наших предков были бесписьменными. Так что могут обращаться ко мне, я им обрисую картину древних миграций людей того времени. Но пока оказывалось, что это им не нужно. И в планах работ у них этого нет, и гранты за это они не запрашивали. Да и интереса к этому по какой-то странной причине у них нет. Глубже берестяных грамот интереса у них нет, соответственно нет и знаний.

### Русские, финны и татары

Еще один знаток: *«Генетический анализ... позволяет определить генетическое расстояние между людьми. По Y-хромосоме генетическое расстояние между русскими и финнами Финляндии составляет всего 30 условных единиц (близкое родство). Генетическое расстояние между русским человеком и так называемыми финно-угорскими народностями (марийцами, вепсами, мордвой и пр.), проживающими на территории РФ, равно 2-3 единицам. Это даже не прямое родство, это идентичность! Анализ митохондриальной ДНК показал, что еще одна ближайшая кровная родня русских – это татары: татар, как и финнов, отделяет от русских все те же 30 условных генетических единиц (близкое родство)».*

Было бы неплохо, если бы «знаток» привел сведения, откуда он эту ерунду взял. Что такое «генетические расстояния», как они считались и на основании чего, что за единицы. Характерная черта подобных «знатоков», что они вбрасывают что-то, по виду якобы напоминающее информацию, не заботясь об определениях и источниках. Когда-то я разбирал исследования популяционного генетика А.Ф. Назаровой, которые выполнялись по методикам полувековой давности. Там измерялись «генетические расстояния», вычисляемые по данным электрофореза ряда белков и ферментов (которые тоже белки, но не все белки – ферменты). По нынешним временам и уровню знаний – это безнадежно устарело, но тогда, в 1960-х и 1970-х годах, лучшего не было. Правда, докторскую диссертацию А.Ф. Назарова защищала по этим данным в 2006 году, когда древнюю методологию уже никто в мире не применял. Ну да ладно, данные уже никому и нужны не были. Так вот, если «генетические расстояния», которые «критик ввернул», оттуда, то там от русских до финнов было далеко. У нее в диссертации был раздел «Генетические расстояния русских до других этносов», хотя числа «расстояний» определенного смысла не имели. По ее данным, наименьшее расстояние от русских

было до поляков (0,097), потом до немцев (0,118), потом финны (0,157), монголы (0,252) и китайцы (0,389).

Возвращаясь к «критику», никакой особой «близости» у русских с финнами быть не может, если их специально не сближать нечестными приемами. Дело в том, что у финнов преобладает гаплогруппа N1c1 (в среднем 62 %, но в провинции 75 %), а гаплогруппы R1a у них всего 5 %. У русских гаплогруппы N1c1 в среднем 14%, но это в среднем, включая территории севернее Пскова. Если же уйти в регионы Курской, Орловской, Белгородской областей, то там в среднем 67 % R1a и не выше 5 % N1c1. Какая же может быть близость? Но я не случайно упомянул про нечестные приемы. Российские популяционисты умышленно взяли «стандартный русский геном» у Белого моря, с преобладанием гаплогруппы N1c1, характерной для финнов. Естественно, отныне, а на деле уже немало лет, русские в геномных базах данных идут как идентичные финнам. Так что узнаём, чей почерк в данном комментарии.



Географические точки взятия образцов «стандартных геномов». Обратите внимание, где оказались «Стандартные русские геномы». Один – на Белом море, с преобладанием финно-угорского населения и гаплогруппы N1c1, другой – в Зауралье, в Сибири. Второй добавился недавно.

На ту же тему – еще один «знаток»: *«Русские – это генетические финно-угры... Русские по крови относятся не к арийской, а к уральской семье народов»*. Должен «знатока» огорчить – по происхождению и по родовой принадлежности русские не относятся ни к финно-уграм, ни к уральцам, если под теми и другими понимать гаплогруппу N. Ее у русских мало, а уральской N еще меньше. Наверное, это «знаток» назвал «генетические финно-угры». Финно-угры – это обычно лингвистическая категория. Этнические русские ни финно-уграми, ни уральцами не бывают (см. определение этнических русских выше). Этот же «знаток» продолжает про *«мощное движение славян на*

*Восток... в земли, населенные финскими племенами». Да не было таких земель «на Востоке». Откуда на востоке финны? Финны – на Балтике. Не было на востоке никаких «земель, населенных финскими племенами». Это – та же байка, что и про «норманнов», и придуманная с той же идеологической целью. Часть информационной войны против русских и против славян. И «знаток», который предпочел не назваться, продолжает участвовать в этой информационной войне. С «той» стороны.*

### Индоевропейцы и англосаксы

Комментатор под ником «Ойген» берет мою цитату: *«Русский, живущий в Финляндии и говорящий по-фински – не индоевропеец, а когда он переходит на русский, сразу становится индоевропейцем»*. Написано действительно в полемическом, ироническом стиле, но по сути верно – финский язык не индоевропейский, а русский – индоевропейский. То есть здесь не просто переход с языка на язык, а с языковой группы на другую языковую группу. Но дело даже не в том, а в переносе языковой категории на людей. Вспомним, что писал выдающийся лингвист, князь Н.С. Трубецкой: *«Понятие “индоевропейцы” является чисто лингвистическим, – в такой же мере, как понятия “синтаксис”, “родительный падеж” или “ударение”»*. Моя цитата была о том, что перенос лингвистических понятий на людей – это некорректный жаргон.

Что делает «критик»? Грубо передергивает. Он пишет: *«Это что же, когда я с иностранным коллегой говорю о своей науке английским языком, я – англосакс, а когда со своим русским коллегой на своем родном русском языке говорю, то я – славянин, а вовсе не англосакс?»* То есть искажение с точностью до наоборот. Я о том, что язык – это не человек, а «критик» – переворачивает, что язык – это человек, и сам этим возмущается. На самом деле английский и русский – это индоевропейские языки, а англосакс – это вовсе не лингвистическая категория. Более того, с англосаксами критик вовсе запутался, это – германские племена англов, саксов и ютов, которые в древности жили в регионе между реками Рейном и Эльбой, а также на Ютландском полуострове. Разговор на английском языке никого англосаксом не делает, это – «перпендикулярные» понятия. Вот что происходит, когда желание оспорить (ОРО – оспаривание ради оспаривания) приводит к абсурду. «Таисия» оказалась толковее «Ойгена», написав: *«Ойген, Вы вырвали фразу, которую оспариваете, из контекста, в котором профессор Клёсов как раз говорил о “нелепости” перенесения термина “индоевропейцы” на носителей индоевропейских языков. В этом случае, не желая того, Вы разделили точку зрения автора»*.

### Не обошлось и без новохронологии

Цитата: *«...Есть, однако, претензия к методу расчета времени мутаций и вытекающей из него хронологии. Тут у Клесова замечательная и правильная картина миграций древних родов натянута и подогнана под абсурдную хронологию современной истории (ее придумал иезуит Скалигер). Сама эмпирическая формула расчета частоты мутаций вызывает большие сомнения. Шкала явно слишком сдвинута в прошлое и удлинена»*. К сожалению, автор тоже комментирует то, в чем не разбирается. Интересно, если у плутония-239 период полураспада 24 тысячи лет, это тоже натянута и подогнана под «абсурдную хронологию» иезуита Скалигера? И «эмпирическая формула расчета» периода полураспада тоже «вызывает большие сомнения»? Видимо, «критик» сильно удивится, если узнает, что оба процесса – и константа скорости радиоактивного распада, и константа скорости мутаций (она же частота мутаций, только в перевернутом виде) рассчитываются по одним и тем же законам природы, которые называются в данном случае «процессы первого порядка» и которые от «внешнего» времени не зави-

сят, только от своей внутренней хронологии. И иезуит Скалигер там совершенно не при чем.

Шкалу расчетов невозможно сдвинуть, удлинить или укоротить. Она отражает объективный процесс неупорядоченных мутаций в гаплотипах или появления новых снипов. Формула расчета в простейшем варианте следующая:  $[\ln(N/n)]/k = t$ , где  $N$  – число предковых гаплотипов в серии гаплотипов,  $n$  – число сохранившихся, немутированных гаплотипов,  $k$  – константа скорости мутаций,  $t$  – время, прошедшее от времени жизни общего предка всей серии гаплотипов. Например, если в серии из 100 гаплотипов в 25-маркерном формате, половина, то есть 50 гаплотипов, идентичны друг другу, то их общий предок жил  $\ln 2/0,046 = 15$  условных поколений (по 25 лет) назад, то есть 375 лет назад. Здесь 0,046 (мутаций на гаплотип на условное поколение) – константа скорости мутации для 25-маркерных гаплотипов. Половина от оставшихся гаплотипов, то есть появление мутаций еще в 25 гаплотипах, исчезает за то же время, то есть за следующие 375 лет. Проверим.  $[\ln(100/25)]/0,046 = 30$  условных поколений, то есть общий предок жил 750 лет назад. Все сходится. Ну и где здесь «иезуит Скалигер»? Если останутся 10 гаплотипов из сотни, то  $[\ln(100/10)]/0,046 = 50$  условных поколений, то есть общий предок жил 1250 лет назад. Если предок еще более древний, то надо брать более расширенные серии гаплотипов, в сотни и тысячи единиц. Или переходить от логарифмического метода расчета к линейному, в котором считают не гаплотипы, а мутации, но оба метода дают одни и те же результаты. Так что я бы советовал читателям не делать из себя посмешище и забыть о «новохронологии», во всяком случае, не лезть с ней в ДНК-генеалогию. Там хронология «внутренняя» и диктуется неупорядоченным появлением мутаций в ДНК, как, напоминая, и в законах радиоактивного распада.

*«Скорее всего, миграции ариев происходили совсем недавно – в средневековье – 13-14 век нашей эры когда существовала мировая славянская империя... Вот вам и маркеры. Эта империя распалась по хронологии Фоменко в 16-м веке. Современная лже-история замалчивает само существование этой империи».* – Вот-вот. Действительно, деградация мысли удручающая. И тут же – «лже-история». Чем больше невежество, тем выше уровень категоричности. Датировки миграций ариев рассчитаны в рамках ДНК-генеалогики и подтверждены археологическими и лингвистическими данными. Они происходили, начиная примерно с 5500 лет назад, и до прибытия ариев в Месопотамию (хетты и митаннийские арии), Индию и Иран во временном диапазоне 4000-3500 лет назад. Какой 16-й век? Никакой «мировой славянской империи» в 13-14 веке н.э. не было, в те времена была оккупация славянских территорий центрально-азиатскими тюрками, которых традиционно называют «татаро-монголами». Была скорее империя Чингиз-хана. Или это её новохронологи называют «славянской»? В подобных комментариях встречаешься с каким-то шаманством. Действительно, отражение печальной деградации образования, включая и самообразование.

### О статистике в ДНК-генеалогики

Комментарий: *«Я не специалист в этой области, но смущают проценты. Откуда такая точность, по остаткам костей? А сколько процентов живого населения разных стран подвергалось тестированию на ДНК? Наверное, считанные единицы, которых явно недостаточно для статистики».*

Первая часть вопроса, видимо, представляет собой недоразумение. По ископаемым ДНК никто проценты не рассчитывает. Каждый результат (гаплогруппа, субклад, гаплотип) по древней ДНК несет уникальную информацию, которая сама по себе важна. Но характерно то, что обычно данные по соответствующей древней археологической культуре совпадают. В ямной культуре найдены только R1b, в андроновской – R1a, в срубной – только R1a, в синташтинской – только R1a, в тагарской и карасукской

– только R1a, в Скандинавии – только гаплогруппа I, в северной Испании – в основном (95 %) – G2a, в Америке – только Q, и так далее. Даже когда находят смешанные гаплогруппы, это имеет большую ценность, они показывают, какие гаплогруппы были там в те времена. Надо просто задавать правильные вопросы. Не проценты нужны, а понимание древней истории, древних миграций.

Что касается «процентов живого населения» – это типичный вопрос, хотя на него я многократно давал пояснения в академической и научной печати. На него можно задать встречный вопрос – чтобы понять, что море соленое, нужно ли пробовать воду из всех бухточек? А как же химики делают анализ растворов, беря пробу всего лишь в долю миллилитра из ведра, цистерны, озера? Когда делают анализ крови, что, всю кровь из вас выкачивают? Нет. Значит, вопрос о размере пробы поставлен некорректно. Вопрос на самом деле сводится к тому, равномерно ли перемешана система, чтобы по малой пробе, или выборке, судить обо всей системе. Этот вопрос в ДНК-генеалогии давно проработан, и данные опубликованы, например, в книге «Кому мешает ДНК-генеалогия». Из тех данных видно, что при последовательном переходе от серии из 26 гаплотипов до 2000 гаплотипов, и при увеличении числа мутаций в них в двести с лишним раз расчетное время до общего предка этих гаплотипов гаплогруппы R1a, в данном случае проживавшего на Русской равнине около пяти тысяч лет назад, получается практически одинаковым в пределах погрешности расчетов. Это значит, что гаплотипы тех выборок перемешаны достаточно хорошо, и все выборки вполне репрезентативны.

Конечно, могут быть и другие ситуации. Например, в горах в каждой долине состав гаплотипов (и гаплогрупп/субкладов) может заметно различаться, в отличие от того, что может наблюдаться на равнине, где гаплотипы более перемешаны за тысячелетия. Но в любом случае расчеты и выводы по гаплотипам относятся только к той конкретной выборке, которая рассматривалась, и только сопоставление разных выборок может показать, насколько система «перемешана», и решить вопрос об обобщении результатов расчетов и выводов на всю популяцию региона или только ее конкретную часть. Но пока репрезентативность разных выборок наблюдается и в горах. Например, разные выборки осетин и карачаево-балкарцев дают воспроизводимые результаты для каждого из этих этносов. Перемешивание между ними обнаружено, но очень незначительное, практически не влияющее на результаты расчетов. В большинстве случаев результаты расчетов почти не зависят от размера выборки (при числе гаплотипов больше двух-трех десятков), то есть они устойчивы к статистическим вариациям, если популяция достаточно перемешана и выборка произведена неупорядоченно. Размер выборки увеличивает точность, и то только до определенных пределов. Это, повторяем, относится к довольно большим популяциям, которые перемешались за тысячелетия, но именно с такими обычно и работают.

### Кому заниматься историей

Комментатор по имени Светлана написала: *«Позвольте историей заниматься историкам (антропологам, археологам)»*. Это к тому, что никакой ДНК-генеалогии там делать нечего. Но это – непонимание самой сути науки. Есть понятие «работать на стыке наук». Это тогда, когда «узкие профессионалы» не справляются со сложностями явлений и законов окружающего мира. Мир ведь не разделен на «направления наук», это люди разделяют и многое пропускают, а оно потом выплывает. Например, моя профессия, специальность – это анализ скоростей химических и биологических процессов, включая и мутаций в ДНК. А историки этого делать не умеют, не умеют и генетики. Приходится решать эти задачи за них. А я это делаю легко и с удовольствием. Естественно, я бы предпочел это делать с ними – историками, лингвистами, этнографами, антропологами. И они появляются, их, заинтересованных специалистов, всё больше. И

это касается не только исторических наук. Кто, например, занимается созданием новых лекарств? Думаете, врачи? Нет, не они. В основном химики, биохимики, специалисты в химии природных соединений, химики-органики-синтетики. В 1945 году Нобелевскую премию по физиологии и медицине получили три человека – микробиолог, химик и медик за открытие пенициллина и его лечебного эффекта. И, к счастью, никто не говорил, что позволяте лекарствами заниматься только врачам. Комплексные науки требуют комплексных подходов.

*Окончание следует...*

**И.Ш. Шевелев**

Заслуженный архитектор РФ, почетный член Российской академии архитектурных и строительных наук, г. Кострома

**ЕДИНИЦЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ (3-е сообщение)**

(Начало в № 3(15), 2016 и № 4(16), 2016)

*В естественной геометрии И.Ш. Шевелёва, вполне возможно, скрыты сакральные знания Высокой цивилизации, земной ли Атлантиды или инопланетной, космической, - знания, которыми эта цивилизация владела и стремилась сохранить на века на Земле. Автором предпринята попытка проникнуть в эти идеи и знания.*

**Часть 4. ИНСТРУМЕНТ МАСТЕРА**

*Число подразумевает соизмерение.* Число всегда суть пара чисел. Сопоставить охвату ладони размер камня или обломка дерева; соизмерить прыжок опасного зверя и бег собственных ног – вот начало. Быть частью живой природы, которая строит себя по закону двоичности и геометрического подобия и владеть геометрическим подобием – великий дар подсознания и разума. Язык знаков, символ, рисунок, – вот главные инструменты работы мозга, краеугольный камень цивилизации. Кисть руки, шаг и стопа стали эталонами соизмерения. Соизмерение и подобие есть исток информации об окружающем мире, и потому *"Мир есть число"*. Единица – код симметрии пар  $\equiv$  Вторая теорема Пифагора – не плод воображения теоретиков, исследователей проблемы гармонии. Это сама история цивилизации. Эпоха расцвета сакральных знаний оставила тому неопровержимые доказательства.

**ЦИРКУЛЬ МУЗЕЯ ТЕРМ В РИМЕ И ПРОПОРЦИЯ ПАРФЕНОНА**

**32** Пропорциональный циркуль, как его ни раскрыть, – это два обратных числа  $\frac{1}{\alpha} \Leftrightarrow \frac{\alpha}{1}$ , запечатленная *αναλογία*, т.е. пропорция. На вид – простой инструмент. В сущности же – позабытая высокая культура, ключ к высочайшей технологии конструирования эстетически совершенного пространства. Инструмент требует мастера. Ибо талант творца, архитектора, скульптора, дизайнера – это не только чувство формы. Это ясное понимание смысла гармонии, позволяющее владеть нужными операциями в нужном месте, знать, *что с чем, в какой последовательности и как следует соединять*. Сравним то, как понимает античную пропорцию современная архитектурная школа и то, что говорит история архитектуры: инструменты античных мастеров и сами камни Парфенона.

Нам известны четыре античные пропорциональные циркуля.<sup>2</sup> Два установлены на удвоение,  $1/2 = 0.500$ . Третий, прославленный, хранящийся в Неаполитанском Музее Искусств, установлен на Золотое сечение,  $(\sqrt{5}-1)/2 = 1/\Phi = 0,618$ . Четвертый – циркуль Музея Терм в Риме, воспроизводит отношение  $(\sqrt{5}-1)/\sqrt{5} = 0.553$ .

<sup>2</sup> Брунов Н.И. Пропорции античной и средневековой архитектуры. М. 1935.

Циркуль "золотой", неаполитанский, найден в мастерской *скульптора* при раскопках Помпеи, и в нем многие видят удобный инструмент гармонизации формы. Но истина скрыта значительно глубже. Искусство неотделимо от образных ассоциаций. Золотое сечение – начало безличностное, с образными ассоциациями не связано. Оно всеобщее. Но античные греки, в отличие от египтян, полагали своих Богов существами во всем подобными людям, только многократно более могущественными. Ключ к универсальной гамме пропорций, дающей возможность простыми методами ассоциировать в каменном храме образ Бога, уподобить его десятикратному человеку дает циркуль Музея Терм в Риме (рис. 47). Раздвоенный, раздвигающийся стержень пропорционального циркуля раскрывается, образуя два подобных равнобедренных треугольника. Расстояния между острыми концами двух противоположных пар заостренных ножек, невидимые основания этих треугольников есть пропорция. Циркуль Музея Терм включает Золотое сечение, как один из вариантов связи. Им можно экономно и просто осуществить размерную структуру Парфенона.

**33** Задача пропорционального циркуля *двояка*. 1/ Установить *соразмерности*, т.е. задать соотношение ширины, глубины и высоты целого и каждой его части; 2/ Построить *пропорцию*, т.е. соединить единым ритмом перемен величины частей и целого.

Правило применения циркуля неоднозначно. Приемов два. При движении от большего размера к меньшему исходную величину задает укол длинных ножек; искомую дает укол (*или двойной укол*) коротких ножек. При движении от меньшего к большему – порядок обратный.

Эффект *двойного укола* коротких ножек циркуля Музея Терм в Риме поразителен. *Одно измерение* плюс *одно удвоение* построило шкалу пропорций, достаточную для выполнения размерной структуры великих шедевров архитектуры. Шкалу пропорций циркуля Терм, представленную на рис. 47, 48, создает измерение отрезка  $cc' = 1$  большим раствором циркуля. *Одно измерение* плюс *одно удвоение* построило триаду. Отрезок  $bc' = 1.447$  (целое) разделен точками *a*, *c*, на три части:  $bc = 0.553$ ,  $ac = 0.447$ ,  $ac' = 0.447$ . Двойной укол коротких ножек воспроизвел *октаву пропорций*, – систему взаимопроникающих подобий двойного квадрата<sup>3</sup>. Она необходима и достаточна для воплощения:

|                                                |                                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) тождества                                   | $ca: ac' = 1.000 = 1/1$                               |
| 2) удвоения–дихотомии                          | $ca: cc' = 0.500 = 1/2$                               |
| 3) Золотого сечения, или<br>"первой константы" | $cc': c'b = (0.447 \times 2): 1/447 = 0.618 = 1/\Phi$ |
| 4) квадрата Золотого сечения                   | $bc: bc' = 0.382 = 1/\Phi^2$                          |
| 5) полу-золота                                 | $ac': bc = 0.309 = \Phi^{-1/2}$                       |
| 6) двойного золота                             | $ac: cb = 0.809 = \Phi/2$                             |
| 7) пятеричной симметрии                        | $ca: ab = 0.447 = 1/\sqrt{5}$                         |
| 8) "второй константы"                          | $cc': ab = 0.894 = 2/\sqrt{5}$                        |

Представленная октава сопоставляет числу 1 три числа,  $\Phi$ ,  $\sqrt{5}$ , 2. Подобно тому, как в оптике три цвета, соединяясь вместе, дают цвет белый, а в живописи, смешиваясь между собой, образуют все остальные цвета. Аналогия полная. Больше того, восемь упомянутых пар чисел подобны восьми звуковым ступеням октавы в музыке.

**34** Иметь инструмент и владеть инструментом – не то же самое. Пропорция есть соответствие между членами всего произведения и целым. Это соответствие коренится

<sup>3</sup> И. Шевелев. Золотое пространство. Кострома. Промдизайн-М., 2006.- стр.26-27 и 42-49.

в структуре чувственных восприятий. Пропорция подобна ветвящемуся дереву, начало которому скрыто в донных глубинах человеческой памяти, в пробуждении аналогий.

Размерной структурой формы, представляющая смысловое ядро композиции, ее пластикой, мастер стремится воспроизвести ассоциируемый образ. Главная соразмерность распространяется на главные детали и на целое. И она же диктует пропорцию: движение размеров от части к части. Лейтмотив (избранная связь) применяется неоднократно. Одна связь спонтанно порождает присутствие других. Мастер, соединяя детали и целое, контролирует интуицию правилом конструктивным и художественным.

Пропорция есть "*αναλογία*"; Парфенон уподоблен десятикратному человеку. Рост "хорошо сложенного мужа" – *шесть футов*. Стопа составляет 1 *фут*, ее длина равна высоте головы и шеи. Таким образом, *пять футов* приходится на высоту *тела*, измеренную от основания подошвы до яремной впадины в основании шеи. Греки назвали ствол колонны (символ *стройности, красоты и способности нести тяжесть нагрузки*) словом «*σομα*», буквально, "*тело*". Соразмерность ствола колонны 1:5. Капитель колонны (*голова*) в дорическом ордере в конструктивном смысле – прокладка на стыке камней архитрава. А поскольку это так и поскольку, как утверждал Сократ, сын каменотеса, происходящий из рода Дедала и в молодости сам каменотес и скульптор, – "*наилучшей связью служат средние отношения*" – пропорцию Парфенона, движение от размера к размеру определило число  $\sqrt{5}$ , среднее чисел 1 и 5.

$$1: \sqrt{5} = \sqrt{5} : 5 = 0.447$$

Полагая образом силы и красоты тело человека (1/5), мастер подчинил этому отношению соразмерность ствола колонны, и, это крайне важно отметить, ***повторил его соразмерностью колонны в целом, включая сюда и капитель*** (рис. 49.а)! И, затем, *соединил связью 1:  $\sqrt{5}$  (среднее чисел 1 и 5) ширину и длину стилобата* (рис. 49.б). Чтобы из ширины стилобата (***100 футов***), пользуясь этой связью, найти высоту ствола колонны (рис. 50.а); из высоты ствола – шаг рядовых колонн (рис. 50. б); из шага рядовых колонн – средне расчетный диаметр колонны, из диаметра – высоту капители, и расчленить в этом же отношении капитель на абак, эхин и шейку, а антаблемент – на архитрав, фриз и карниз (рис. 50, 51).

(Расчетные величины в метрах: ширина стилобата 30,870, длина стилобата 69,516; высота ствола 9,570, среднерасчетный диаметр колонны 1,922, шаг рядовых колонн 4,295, шаг угловой колонны (сев.) 3,662, (южной) 3, 698; высота капители 0,860, карниза 0,600, фриза, равного архитраву 1,350, абака, равного эхину 0,352).

**35** Греки понимали силу полифонии. Главная тема Парфенона, пропорция  $1/\sqrt{5}=0,447$  применена шесть раз из 11 необходимых; вторая, *золотая*, четыре раза, причем не механически. Там, где необходима контрастная связь высоты ствола колонны с шириной стилобата, и там, где необходимо усилить мощь колоннады (сблизить на углах храма стволы колонн), мастер дважды применил *полузолото*,  $1/2\Phi = 0.309$ .

Во-первых, как отношение высоты ствола колоны к ширине стилобата. И второй раз как отношение укороченного шага угловой колонны к высоте ствола. И связал связью  $\Phi/2= 0,809$  – двойное золото – полную нагрузку на стволы колонн: общую высоту капители, антаблемента и фронтона, 7,735 с высотой ствола колонны 9,570 (рис. 50).

Такая, в принципе, расшифровка гармонии форм Парфенона была опубликована мной ровно 50 лет тому назад, причем трижды.<sup>4</sup> Установленная непрерывная связь частей и целого в храме Парфенон на афинском Акрополе убедительна, точна, впечатляюще красива. Но реставраторы античных храмов и отечественные теоретики пропор-

<sup>4</sup> Наука и жизнь № 8 1965; [18, 21]

ций промолчали. Словно публикаций не было.<sup>5</sup> Впрочем, они заметили неточности. И в самом деле, там, где я вижу число  $1/\sqrt{5} = 0,447$  (соразмерность стилобата, отношение диаметра колонны к шагу колонн, членение антаблемента на архитрав, фриз и карниз и т.д.), тщательные обмеры<sup>6</sup> обнаружили **целочисленные отношения**, соблюденные точно! Иногда  $4:9 = 0,444$ , иногда  $31:69 = 0,449$ . Возникает вопрос: почему именно эти числа? В чем смысл их чередований и соединения в одной постройке с отношением Золотого сечения?

Логика, разум и дух античного мира выражены предельно ясно сочинениями Платона и античной архитектурой. Тексты Платона и размерная структура храмов не просто совпадают. Две глобальные сущности бытия, форма и число соединены античной эпохой в одном символе-Слове. Сходство чего бы то ни было, **подобие** именуется словом *αναλογία*. Взаимная связь величин, **пропорция** (на языке бесплотных чисел) – тоже *αναλογία*. Ученый обязан сопоставить логику античного мира – и его искусство. Академическая теория и история архитектуры необоснованно отказала великому Фидию и его сподвижникам в наличии интеллекта и знаний, так же, как египтология отказала в этом строителям пирамид. Сквозь манипуляции целочисленными отношениями, *выбор которых лишен смысла*, которые берутся неизвестно откуда и неизвестно зачем, из груды фактов отчетливо проступает разум, царство аналогий.

Рассмотрим это в деталях.

Вот два тесно взаимосвязанные вопроса:

1. Почему высота ствола колонны Парфенона (9,57 м) равна 31 футу (0,3087 м×31), а не, к примеру, 30 или 36 футам?
2. Мог ли мастер воплотить в камне великий *геометрический* замысел, основанный на диагональных зависимостях (чертеж двойного квадрата) руками десятков каменотесов и других строителей, не пользуясь эталонами меры, одними и теми же на рабочем столе зодчего (замысел), в карьере (заготовка блоков) и на строительной площадке?

**36** 1. Парфенон – 100 футовый храм (100 футов – ширина стилобата). 31 фут в 100 футовом храме возник потому, что, а)  $31 \text{ фут} + 69 \text{ футов} = 100 \text{ футов}$  и б)  $31:69 \cong 1/\sqrt{5}$ . Связь  $31:69 = 0,449$  есть плотное приближение к числу 0,447. Если помнить, что любая архитектурная форма есть геометрия, то очевидно, что за числами стоит геометрия. Отношение стороны двойного квадрата к его диагонали есть  $1/\sqrt{5}$ . Таким и задуман прямоугольный стилобат – плита и чертежный стол в натуральную величину, на котором нанесены стены храма, намечены оси колоннад, определено положение центра каждой колонны.

2. Опыт архитектуры ясно показал, что впечатление гармонии формы достигнуто быть не может, если не учитывать оптические и психологические особенности восприятия. Архитектурным формам необходимо дыхание. Колонна утоняется (ее диаметр вверх уменьшается (энтазис) и образующая ствол линия *искривляется, чтобы казаться прямой*. Стилобат изогнут, он повышается к центру кривой; угловые колонны толще рядовых и сближены с ними, поскольку углы зрительно, психологически и конструктивно принимают распор и главную тяжесть крыши, антаблемента и фронтона. *Пропорция Парфенона необходимо раздвоена*. Число колеблется, как звучащая струна. Ширина абака рядовой колонны изменяется в пределах нескольких сантиметров. Разница в

<sup>5</sup> Книга Геометрическая гармония, 1963. Журналы Наука и жизнь № 8 1965, Архитектура СССР № 3 – 1965.

<sup>6</sup> Balanos N. Les Monuments de l'Akropol. Relevement et conservation. Paris, 1936.

толщине рядовой и угловой колонны равна 42 мм.<sup>7</sup> Благодаря этим отклонениям форма живет. Но замечательно то, что эти отклонения от среднерасчетных строителями Парфенона *просчитаны*. Точность работы строителей измеряется миллиметрами, отклонения равны тысячными долями соизмеряемых величин! Подтверждением выдвинутой нами гипотезы служит рис. 51 "Пропорциональное дерево Парфенона".

**37** Мера – язык, общепонятный заказчику, зодчему, каменщику, плотнику, ваятелю. Строительный процесс немислим без эталона меры. Пропорция  $1/\sqrt{5} = 0,447$  имеет два великолепных целочисленных приближения. Первое из них повышает контраст на -0,003, это " $\sqrt{5}$ -диез",  $4:9 = 0,444$ . Второе снижает контраст на +0,002, это " $\sqrt{5}$ -бемоль",  $31:69 = 0,449$ . Отсюда ясно, что переход от идеи *золотых* соразмерностей и ритмов

$$(\sqrt{5}/1 = (\frac{\Phi}{1} + \frac{1}{\Phi}) / 1)$$

к удобным на строительной площадке *целым числам* для строителя Парфенона не был преградой. Напротив, мастер в трудной проблеме иррациональности нашел средство одухотворять и очеловечивать камень. Раздвигая среднерасчетные величины, он вносит в абстракции геометрии необходимые оптические и психологические коррективы, облегчает или утяжеляет форму. "Пропорциональное дерево Парфенона" это доказывает.

Интуиция мастера опирается на высокую культуру. На конкретное знание. Альтернативы: *отношение целых чисел или геометрические (иррациональные) отношения* – не существует. Ни в искусстве, ни в природе. Итак:

**Совершенная единица природы – человек. Отсюда и появился Парфенон, гимн пятеричной симметрии, гимн жизни, телу человека и Золотому сечению, в нем существу.** Колоннада Парфенона совершенна. Она выполнена из белого, тепло-золотистого, телесного цвета пентелийского мрамора. Цвет, фактура, пластика, соразмерность частей, пропорция – все ассоциирует плоть. Ассоциирует человека. Метафизический символ Единицы  $\sqrt{5} = \frac{\Phi}{1} + \frac{1}{\Phi}$ , идея, совершенное число – творческом актом воплощен в камне.

Господствует идея. В начале был *λογος*". *Мир есть Слово - Число! Без него ничто не начало быть, что начало быть.*

**38** Пропорциональный циркуль Музея Терм в Риме построил *восемь главных числовых отношений пропорциональной системы Двойного квадрата* – полную "октаву созвучий", достаточную для определения размерной структуры храмов Афинского Акрополя и других шедевров архитектуры. Лейтмотив  $(1/\sqrt{5})=0.447$  объединил размеры частей и целого в мужественном Парфеноне; лейтмотивом женственного Эрехтейона<sup>8</sup> служит отношение  $2/\sqrt{5} = 0,894$ .

Инструмент помогает мастеру достичь ощущения гармонии, сплотить части в целое, потому что имеет тайный смысл: он строит взаимопроникающие подобия. Прямоугольники (соразмерности) представляют одну целостную равновесную структуру. Соразмерности состоят друг из друга. Пропорция – движение размеров, их объединяющее – это код зрения, несущий информацию об окружающем мире. Вольно и невольно, он востребован природой во все времена. Античность создала пропорциональные

<sup>7</sup> Циркуль Музея Терм эту разницу проясняет: в средне расчетную толщину диаметра  $\frac{1.901+1.943}{2} = 1.922$  м введены две поправки, 13мм и 29 мм..  $13:29\text{мм} = 1/\sqrt{5}$ . Рядовая колонна стройнее, ее диаметр  $1,914\text{м} - 0.013\text{ м} = 1.901\text{ м}$ ; угловая колонна утолщена, ее диаметр  $1,914\text{ м} + 0.029\text{ м} = 1.943\text{ м}$ .

<sup>8</sup> Шевелев И. Ш. Принцип пропорции. М., Стройиздат. 1984.-стр.96-106.

циркули. Средние века породили мерную трость.<sup>9</sup> Обломок такой трости найден археологической экспедицией А. Монгайта в середине XX века в древнем Новгороде, в культурном слое начала XII века. И эта мера воплощена в постройках древнего Новгорода.

Новгородская мерная трость – это два пропорциональных циркуля, составленные вместе. Система  $\sqrt{2}$  соединена этой тростью с системой  $\sqrt{5}$ . Ибо из четырех ее граней одна пуста, а по обе от нее стороны - на трех остальных гранях нанесены шкалы размеров, попарно сопряженные. Первая пара воспроизводит двойное золото  $\Phi/2 = 0,809$ . Это сажени Тмутараканская (двойной шаг) и мерная (размах рук в стороны). Вторая пара воспроизводит отношение  $1/\sqrt{2} = 0,707$ . Это – сажени Тмутараканская и Новгородская косая. С этой или подобной ей мерной тростью связаны пропорции храмов средневековой Руси и храм Вознесения в Коломенском, под Москвой.<sup>10</sup> Мерная трость – это орудие не только замысла (как циркуль), но и инструмент для работы на строительной площадке. Замечательный тем, что строит несоизмеримые, иррациональные отношения, – связи, конструирующие в природе живую форму. Пропорцию храмов строит *равный или удвоенный счет единиц, отсчитываемый по двум геометрически сопряженным шкалам*.

**39** Остается осмыслить философию Единиц. Связать происхождение циркуля Терм с той истиной, что природа Единицы – двоична.

$$\text{Единица } \Phi = \frac{1}{2} \sqrt{5} + \frac{1}{2} 1$$

$$\text{Единица } \sqrt{5} = \Phi/1 + 1/\Phi;$$

$$\text{Единица } 1 = \Phi/1 - 1/\Phi$$

Если Единицу 1 разделить на две части *равные*, появятся числа  $1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ . Таковы оба античные пропорциональные циркули, хранящиеся в немецких музеях. Циркуль, хранящийся в Музее Терм в Риме, **0,553**, есть результат деления единицы 1 на две *неравные* части в отношении динамичном, золотом.  $1 = 0,553 + 0,447$ ;  $0,553:0,447 = 2:\Phi$ . Пропорциональный циркуль  $0,447=1:\sqrt{5}$ , установленный открыто на теме "человек", я уверен, тоже существовал. Размерную структуру Парфенона можно найти 14 его растворами. Но ее также можно построить 14 растворами циркуля Музея Терм. И им же строить *Золотую октаву* пропорций системы Двойной квадрат (рис. 48).

История человечества неразрывна. В ограде ступенчатой пирамиды Джосера, построенной ранее треугольных пирамид (комплекс в Саккара, 2800 лет до н.э), расположена гробница зодчего Хеси-Ра.<sup>11</sup> Она украшена резными деревянными панелями, изображающими зодчего с двумя жезлами в руках. На одной, прекрасно сохранившейся, жезлы в руках мастера сопряжены по длине как сторона и диагональ двойного квадрата, 1 и  $\sqrt{5}$  (рис. 52). Парная мерная трость, предтеча циркуля музея Терм, определившего пропорцию Парфенона, служила Мастеру инструментом определения формы за 3200 лет до рождения Фидия.

**40** Итак, античные пропорциональные циркули и жезлы зодчего Хеси-Ра происходят из чертежа двойного квадрата. Драгоценные соотношения величин, присущие этому чертежу, сохранены навечно в граните более 4,5 тысяч лет тому назад. Я имею в виду пространство погребальной королевской камеры в пирамиде Хеопса, самой загадочной, фантастически насыщенной и астрономическим, и геометрическим, и сакраль-

<sup>9</sup> Современная архитектура также ищет комбинаторные стандарты. Ключ – в нашем исследовании.

<sup>10</sup> Первая половина XVI века. Там же. Стр.165-171.

<sup>11</sup> Связь длин мерных жезлов на резной панели, изображающей зодчего Хеси-Ра ( $1/\sqrt{5}$ ) в тесной связи с пропорцией Парфенона, Золотыми пропорциями и двойным квадратом установлена мной и неоднократно опубликована в 1962-1963 гг.

ным смыслами (рис. 53, 54). Пол камеры фараона – двойной квадрат; торцовая стена воспроизводит соразмерность  $2/\sqrt{5}$ , вторую константу естественной геометрии. А комбинации величин, представленных ребрами погребальной камеры, т.е. числами 1,2 и  $\sqrt{5}$ , представляют наклоны облицовки всех десяти крупных пирамид Древнего Царства (комплекс в Гизе). Наклоны рассчитаны в диагональных сечениях. Потому что именно ребра пирамид, сомкнутые в вершине создают образ. Они рисуют треугольный силуэт пирамиды на фоне неба. С закладки углового блока (ребро) и начинается практическое возведение облицовки.<sup>12</sup> Обозначив буквой **Н** высоту пирамиды (от уровня платформы, на которой покоится облицовка, до точки вершины пирамиды), а буквой **В** проекцию ребра на плоскость платформы, находим все эти диагональные сечения (рис. 54)

- |        |                                |                                             |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| 1)     | $H:B = 1:1$                    | ромбоидальная Снофру (южн.), нижняя часть.  |
|        | $H:B = 2 : (1+2)$              | ромбоидальная Снофру (южн.), верхняя часть. |
| 2,3,4) | $H:B = 2 : (\sqrt{5} - 1)$     | Хуни, Хеопса, Неусер-ре                     |
| 5,6,7) | $H:B = (2+2) : (\sqrt{5} + 2)$ | Хефрена, Нефер-ир-Каре и Пепи II,           |
| 8)     | $H:B = (1+2) : (2+2)$          | Микерина                                    |
| 9)     | $H:B = (\sqrt{2} + 2) : (2+2)$ | Сахуре                                      |
| 10)    | $H:B = (\sqrt{5} + 2) : (2+2)$ | Унаса                                       |

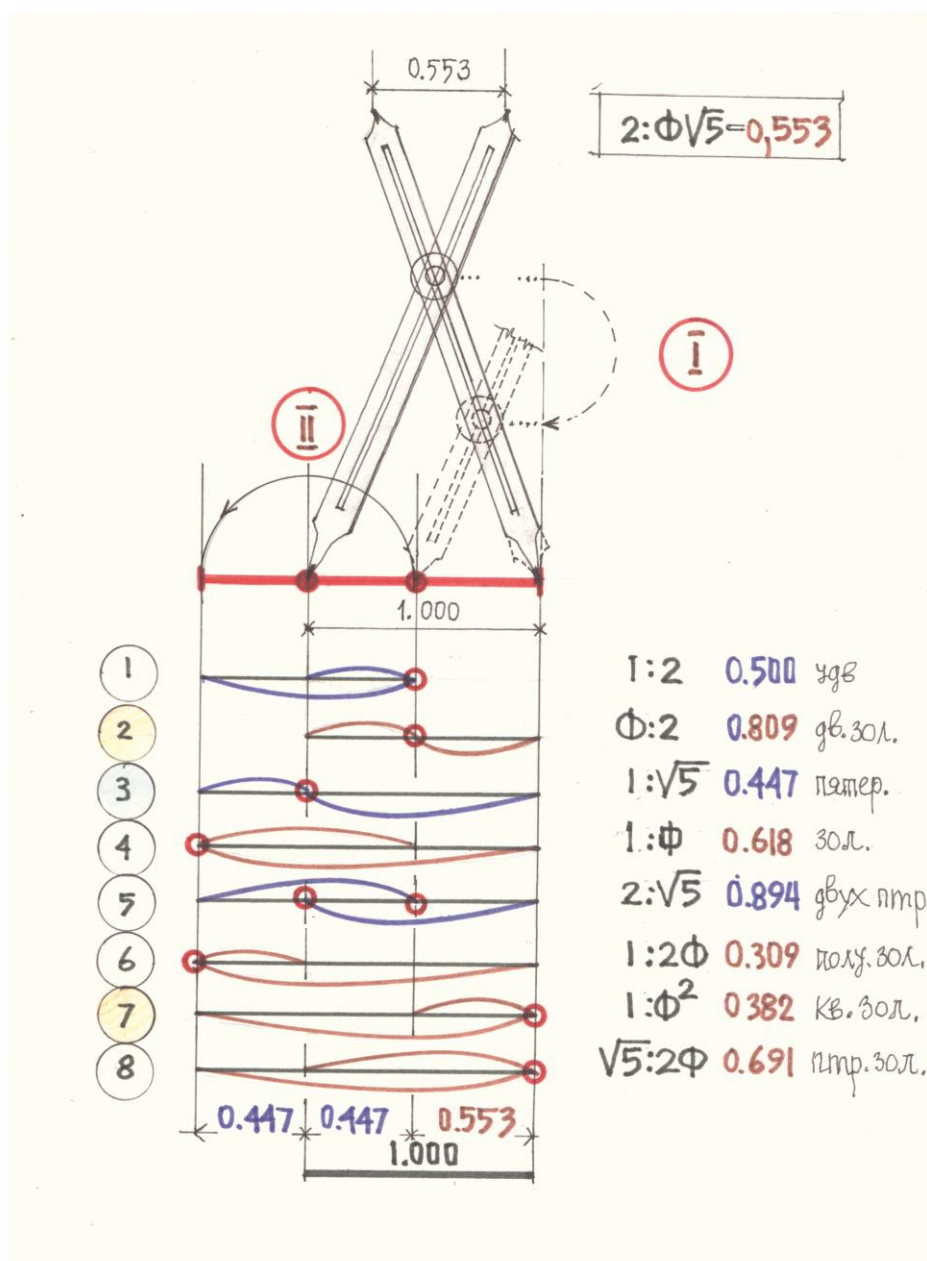
Глубоко поражает неисчерпаемая энергия творчества, таящаяся извечно в божественном принципе двоичности мира и его геометрическом символе Двойном квадрате. И возникает естественный вопрос. Почему в тысячелетней истории возведения пирамид самой мудрой была *Первая* треугольная пирамида и почему она, самая первая, скрывает в своей сердцевине неисчерпаемый смысл?

Почему этот смысл так похож на математическое сплетение констант и величин Естественной геометрии? На образ трех помещенных друг в друга<sup>13</sup> сфер. На ядро Единицы – Ф-сферы, к которой ведет отвлеченное рассуждение о природе числа Единица, сопоставленное с современными представлениями о структуре мира?

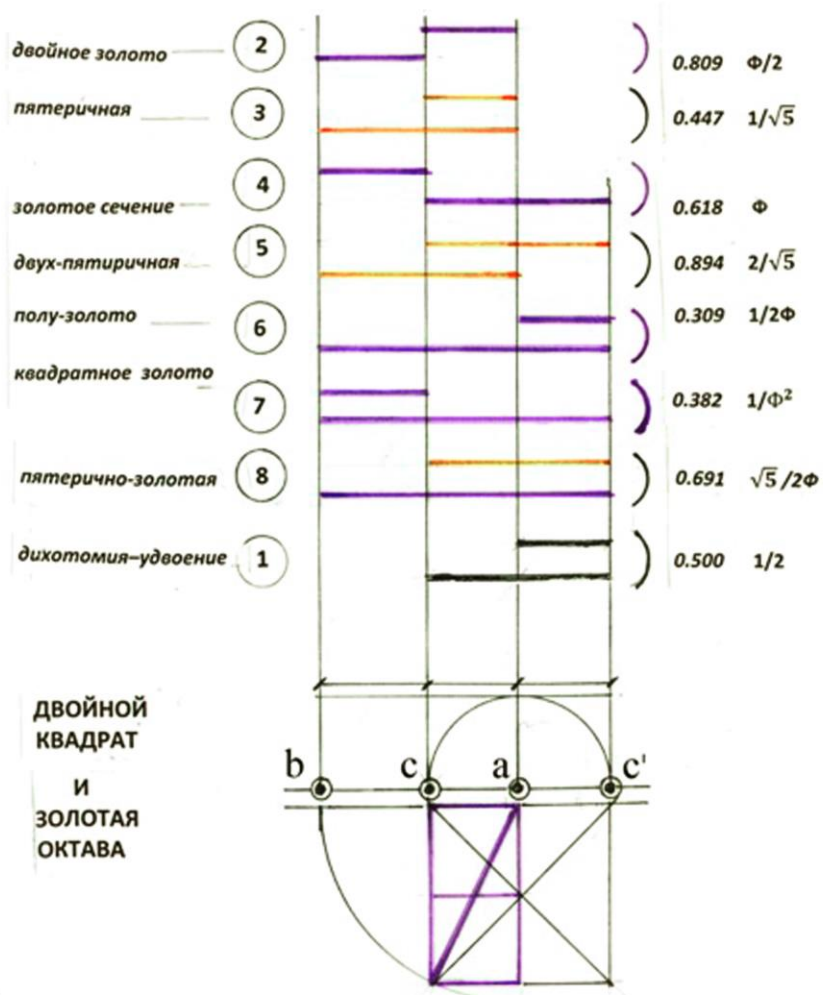
Мы столкнулись, вполне возможно, с сакральным знанием Высокой цивилизации. Конечно, интересно узнать, что это за Цивилизация, земная ли Атлантида или инопланетная, космическая. Но не менее привлекательно и, я думаю, не менее важно проникнуть глубоко в сами эти идеи и знания. Знания, которыми эта цивилизация владела и стремилась сохранить на века на Земле.

<sup>12</sup> Подробнее см. И. Шевелев. Основы гармонии. М. 2009. Главы: На заре цивилизации, Античная пропорция, Парные меры Древней Руси.

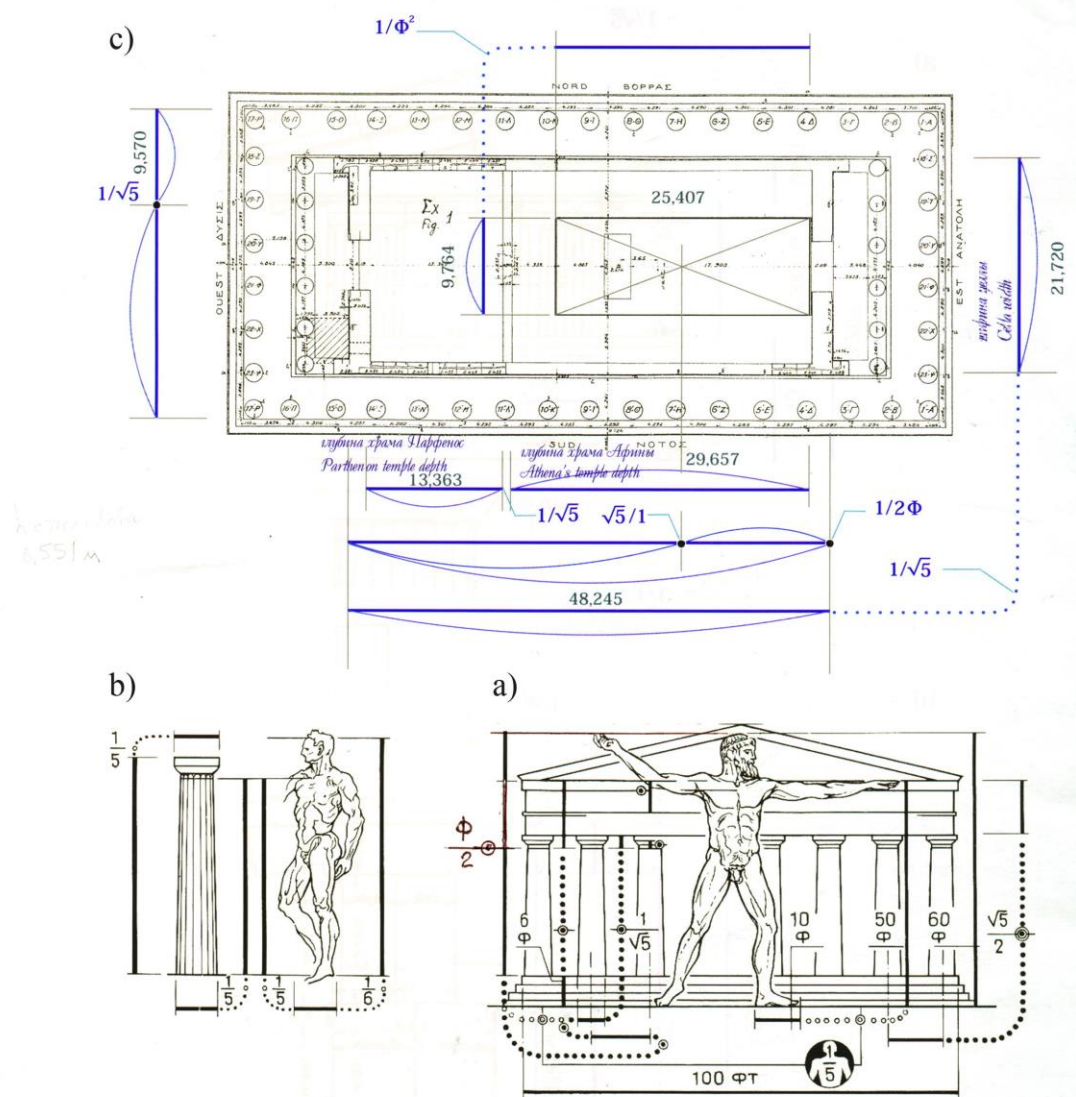
<sup>13</sup> Пространство тетраэдров  $\sqrt{\Phi}$  рассмотрено мной в брошюре "Другое пространство" (2010 г.) и, затем, в книге "Гармония в зеркале геометрии" (<http://ishevelev.ru/> 2013 г., глава 5, п.п. 37-44, рис. 24-36).



Пропорциональный циркуль музея Терм в Риме.

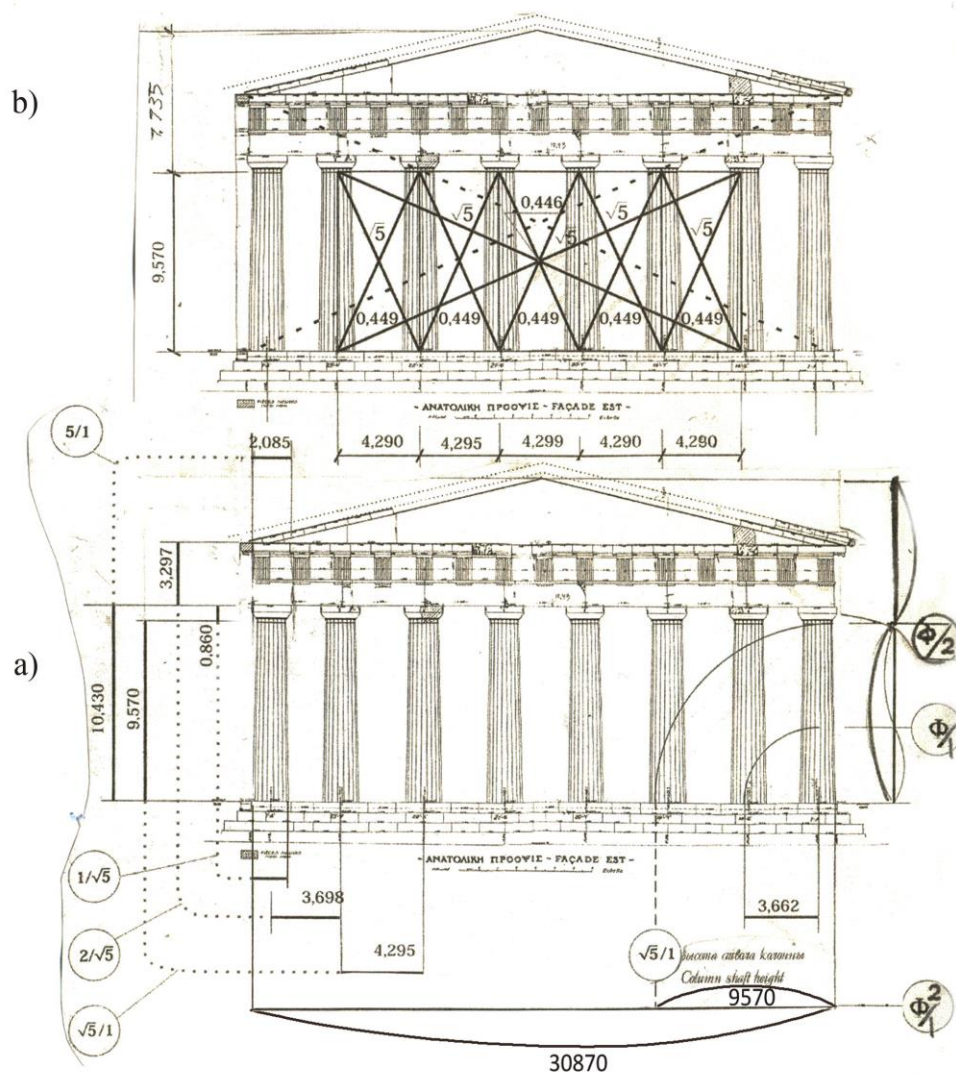


Двойной квадрат и золотая октава.



- а) Храм – десятикратный человек.  
 б) Соразмерность ствола колонны сома (тело) и также колонна, включая капитель отождествляют тело человека, 1:5.  
 в) Путь от соразмерности 1:5 к пропорции 1:√5, – среднему чисел 1 и 5, – открыт соразмерностью стилобата.

Парфенон афинского Акрополя. Замысел: (αναλογία= пропорция).



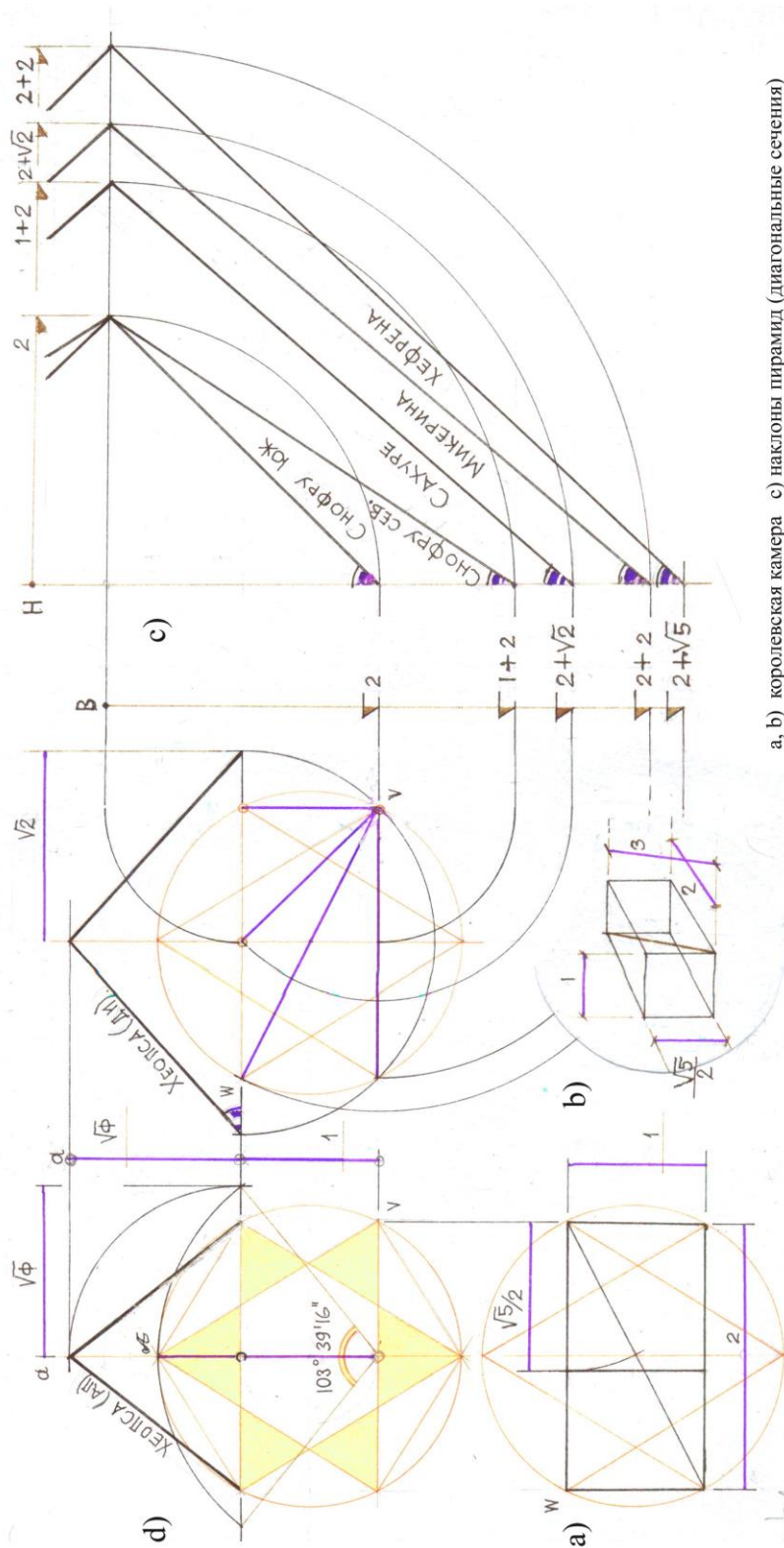
а) Высота стволов колонн; шаг угловых колонн и связи опор и нагрузки.  
 б) Шаг рядовых колонн.

Восточный портик.



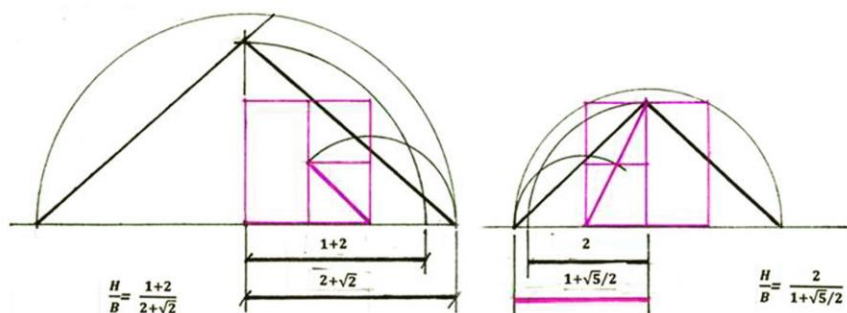
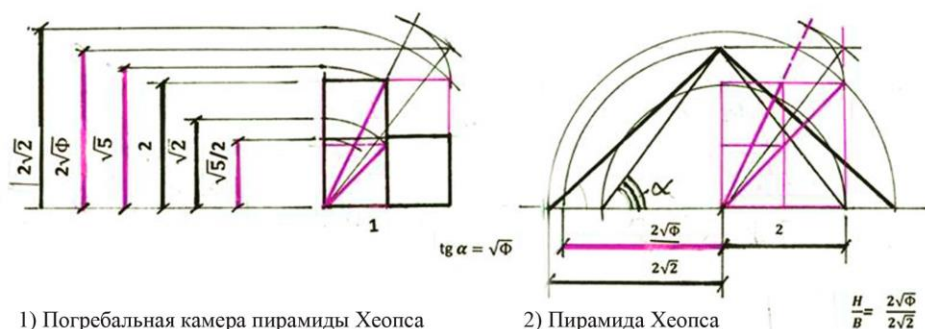


Резная панель из гробницы зодчего Хеси-ра. 2800 лет до н.э.



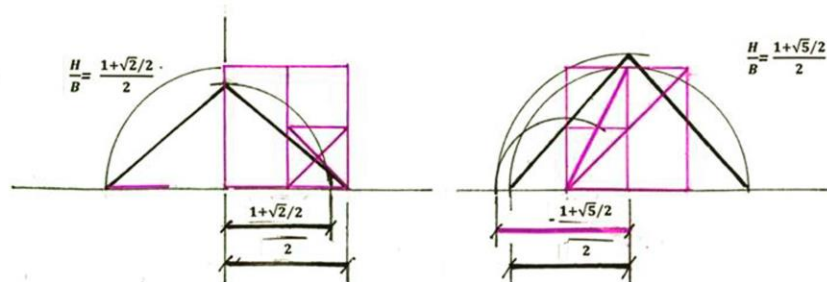
а, б) королевская камера с) наклон пирамид (диагональные сечения)  
д) Сечение пирамиды Хеопса по апофеме и золотая звезда Давида.

Наклоны облицовки пирамид Древнего царства закодированы королевской камерой пирамиды Хеопса



4) пирамида Микерина

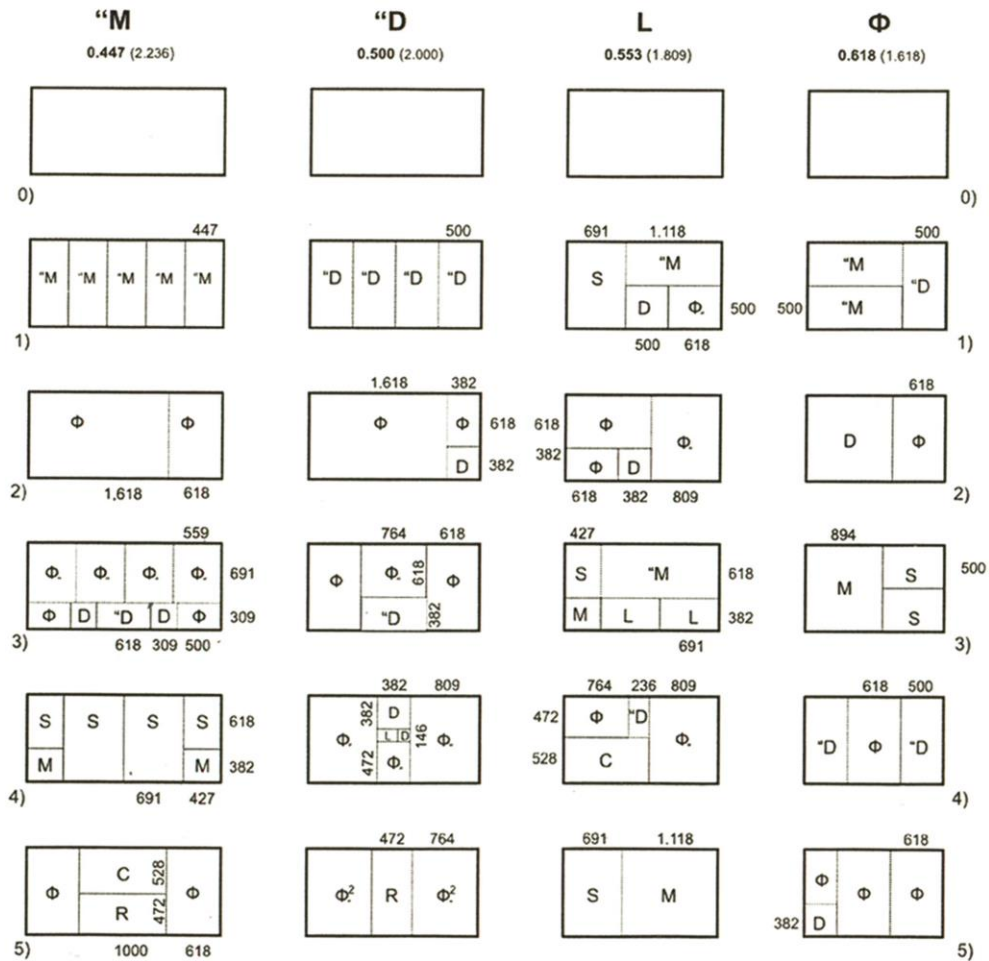
3) пирамида Хефрена



5) пирамида Сахуре

6) пирамида Унаса

Двойной квадрат и наклоны Великих пирамид.  
Диагональные сечения.

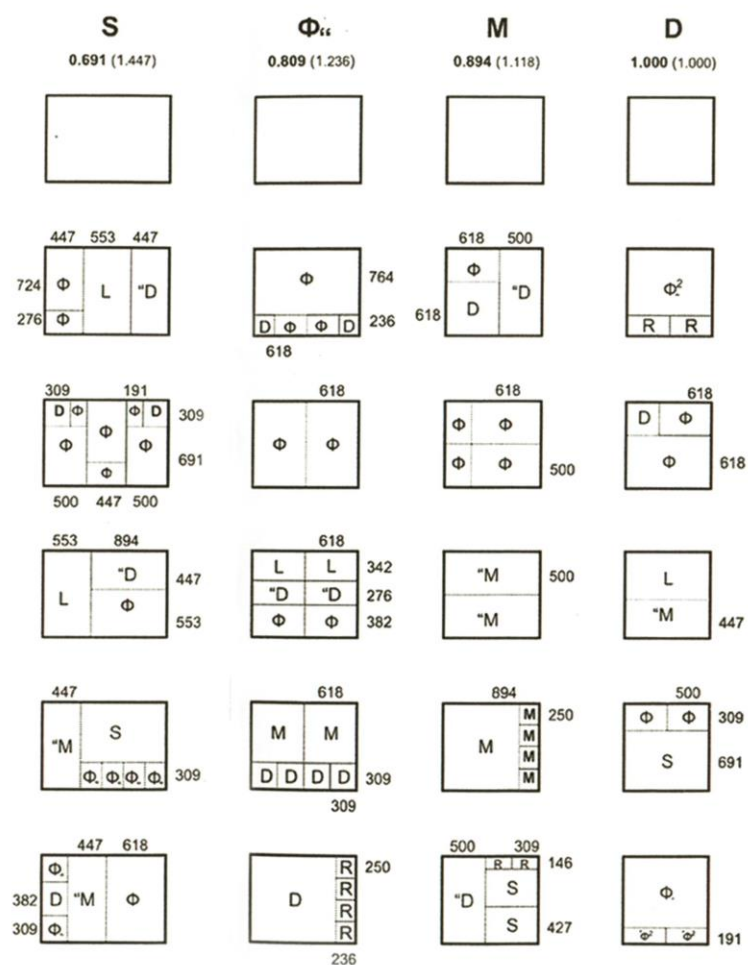


Знак диэз ("N) слева сверху от буквы означает удвоение контраста.  
 Отношение сторон  $a/b$  уступило место отношению  $a/2b$ .  
 Знак бемоль (N-) справа внизу от буквы означает уменьшение этого контраста вдвое.  
 Отношение сторон  $a/b$  уступило место отношению  $2a/b$ .  
 Третью строку заполняют только прямоугольники золотого сечения  $\Phi$  и квадраты  $D$ .

Взаимопроникающие подобия системы "Двойной квадрат".

Рабочая октава. Лист 1-й.

Соразмерности 0.4472..., 0.5000..., 0.5528..., 0.61803...



Взаимопроникающие подобия системы "Двойной квадрат".

Рабочая октава. Лист 2-й.

Соразмерности 0.6909..., 0.8090..., 0.8944..., 1.0000...

Рисунок 55.2

### Список использованной литературы

- Анохин П.К. Теория отражения и современная наука о мозге. М.: Знание, 1970. 44 с. (Новое в жизни, науке, технике. Серия "Медицина"; 5).
- Вейль Г. Симметрия. М.: Наука, 1968. 192 с.

- Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 522 с.
- Вейзе Д.Л.* Листорасположение и числа Фибоначчи // Природа». 1996. № 5. С. 37-47.
- Вилли К., Детье В.* Биология. М.: Мир, 1975. 824 с.
- Вулдридж Д.* Механизмы мозга. М.: Мир, 1965. 344 с.
- Гейзенберг В.* Философские проблемы атомной физики. М.: УРСС, 2004. 192 с.
- Глезер В.Д.* Механизмы опознания зрительных образов. М.–Л.: Наука, 1966. 204 с.
- Курант Р., Робинс Г.* Что такое математика. М.–Л.: ОГИЗ технико-теоретической литературы, 1947. 664 с.
- Лейбниц Г.В.* Сочинения в 4-х т. Т.1. М.: Мысль, 1982. 636 с.
- Малаховский В.С.* Избранные главы истории математики. Калининград: "Янтарный сказ", 2002. 304 с.
- Петухов С.В.* Высшие симметрии в биомеханике формообразования: Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук: 01.02.08; 01.04.18. М.: Институт кристаллографии РАН, 1987. 39 с.
- Платон.* Собрание сочинений в 3-х т. Т. 3. Тимей. М., 1971. 687 с.
- Раушенбах Б.В.* Пристрастие. М.: Аграф, 2000. 432 с.
- Федоров Е.С.* Правильное деление плоскости и пространства. Л.: Наука, 1979. 272 с.
- Физика микромира. Маленькая энциклопедия / Под ред. Ширкова Д.В. М.: Советская энциклопедия, 1980. 528 с.
- Франк-Каменецкий М.Д.* Самая главная молекула. М.: Наука, 1983. 159 с.
- Шевелев И.Ш.* Геометрическая гармония в архитектуре // Архитектура СССР. 1965. № 3. С. 43—45.
- Шевелев И.Ш.* Строительная метрология и построение храмов древнего Новгорода конца XII в. // Советская археология. 1968. № 1. С. 74—77.
- Шевелев И.Ш.* Пропорции и композиция Успенской Елецкой церкви в Чернигове // Архитектурное наследие. 1972. № 19. С. 32-42.
- Шевелев И.Ш.* Принцип пропорции. М.: Стройиздат, 1986. 201 с.
- Шевелев И.Ш.* Формообразование. Число. Форма. Искусство. Жизнь. Кострома: ДиАр, 1995. 166 с.
- Шевелев И.Ш.* Метаязык живой природы. М.: Воскресенье, 2000. 352 с.
- Шевелев И.Ш.* Числовой образ реального мира. Фрагменты исследования. Кострома: Промдизайн-М., 2005. 98 с.
- Шевелев И.Ш.* Золотое пространство: основы гармонии. Кострома: Промдизайн-М, 2006. 58 с.
- Шевелев И.Ш.* Основы гармонии. Визуальные и числовые образы реального мира. М.: Литературная учеба, 2009. 360 с.
- Шевелев И.Ш.* Другое пространство. Кострома: Авенир-Дизайн, 2010. 72 с.
- Шевелев И.Ш.* Гармония в зеркале геометрии. Кострома: ДиАр, 2013. 208 с.
- Шевелев И.Ш.* Единицы естественной геометрии. Кострома. ДиАр, 2015. 104 с.
- Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П.* Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.
- Штендер Г.М.* Восстановление Нередицы // Новгородский исторический сборник. Вып. 10. Новгород, 1961. С. 169—205.
- Balanos N.* Les Monuments de l'Acropole: Relevement et Conservation. Paris: C. Massin, 1938. 119 pp.
- Borchardt L.* Gegen die Zahlenmistiken der Großen Piramide bei Gise. Berlin, 1922.
- Borchardt L.* Längen und Richtungen der vier Grundkanten der Großen Piramide bei Gise. Berlin: Springer-Verlag, 1926. S.7ff.

*Lauer J. Ph.* Observations sur les Piramides. IFAO, Le Caire, 1960.

*Lauer J. Ph.* Les Problèmes des pyramides d'Égypte, traditions et legends. Paris, Payot, 1948 (Перевод: *Лауэр Ж.Ф.* Загадки египетских пирамид. М.: Наука, 1966. 228 с.).

*Petrie F.W.* The Pyramids and Temples of Gizeh. London: Field and Tuer, 1883.

*Quibell I.E.* Excavations at Saqqara (1911-1912). Tomb of Hesy. Le Caire, Imprimerie de l'Institut Francais d'Archeologie Orientale, 1913. New-York, 1977.

*Stevens G., Paton J.* The Erechtum. Cambridge, 1927.

*Shevelev Joseph.* The golden numbers and biosymmetry // Biology Forum. 1994. Vol. 87. No. 2/3 (Perugia, Italy).

*Ю.В. Линник*

Петрозаводский государственный университет,  
Музей космического искусства им. Н.К. Рериха,  
Карельское отделение Ассоциации Музеев Космоса, г. Петрозаводск, Карелия

### ОФЕЛИЯ

*Когда случилось петь Офелии, –  
А горечь слёз осточертела, –  
С какими канула трофеями?  
С охапкой верб и чистотела.*  
Б. Пастернак.



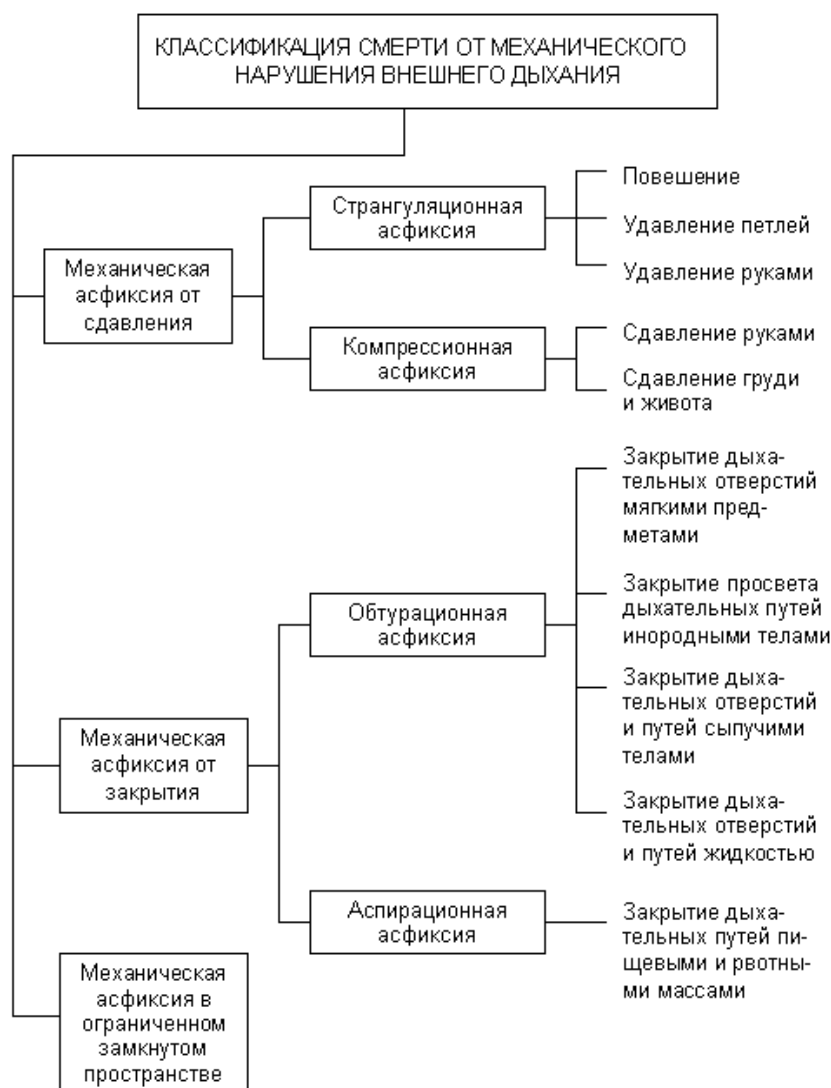
*Джон Эверетт Милле. Офелия. 1852.*

Смерть на воде – мучительнейшая. Гибнет целое судно – или тонет отдельный человек: сердце должно сжиматься от ужаса и сострадания. А если вместо этой естественной реакции мы видим ехидную улыбочку? Или слышим нечто зубоскалистое по поводу трагедии? Здесь явно есть проблема для психоаналитика. Конечно же, юмор помогает человеку хоть как-то – пусть ёрнически, шутовски – адаптироваться к жути небытия. Отсюда пословицы:

*Утопший пить не просит.  
Пошёл на дно раков ловить.  
Утопился – никого не спросился.*

Право, тут нет никакого цинизма. Смех против смерти – в раблезианском ключе: это нормально. Иное дело, когда видные люди фактически смакуют чужую беду, комментируя случившееся на акватории как-то несерьёзно – позволяют себе заведомо недопустимый – непотребный – тон. Вероятность патологии в данном случае весьма ве-

лика. Диагноз? Похоже на садизм. Разные формы асфиксии являются для извращенцев этого рода источником наслаждения.



Реальное убийство через утопление – или его яркая имажинация – в этом спектре занимают выделенное место. Пик сладострастия! Владимир Савельевич Войтинский (1885–1960), алмаз русской эмиграции, свидетельствует:

*В 1921 году большевики отправили на барже 600 заключённых из различных Петроградских тюрем в Кронштадт; на глубоком месте между Петроградом и Кронштадтом баржа была пущена ко дну: все арестанты потонули, кроме одного, успевшего вплавь достичь финляндского берега.*

Знаменитые *баржи смерти*! Чекисты в их качестве охотно использовали землевозные шаланды с раскрывающимися днищами. Сколько жертв кануло в эту прорву? Как символом французской революции является *гильотина*, так *баржа смерти* – образ революции русской. Что испытывали каты, наблюдая за тем, как над плавучей домовиной смыкаются стигийские воды? Вестимо, положительные эмоции – никак не иначе.

*Фашизм – чекизм – садизм*: это одно семантическое гнездо.

*Пытка водой* – верное средство для того, чтобы сломать человека.

Белорусский диссидент Алесь Михалевич пишет о секретной методичке местного КГБ – вот цитата оттуда:

*Очень мучительно блокирование дыхания, без доведения до отключения сознания (не слишком длительные, секунд по 30, погружения лица под воду; резкое откидывание головы и заливание в ноздри воды).*

Не могу отвечать за подлинность этого документа. Но в любом случае перед нами – стопроцентный садизм.

*Душа – и дыхание. Душемор – душегуб – душител.*

Смысловые переливы языка говорят о многом. Палачи – бездушны. Не так уж важно: они сеют смерть наяву – или только воображают её сцены. Вода дошла до горла! Сейчас она находится на уровне губ. И вот... Картины подобного рода приносят садистам глубокое удовлетворение. Они – лыбятся. Возможно, испытывают при этом оргазм.

*Садизм коррелирует с некрофилией.* Известно, как в этом крошечном антимире ценятся трупы юных утопленниц – особенно девочек.



Пытка водой. Из книги И. Дамхедера «*Praxis Rerum Criminalium*». Антверпен, 1556.



В.Г. Перов. Утопленница. 1867.

Это ещё одна связь: *некрофилия* – и *педофилия*. Подобные извращения не всегда получают реализацию. К счастью, обычно они остаются на уровне мечтательных вожделений. Однако есть ли тут существенная разница? Ведь перед нами отморозок.

Так или иначе, но его порочная душа обнаруживается в изломах поведения – в каком-то нехорошем душе, который исходит от него. Даже если он и поднялся на крутую карьерную высоту. Всё равно оттуда тянет. Не отбить запаха.

А иногда слуга народа просто проговаривается – брякнет такое, что сходу заподозришь дурное: не девиант ли? В своей теории описок и оговорок великий Зигмунд Фрейд прав на все сто! Не первый раз она помогает нам бросить луч в тёмное подсознание лицемерных – двуличных – чинуш. Сверху – лоск, внутри – гнильца.

**Б.А. Неруш**

Дипломированный инженер-строитель, ныне пенсионер, г. Екатеринбург

**КАК МОЖНО РЕШИТЬ  
«СТРАТЕГИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РФ»?**

*31 декабря 2015 года Президент РФ Владимир Путин подписал указ № 683 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации»: «Реализация настоящей стратегии призвана способствовать национальной экономике, улучшению качества жизни, укреплению политической стабильности в обществе, обеспечению обороны страны, государственной и общественной безопасности, повышению конкурентоспособности и международного престижа Российской Федерации».*



Для этого необходимо «восстановить и закрепить за Россией мировое лидерство в экономике». Но каким образом, когда в настоящее время экономикой мира управляют пустые грабительские деньги? В каждой стране печатают пустые деньги, которые затем обеспечиваются «трудом» рабочих. Россией управляют пустые рубли. Европой управляют пустые евро. Но лидерство в мире захватил пустой доллар США. Напомню, что после Великой отечественной войны в 1945 году американское правительство пустой доллар обеспечило золотом, и в Бреттон-Вудсе 44 страны, кроме СССР, доллар признали международной валютой. После того как правительство Франции захотело обменять долларовые купюры на золото (3000 тонн золота на \$1,5 млрд), то 15 августа 1971 года президент Ричард Никсон запретил золотое обеспечение доллара.

С этой даты доллар стал опять пустым и наполняет свою пустоту энергоресурсами, добытыми рабочими других стран. Доллар превратился в захватчика, в грабителя имущества сначала в 44 странах, подписавших договор, а затем во всём мире. Гитлер во время войны 1941–1945 гг. не смог военным путём захватить грозненскую нефть, но пустой доллар США без всякой войны покупает (безнаказанно отбирает) на рынке не только нефть, но и все ценности других государств. Дешевле покупать (отбирать) деньгами, чем захватывать с оружием в руках военными действиями, используя сухопутные войска, авиацию и флот.

Правительство СССР никогда не допускало доллар на свою территорию, а своим рублём и экономической политикой после войны быстро восстановило разрушенное государство и превратило Советский Союз в самое могучее государство в мире. Но Правительство Горбачева в конце 1980-х годов признало пустой доллар золотовалютным и пустило его в обиход внутри страны. В одно мгновение СССР был разрушен и превращён в РФ, зависящую от пустого доллара.

В настоящее время РФ всю производимую продукцию и добываемые углеводороды меняет на пустой доллар, то есть Россия обогащает своими ресурсами народы других стран, а её народ живёт в нищете. Например, РФ ежегодно добывает более 560 млн. тонн нефти, но владельцы 85% нефти (476 млн. тонн) меняют на пустой доллар, то есть вместо прибыли от нефти, мы получаем убыль в размере более 16 трлн рублей и инфляцию (один кг нефти содержит 39,4 МДж тепловой или 10,944 кВт электрической энергии, по цене 3,09 руб. за кВт/час = 33,8 рублей за 1 кг). Только от продажи нефти Россия ежегодно имеет убытки, равные годовому бюджету (15-16 трлн. рублей). Луч-

ше бы бизнесмены отдавали нефть даром и не брали взамен пустые доллары, тогда были бы только убытки, но не было бы инфляции. Инфляцию или повышение цен на все товары народного потребления создают исключительно пустые доллары и другие лишние пустые валюты и лишние рубли.

Принцип действия пустого доллара в границах РФ следующий. Пустой российский рубль наполняется трудом рабочих, например, добывающих нефть. Доллар покупает всё, что произведено рублём: нефть, газ и прочие ценности, то есть заполняет ПУСТОЙ доллар. Углеводороды и прочие ценности уходят за кордон, а пустой доллар отправляется в российский золотовалютный резерв. Затем опять российский рубль наполняется трудом рабочих, создающих ценности, а доллар покупает их и увозит из России, а ПУСТОЙ доллар отправляется в золотовалютный резерв, и так ежегодно и постоянно. Потом пустой доллар извлекают из золотовалютного резерва и отправляют на хранение в иностранные банки. Вся продукция, производимая российским трудовым народом, обменивается на пустые доллары и вывозится за пределы РФ.

Российский рубль идёт на зарплату рабочим и служащим. На заработанные рубли рабочие будут покупать товары народного потребления, а пустой доллар будет только создавать инфляцию, он лишний в российской экономике. Не только доллар, но и другие пустые валюты (евро, иена, фунт и прочие), действующие в границах РФ, - это воров, они не нужны, они скупают всё, что произведено трудом рабочих. Прочие валюты, как и доллар, только вызывают инфляцию и также обкрадывают народы России. Поэтому в РФ 30% населения живёт за чертой бедности. Нельзя допускать на свою территорию пустой доллар и другие валюты.

Такой же принцип действия доллара и в других странах мира. Федеральная резервная система США при бюджете США в 2008 г. в \$1 трлн., напечатала \$1749 трлн. - это бюджет для всего мира или план ограбления всех народов мира. Если на земном шаре проживает 7 миллиардов человек, то каждый житель будет ограблен на 249857 долларов США, или на 16 млн рублей. Это план разрушения экономики во всех странах мира, чем был вызван в 2008 году мировой кризис (Рон, 2014). Таким количеством долларов можно до основания разрушить 1749 стран, таких же могучих, как США.

Чужие деньги приносят больше вреда народному хозяйству, чем вражеская армия. Ни Наполеон в 1812 г., ни Гитлер войсками Германии и всей Европы не смогли разрушить ни Россию, ни Советский Союз, а пустой доллар в мгновение ока ограбил могучий СССР, остановил производство, заводы разобрали на металлолом. При этом разрушение народного хозяйства пустым долларом было в несколько раз больше, чем за годы Великой отечественной войны. Об этом сообщил в 1995 году президент США Билл Клинтон: «... В конечном итоге мы бескровно осуществили то, о чём мечтал Гарри Трумен, делавший ставку на применение атомной бомбы» (цит. по: Новожинов, 2009). На ликвидацию могучего Советского Союза было израсходовано 5 трлн. долларов США (Моисеев, 2016). Разве это не доказательство того, что чужие пустые деньги разрушают экономику, их нельзя допускать на свою территорию.

Для того, чтобы реализовать «стратегию», направленную на улучшение жизни российского народа, необходимо изгнать с российской территории все чужие деньги. Необходимо знать, что существующие деньги ничего не производят, они только отбирают, они даже не в состоянии определять цену товара. Еще ни один человек, даже фокусник, не смог денежной купюрой определить цену товара. Цену товара определяет рынок (или кто кого обманет?). Деньги - это не капитал. Деньги существуют более 4000 лет, было множество различных валют, но они все исчезли и не смогли выполнять своих обязанностей. Деньги-воры не могут быть капиталом. Капиталом в экономике России должна быть только энергия природы. Капиталом у человека могут быть только знания того, как природа производит продукцию; знания человека, как и энергия при-

роды, обладает свойством производить продукцию. Человек своим знанием и умением превращает энергию природы во все блага для народа.

В Российской Федерации имеется всё для того, чтобы Россия стала мировым лидером (Неруш, 2009) и могла решать все задачи, поставленные в «Стратегии национальной безопасности». Для этого необходимо в экономической деятельности практически использовать физические законы природы. Стратегия национальной безопасности должна быть похожа на деятельность солнечных лучей на планету Земля. Солнце и Земля – это единый организм, это автоматизированный завод космического масштаба по производству исключительно всей продукции для удовлетворения потребностей всех народов мира. Российская федерация обладает огромной площадью, на которой солнечные лучи производят бесплатно всё необходимое для жизни: продукты питания и строительные материалы, различные виды энергии, дающей тепло и свет. Площадь РФ 17 125 191 км<sup>2</sup>, каждый квадратный сантиметр поверхности, расположенной перпендикулярно солнечным лучам, получает 8,35 Дж тепловой энергии в минуту, что в пересчёте на электроэнергию составляет 1,391 кВт/час. На российскую территорию солнечный луч падает под углом, поэтому энергии приходится значительно меньше, примерно 0,5 кВт/час на 1 см<sup>2</sup>, а на 1 км<sup>2</sup> - 500 000 кВт/час, в день – 6 млн. кВт, в год 37500 трлн. кВт/ч.

Деньги-воры ничего не производят, а все блага на Земле бесплатно производит солнечная энергия. Если солнечную энергию (37500 трлн. кВт/ч. в год) оценить в российских рублях, то солнечные лучи превратятся в постоянного финансового инвестора земли русской. Если 1 кВт/ч. энергии оценить в ценах СССР 1970-х годов в 2 копейки, то солнечные лучи ежегодно будут инвестировать в Россию по  $37500 \times 0,02 = 750$  трлн. рублей, а если по цене РФ 2016 года (3 руб за 1кВт/час), то будут инвестировать по 112500 трлн. рублей ежегодно.

Солнечный генератор - главный инвестор Земли (Усольцев, 2009). Солнечная энергия на Земле превращается в продукты питания, в строительный материал, углеводороды. Кроме производства материальных ценностей солнечные лучи возбуждают различные виды энергии: в магнитном поле – электрическую энергию, в радиоактивных минералах и тяжёлой воде – ядерную, в движении воды в реках, морях, океанах и ветра в воздухе – механическую, в углеводородах - тепловую энергию.

Мыслящую голову человека можно уподобить плодородию земли - бросаешь хорошие мысли в голову, как семена в плодородную землю, и получаешь урожай: в земле рождаются продукты питания и прочее, а в мыслях человека рождаются и овеществляются всевозможные блага и могучая техника. Мысль человека изобрела промышленные генераторы, которые (подобно солнечному генератору) перечисленные виды природной энергии превращают в техногенную энергию, затем по проводам (электрическую) и трубам (тепловую) инвестируют в жилища и заводы. Мысль человека также придумала механику, которая на местах (на заводах и в жилищах) техногенную энергию превращает в техногенную продукцию: тепло, свет, автомобили, самолёты, корабли, продукты питания и все блага. Но на пути движения продукции к человеку стоят два грабителя – это налоги и пустые деньги-воры, которые отбирают всё.

Это происходит потому, что экономическая наука утверждает, что деньги обеспечиваются трудом рабочих и что деньги - это особый товар, на который обмениваются исключительно все товары, что является заблуждением. До тех пор, пока будет существовать такое определение денег, народ будет жить в нищете, потому что человеческого труда в любом товаре нет. Любой товар представляет собой овеществлённую мысль человека. Когда не было техники, мысль человека приспособляла для работы энергию скота: лошади, вола, верблюда, буйвола и пр., тогда можно было обеспечивать деньги энергией скота. Затем мысль человека придумала и овеществила технику: трактора, бульдозеры, электрогенераторы, моторы внутреннего сгорания, электромоторы, и

люди вместо энергии скота стали применять энергию техники. Затем мысль человека изобрела промышленные генераторы, которые энергию природы превращают в техногенную энергию (тепловую, электрическую, механическую). Промышленные генераторы производят техногенный продукт, который превращается в продукты народного потребления. Промышленные генераторы вырабатывают техногенную энергию, которая на заводах, как и солнечные лучи на Земле, превращается в продукцию. Из этого следует, что везде присутствует энергия техники или солнечных лучей, а не труда рабочего.

То, что деньги обеспечены трудом рабочих - это ошибка, которая идёт из далёкого прошлого, из рабовладельческого строя. Пора уже давно бы распрощаться с таким определением денег. Уже давно техника вытеснила труд рабочего и труд скота, а экономическая наука до сих пор сидит в рабовладельческом времени. Один рабочий за день вырабатывает всего 10 МДж физической энергии, или 2,78 кВт электрической энергии, а за год (365 дней) 1014 кВт. Белоярская АЭС ежегодно вырабатывает 135 млрд кВт/ч электроэнергии, что замещает 133 млн. рабочих. Это почти в 2 раза превышает число рабочих в России. Уже давно пришла пора деньги обеспечивать техногенной энергией, а не трудом рабочих.

Экономическая наука изначально неправа, обеспечив деньги и произведенный ими товар рабочим трудом, потому что в любом товаре нет физической энергии рабочего, потому что человек голыми руками мало что производит. Вначале мысль человека придумывает и овеществляет приспособления, например для рук. Без метлы человек не подметёт двор, без лопаты не вскопает огород, без космического корабля не полетит в космос, без приспособлений человек – «животное», «лошадь». Ни лошадь, ни другое животное, не могут изготовить такое приспособление как, например, автомобиль. Нельзя обеспечивать деньги трудом рабочих, это очень важно и даже опасно, потому что нельзя (на научной основе) человека превращать в «раба», в «скотину». Когда человек использовал в работе энергию скота, тогда надо было деньги обеспечивать энергией скота. В настоящее время деньги необходимо обеспечить техногенной энергией (механической, электрической, тепловой), которая превращается в продукцию народного потребления. Все виды энергии через определённые коэффициенты конвертируются друг в друга и измеряются в джоулях (Дж).

Если российский рубль наполнить техногенной энергией, то налоги надо брать не с рабочих и служащих, а с промышленных генераторов, производящих техногенную энергию. Навсегда исчезнут налоги (Неруш, 2015), исчезнет инфляция. Мысль человека для освобождения от ручного труда придумала технику. Когда человеческая мысль придумает технику, которая автоматически будет производить для человека все блага бесплатно, как и солнечная энергия, тогда деньги будут обеспечены энергией мысли, и может быть тогда человеческая мысль научится жить без денег (Усольцев, 2009). В настоящее время деньги следует обеспечивать техногенной энергией, а не трудом рабочих.

Предлагаю российский рубль наполнить (обеспечить) не трудом рабочих, а техногенной энергией, произведённой промышленными генераторами и солнечными лучами (солнечным генератором), а техногенную энергию назвать энергоденьгами. Подготовленное весной поле, вспаханное и заправленное семенами и подставленное под солнечные лучи, равноценно тому, если бы это «поле» обратилось в «солнечный» банк за инвестициями. Вспаханное поле - это «мешок» для получения валюты. Всё лето в этот «мешок» будет бесплатно поступать валюта (солнечная энергия), а осенью она превратится в продукты питания. Чтобы получать деньги от Солнца, необходимо подготовить поле (вспахать и заправить семенами). Если под солнечные лучи выставить солнечные батареи, мы получим электрическую энергию – это уже натуральная валюта. Подключена к вашему дому электрическая энергия - это уже в дом поступает валюта,

которая превращается в вашем доме в свет, тепло, радио, телевидение, продукты питания на кухне и прочие удобства и блага. Если мысль человека и техногенная энергия (энергоденьги) попадают на автомобильный завод и финансируют производство автомобилей, тогда мысль человека и техногенная энергия (энергоденьги) превращаются в автомобили.

Для оценки природных богатств, произведённых солнечной энергией, предлагаю определять цену не стоимостными расчётными единицами на рынке, а натуральными физическими измерителями, например джоулями, то есть количеством энергии, находящейся в солнечных лучах и в их производных (в различных движениях, в углеводородах, в радиоактивных веществах). Джоуль измеряет электрическую, механическую и тепловую энергии. Кроме того, все виды энергии конвертируются друг в друга через известные коэффициенты. Денежной купюрой невозможно определить цену товара, а энергоденьгами, то есть натуральными измерителями, можно.

Тепловая энергия солнечных лучей и углеводородов (нефть, газ, уголь, водород и пр.), электрическая энергия в магнитном поле Земли, механическая энергия в движении воды и ветра, атомная энергия в радиоактивных продуктах и тяжёлой воде – это «золотой» фонд, находящийся в границах РФ, в закромах природы. Это настоящий капитал, который всегда можно количественно определить. Этот капитал будет превращён вначале в техногенную энергию (энергоденьги), а затем в товары народного потребления.

Техногенная энергия, производимая промышленными генераторами, это банковские станки, производящие действующую «золотую» валюту международного класса – энергоденьги, которыми легко выполнить все 116 пунктов «Стратегии национальной безопасности». Деньги, обеспеченные трудом рабочих, отбирают всё у народа, а обеспеченные техногенной энергией, дают человеку все блага.

В настоящее время пустой российский рубль, якобы наполняемый трудом рабочих, ежедневно колеблется и зависит от доллара США, который также непостоянен во времени. В 1970-х гг. 1 доллар США был равен 68 российских копеек, в настоящее время он равен 63 рублям. Это означает, что пустой доллар США грабит российский народ в 63 раза больше, чем пустой рубль. Если мы наполним российский рубль техногенной энергией, то пустой доллар мгновенно превратится в воздух и станет равным 0,001 долей от рубля, а 1 рубль станет очень дорогим, он будет, как минимум, равен 63 долларам. Россия станет формировать бюджеты не сборами налогов и продажей энергоресурсов (не грабежом собственного народа), а брать кредиты у своих промышленных генераторов, производящих техногенную энергию – энергоденьги. Россия станет самой могучей державой мира, и все страны мира потянутся к экономике России. Тогда у США перестанут брать кредиты все государства, а произведённые в 2009 году 1749 трлн. долларов-грабителей превратятся в ненужный вредный хлам. Пустой доллар разрушит экономику США до основания, точно так же, как в 1990-е годы разрушил могущественный СССР. В США не будет средств, чтобы содержать НАТО. Из-за нищеты США самостоятельно уберут от границ России военные базы НАТО. Таким образом, можно убрать военные угрозы НАТО не только от границ России, но и остальных государств.

В настоящее время пустой доллар уже начал разрушать Евросоюз, включающий 28 стран. Например, Великобритания уже покинула ЕС. Ещё 6 стран из-за нищеты изъявили желание покинуть ЕС: Швейцария, Дания, Греция, Нидерланды, Венгрия, Франция. Если не только российский рубль, но и все валюты мира обеспечить техногенной энергией, то можно ликвидировать нищету и войны во всём мире (Неруш, 2016). Но с чего-то надо начинать. Видимо, надо начинать с России как самого обеспеченного энергоресурсами государства. Надо начинать с ликвидации чужих денег, затем ликвидации налогов и тарифов.

Сейчас экономические программы двух главных экономических ведомств - Министерства финансов и Министерства экономического развития - направлены на ограбление налогами всего населения РФ. Для формирования бюджета 2017 года увеличивают налоги на землю, на садовые домики, на жильё, повышают тарифы на всё: на горячую и холодную воду, на отопление, освещение, лишают льгот работающих пенсионеров и т. д. Все, что человек заработал, будет отобрано налогами. У народа денег нет. Всё, что произведено для народа, лежит на складах, не покупается, производство товаров народного потребления прекращается, готовое жильё не заселяется и не ремонтируется – нет денег. Заводы останавливаются, рабочие превращаются в безработных.

Для формирования бюджета РФ на 2017 г. «Роснефть» продаёт (меняет на пустые доллары) 19,5% акций иностранной фирме за 13 млрд. долларов (700 млрд рублей). Это кощунство. Природа производит в границах РФ для российского народа нефть, а какая-то компания «Роснефть» распродают по своему усмотрению. «Роснефть» ежегодно добывает 254 млн. тонн нефти на сумму 8586,3 млрд рублей. (В одном килограмме нефти содержится 39,4 МДж тепловой, или 10,94 кВт электрической энергии по цене 3,09 руб. за 1кВт на сумму 33,8 руб./кг).

Зачем продавать 19,5% , зачем ежегодно отдавать 49,5 млн тонн нефти на сумму 1,67 трлн рублей другому государству? Эта нефть принадлежит российскому народу. Продали долю (19,5%) в 2,4 раза дешевле, чем она стоит, то есть кому-то подарили. Фактическая стоимость доли равна 1,67 трлн рублей, а не 700 млрд рублей. А продавать надо было не за 700 млрд рублей, а как минимум за 8 лет окупаемости, то есть за 13,4 трлн рублей ( $1,67 \times 8 = 13,4$  трлн рублей).

Теперь 19,5% компании «Роснефть» не принадлежат России. Российский рабочий потерял рабочие места, а Россия навсегда потеряла ежегодную прибыль от «Роснефти» в размере 1,67 трлн. рублей. Не только в России бесчинствует доллар, но и в других странах, например, в обеспеченной природными ресурсами стране Зимбабве 98% безработных. Поэтому надо ликвидировать налоги, а пустые деньги обеспечить техногенной энергией. Бюджеты РФ надо формировать энергоденьгами (техногенной энергией), а не налогами и продажами. Если налогов не будет, тогда прекратится ограбление народа, у производителей и покупателей появятся деньги – вся производимая продукция на заводах будет приобретаться народом.

Полагаю, следует показать, как солнечный генератор и Земля производят основные продукты, например, водород, кислород, воду, нефть, газ и пр. Солнце – это ядерный генератор, в котором идёт термоядерный синтез: водород превращается в гелий и обратно в водород. Солнечный ядерный реактор содержит 97% водорода, 2% гелия, 1% - прочие. Солнечный луч несёт на Землю не только тепло и свет, но и водород. Количество водорода в воздухе составляет 88%. Растениями Земли и водорослями морей и океанов выделяется огромное количество кислорода. Свободный кислород  $O_2$  встречается в воздухе с водородом  $H_2$  и образует воду –  $H_2O$ , падающую в виде осадков на Землю.

Доктор геолого-минералогических наук В.Н. Ларин (2005) доказал, что ядро Земли, так же, как и Солнце, представляет собой ядерный реактор, в котором происходит термоядерный синтез водорода, который непрерывно поступает из глубин Земли, примерно 500 млрд. тонн водорода в год. Водород  $H_2$ , проходя через сланцевые породы, встречается с углеродом  $C$  и превращается в нефть  $C_8H_{17}$ . В земной коре водород при движении через карстовые породы встречается с кислородом и также образует чистую родниковую воду. Без водорода на Земле не было бы никакой жизни. В результате горения угля, нефти, образуется шлак и зола, а в результате горения водорода с кислородом вместо шлака образуется три полезных продукта - свет, тепло и вода.

Пока светит Солнце, будет происходить термоядерный синтез, солнечный луч будет нести на Землю водород, будет существовать жизнь на Земле, в земле, на воде, в

воде, в воздухе и в космосе. Всё растения на Земле и воде постоянно будут производить кислород, которым дышит всё человечество. Теплота сгорания водорода 120 МДж/кг, или 33,33 кВт, намного выше нефти - 41МДж/кг, или 11,4 кВт и прочих продуктов из углеводов. Практически все углеводороды (древесина, уголь, нефть, газ, торф и пр.) сгорая, засоряют воздух углекислым газом. Но водород, которого в воздухе 88 %, отбирает у углекислого газа кислород и превращается также в воду, а оставшийся углерод выпадает в виде золы – это удобрения для растений. Водород является санитаром, который чистит воздух от дыма. Только водород сгорает без дыма. Водород – это будущее для получения экологически чистой техногенной энергии, или энергоденег. Ежегодно ядро Земли производит 500 млн тонн водорода, или 16666,6 трлн кВт энергии, по цене 3,09 руб за 1кВт/час на сумму 51650 трлн рублей. В будущем водород заменит на Земле все другие виды энергии, загрязняющие окружающую среду.

Бюджет РФ 2015 года раздут инфляцией до 15 трлн. рублей, он не может быть освоен трудом рабочих. Рабочий обеспечен физической энергией – всего 10 МДж за день или в переводе на электроэнергию 2,77кВт. Бюджет не может быть освоен физическим трудом рабочих, так как все рабочие и служащие РФ в количестве 75 млн. человек могут произвести физической энергии всего 5,19млрд. кВт/ч (по цене 3,09 руб. за 1кВт/ч), на сумму 16 млрд. рублей в год, что в 9375 раз меньше, чем запланировано в бюджете РФ. Только промышленными генераторами электростанций РФ ежегодно производится более 14,5 трлн. кВт/ч электроэнергии на сумму 44,8 трлн. рублей, из которых можно сформировать около трёх годовых бюджетов РФ. Эти предложения были направлены в Министерство экономического развития РФ, но его работники считают, что деньги должны быть обеспечены трудом рабочих, а мои предложения нереальны (Неруш, 2016).

Ликвидировать нищету можно, начиная с любой области РФ, например Свердловской, которая ежегодно обеспечивается техногенной энергией промышленных генераторов в размере 1350 млрд. кВт/ч, по цене 3,09 за кВт/час, на сумму 4171,5 млрд. рублей. А областной бюджет 2015 года должен быть по расходам в размере 203,6 млрд. рублей, но прихода «наскребли» налогами с рабочих и служащих всего на 174,6 млрд. рублей (Свердловский бюджет..., 2015), в то же время промышленные генераторы Свердловской области ежегодно вырабатывают количество техногенной энергии, из которого можно сформировать 23,9 бюджетов.

Из техногенной энергии промышленных генераторов, из энергоденег надо формировать бюджеты Свердловской области, а не из физического труда рабочих и служащих. При этом для формирования годовых бюджетов ничего не надо продавать, не надо собирать налоги с народа, потому что промышленные генераторы ежегодно производят техногенную энергию в необходимом количестве для того, чтобы формировать ежегодные бюджеты области. Если не хватает техногенной энергии - энергоденег, необходимо дополнительно вводить промышленные генераторы, производящие техногенную энергию - энергоденьги. Я подробно изложил эти предложения в рукописной статье «Новый хозяйственный механизм Свердловской области» и направил Губернатору. Его служба 13.05.2015 за № 01-02-07/14027 направила моё предложение в Министерство экономики Свердловской области, которое 08.06.2015 за № 09-01-83/615 ответило, цитирую: «Ваше обращение, поступившее на имя Е.В. Куйвашева, рассмотрено Министерством экономики Свердловской области. В обращении обозначены идеи, суть которых, по Вашему мнению, направлены на решение финансово-экономических проблем Российской Федерации и, в частности, Свердловской области. Однако принципы и механизмы реализации идей в практической действительности не приведены, в связи с этим отсутствует возможность оценить эффективность и практическую применимость Ваших предложений». Заместитель министра, подпись: Т.В. Гладкова.

Как же так, не приведены механизмы реализации!? Я показал, что инвестиции надо брать не налогами с народа, а с промышленных генераторов, производящих техногенную энергию, этой энергией и надо наполнять пустой рубль, а не трудом рабочих. В моих предложениях перечислены все тепловые и электрические станции и их мощности, только Белоярская АЭС дает ежегодно 135 млрд. кВт/часов электрической энергии, или 10% от всех мощностей области.

Полагаю, что Гладкова при рассмотрении моих предложений не пригласила для обсуждения заинтересованных руководителей, например, министра финансов, председателя областной думы по налогам и бюджету Свердловской области, банкиров и прочих заинтересованных лиц в ликвидации налогов и превращении пустых рублей в энергоденьги – в первоклассную валюту. Ни Минэкономразвития РФ, ни Минэкономики Свердловской области не признали полезными мои предложения.

Меня хорошо поняли в приёмной Председателя комитета по бюджету и налогам ГД РФ А.М. Макарова (исх. № РОП/1-52-162 от 29мая 2015 года). Цитирую: «Ваше обращение в адрес председателя комитета по бюджету и налогам Государственной думы ФС РФ А.М. Макарова направлено адресату и рассмотрено им. По поручению А.М. Макарова благодарю Вас за проведенную работу и внесённые Вами предложения, а также сообщаю, что они будут использованы в работе комитета по бюджету и налогам Государственной Думы». Помощник депутата ГД, подпись: А.В. Белоглазов.

Очень плохо, что Минэкономразвития РФ и министерство экономики Свердловской области не вносят никаких существенных предложений по улучшению экономики в стране, они действуют на старых рабовладельческих экономических законах, которые для формирования бюджетов требуют: повышать налоги, увеличивать пенсионный возраст, уменьшать зарплату рабочим и нищенские пенсии работающим пенсионерам, увеличивать плату в ЖКХ, повышать цены на отопление, электроснабжение, на горячую и холодную воду и прочее. У народа отбирают налогами всё, что он заработал, народ ничего не может покупать, у него нет денег. Свердловский рынок забит товаром и лежит в бездействии. Стоят только что построенные пустующие дома, они ждут покупателя. Автомобильный рынок забит новенькими автомобилями различных марок и стран. Не ремонтируются дороги и жилой фонд. Рынок не работает, никто ничего не покупает, потому что у народа нет денег – всё отобрано налогами и повышениями тарифов.

Жаль, что Министерство Свердловской области несерьёзно отнеслось к этим предложениям. «По словам заместителя губернатора и. о. главы МУГИСО Сергея Зырянова, в 2017 году для обеспечения бюджета Свердловской области запланирована продажа акций восьми акционерных обществ: «Уралагроснабкомплект», плодопитомник «Камышловский», Березовский хлебокомбинат, Ирбитский плодосовхоз, совхоз «Сухоложский», птицефабрика «Рефтинская», культурно-развлекательный комплекс «Уралец», «Облкоммунэнерго». Это позволит увеличить доходную часть казны на 1,7 млрд. рублей» (Шаргунов, 2016).

Зачем разрушать уже налаженное действующее производство акционерных обществ Свердловской области, когда все проблемы легко решаются энергоденьгами? Генераторы области ежегодно производят техногенной энергии - энергоденег более чем на 23 бюджета. При этом не надо обкрадывать народ налогами и ничего не надо продавать. Всего-то и надо техногенную энергию (энергоденьги) превратить в товары народного потребления и во все блага.

Энергоденьгами решаются все поставленные задачи в «Стратегии»: и противодействие НАТО, и импортозамещение, и потенциал человека, и качество жизни человека, потому что, по определению, «энергия – это всеобщая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи, которая объединяет все явления природы».

Энергия это продукт, который производит исключительно все товары в количественном выражении, таким продуктом и надо заполнять пустые деньги. Мысль человека, обеспеченная знаниями, рождает всю техногенную продукцию, как плодородная земля, заправленная семенами. Отсюда следует, что мысли человека надо наполнять знаниями, а деньги наполнять техногенной энергией.

Родившемуся человеку надо первоначально дать знания: как быть всегда здоровым, как построить дом, как обеспечивать себя питанием. Человек должен быть профессиональным специалистом, такой человек будет всегда обеспечен всем, не говоря уже про деньги. Настоящие пустые деньги, якобы обеспеченные трудом рабочих, унижают человеческое достоинство, такие деньги выполняют роль грабителя. Если деньги будут обеспечены техногенной энергией, они превратятся в могучего производителя, энергоденьги дадут человечеству все блага.

По закону сохранения энергия не исчезает, а превращается в другие виды энергии или продукты, наполненные энергией или состоящие из энергии. Продукты, произведённые энергией, не исчезают, они также превращаются в другие виды энергии и другие продукты, такое превращение энергии продолжается около трёх с половиной миллиардов лет. По закону сохранения за 3 млрд. лет энергией Солнца на 1 м<sup>2</sup> поверхности земли было израсходовано 250 трлн. кВт/ч энергии по цене 10 центов за кВт/ч, создано ценностей на сумму 25 трлн. долларов США. Стоимость 1 м<sup>2</sup> земли выше стоимости 25 годовых бюджетов США. Цена земли настолько высока, что она не может ни покупаться, ни продаваться. Владимир Соловьёв (2016) пишет: «Мне кажется, одна из главных ошибок Путина состоит в том, что, уделяя гигантское внимание внешней политике..., он несколько выпустил из зоны внимания экономику... Экономисты утверждают, что поднять экономику в РФ без западных инвестиций нереально». Но западные инвестиции – это пустые деньги, которые будут обкрадывать российский народ!

Недра, согласно Основному закону страны, больше не принадлежат народу. Это плохо! Земля и недра должны принадлежать народу. Эта задача находится в руках избираемого народом президента и легко решается без эксцесов. Деньги, обеспеченные техногенной энергией (энергоденьги), имеют огромное превосходство над деньгами, якобы обеспеченными трудом рабочих:

1. Когда бюджет РФ формируется не из труда рабочих, а из «труда» промышленных генераторов, исчезают налоги.

2. Когда деньги обеспечиваются не трудом рабочих, а техногенной энергией, произведённой промышленными генераторами, появляются деньги, которые не отбирают, а дают.

3. Бюджет из энергоденег распределяется (направляется) отдельно на каждую отрасль и на всю инфраструктуру РФ.

4. Энергоденьги (техногенная энергия), произведённые промышленными генераторами, не подвержены инфляциям, дефляциям, дефолтам так же, как и солнечная энергия.

5. Энергоденьгами легко управлять производством. Зная количество техногенной энергии (энергоденег), поступившей в производство, легко определить количество энергии, поступившей в товар.

6. Зная, что исключительно вся продукция сложена из количества энергетических величин, легко определять цену товаров и производить обмен товарами между производителями в процессе внутренней торговли.

7. Легко производить обмен товарами между народами при внешней, международной торговле. Россия экспортирует в другие страны электроэнергию, нефть, газ, уголь, лес, и прочие продукты проводами, трубами, поездами. Зная количество энергии в товарах каждой отправки, необходимо получить от заграничного получателя такое же количество энергии в товарах, отправленных в российский адрес.

8. Энергоденьги могут произвести техногенной продукции в 9375 раз больше, чем все рабочие и служащие Российской Федерации.

9. Энергоденьгами можно решать любые экономические и политические проблемы.

10. Продукцию производим не голыми руками, а техникой и различными приспособлениями, поэтому деньги должны быть обеспечены техногенной энергией, а не трудом рабочих.

11. Зная количество энергии в каждом товаре (продукте), готовую продукцию обмениваем между собой и между народами по количеству энергии в каждом товаре (продукте).

12. Деньги, обеспеченные трудом рабочих, обкрадывают население, а энергоденьги, обеспеченные техногенной энергией, дают человеку (народу) все блага.

13. Рост ВВП составляет 0,5% в год при обеспечении денег рабочей силой, а при обеспечении денег техногенной энергией он составит 50-80%.

### Список использованной литературы

*Куйвашев Е.В.* Наша цель - сильная экономика и благополучие для всех жителей региона // Газ. «Комсомольская правда», от 18.10. 2016.

*Ларин В.Н.* Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: «Агар», 2005. 248 с.

*Моисеев Н.А.* О прошлом, настоящем, и будущем и огибающей их кривой // Эко-потенциал. 2016. № 3 (15). С. 128-149.

*Неруш Б.А.* Что должна сделать Россия, чтобы стать первой среди могущественных держав мира? // Веси (Екатеринбург). 2009. № 1. С. 40-42.

*Неруш Б.А.* Можно жить без налогообложения населения? Проект антикризисного хозяйственного механизма России // Эко-потенциал. 2015. № 4 (12). С. 177-180.

*Неруш Б.А.* Как ликвидировать нищету и войны в мире // Эко-потенциал. 2016. № 2 (14). С. 182- 186.

*Неруш Б.А.* Какой я вижу Россию. Эко-потенциал. 2016. № 3 (15). С. 186-193.

*Неруш Б.А.* Миром управляет Федеральная резервная служба США? // Эко-потенциал. 2016. № 1 (13). С. 184-186.

*Новожинов Ю.И.* Глобализм и социобиология. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2009. 240 с.

*Пол Р.* Покончить с ФРС. Предисловие Н. Старикова. СПб.: Питер, 2014. 240 с.

Свердловский бюджет стал понятнее // Газ. «АиФ-Урал». 2015. № 1 (373).

*Соловьёв В.Р.* Санкции – это навсегда // Газ. «АиФ». 2016. № 44. С. 3.

*Усольцев В.А.* Русский космизм и современность. 2-е изд. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2009. 228 с.

*Шаргунов О.* Последние поправки в бюджеты // Газ. «Аргументы недели». 2016. № 48 (539), 8 декабря.

УДК 141

*В.А. Алексеев*

Институт экологии АН Абхазии, г. Сухуми

**НА БЕРЕГУ МАКЛАЯ**

За два часа до начала 1977 года из Владивостока отправилось в многомесячный рейс научно-исследовательское судно (в дальнейшем – НИС) Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН «Дмитрий Менделеев». Рейс был посвящён изучению экологических систем коралловых островов и лагун атоллов западной части тропической зоны Тихого океана. Разработчиками программы рейса были директор Института океанологии А.А. Аксенов и академик А.Л. Тахтаджян, директор Ботанического института (БИНа) АН СССР.

Оба руководителя Институты предполагали участвовать в рейсе. Однако Аксенову не разрешили в нём участвовать, поскольку он недавно второй раз женился. Кто-то наверху заподозрил: а не фиктивная ли эта женитьба? Вроде бы у него с прежней-то женой отношения нормальные... А если фиктивно, то Аксенов может сбежать из СССР в недостижимую для рук нашего государства страну. Нет, такого человека пускать в подобный рейс не следует! И Аксенова в рейс не пустили. А.Л. Тахтаджяну ленинградский обком партии запретил поездку, поскольку он уже был за рубежом и только что возвратился. Обе причины в настоящее время выглядят несерьёзно, но сорок лет назад правила поведения были несравненно более жесткими.

Рейс был уже утвержден ЦК КПСС и должен был состояться при любых обстоятельствах. Ехать от БИНа довелось мне, поскольку я был заместителем Тахтаджяна по научной части. Руководителем экспедиции вместо А.А. Аксенова назначили некую малозначительную в научном отношении партийную особу из Института океанологии.

В соответствии с программой экспедиции, в конце января 1977 г. НИС «Дмитрий Менделеев» достиг берегов Новой Гвинеи. В течение пяти суток он стоял на якоре в заливе Астролябия, в непосредственной близости от деревни Бонгу, где в 1870-1871 и 1876-1877 гг. жил Н.Н. Миклухо-Маклай. Нас возили на берег утром и вечером на небольшом баркасе.

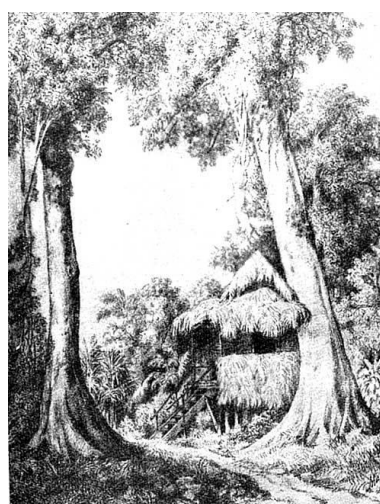
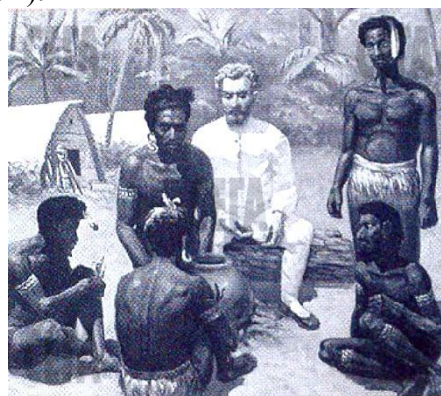


Миклухо-Маклай Николай Николаевич (1846-1888).

С 1871 года территория местопребывания Н.Н. Миклухо-Маклая называется, по желанию первооткрывателя, Берегом Маклая. Её береговая протяженность составляет около 300 километров. В 1971 году исполнилось сто лет с начала исследований Н.Н. Миклухо-Маклая. В честь этой даты состоялся шестой рейс НИС «Дмитрий Менделеев» в Океанию, на берег Маклая. Результаты экспедиции отражены в монографии «На берегу Ма-

кляя» (М., 1975), где подробно изложены биографические сведения о Миклухо-Маклае и суть его разнообразных полевых исследований.

Ни у кого из присутствующих на корабле организаторов 18-го рейса, в котором я принимал участие в 1977 г., интереса к этому важному для России ученому не было. Но зато был постоянный меркантильный интерес к сбору раковин моллюсков и добычи чучел райских птиц. Этим и занимались на Берегу Маклая и в других местах стоянок (Сингапуре, Австралии) близкие к руководству участники рейса. Что касается меня, то я интересовался главным образом доступной для осмотра лесной растительностью территории и её использованием аборигенами (но собирал и доступные мне раковины: сейчас дома у меня есть с десяток разных ракушек, в том числе очень красивое розово-белое «слоновье ухо» (*Ovula ovum*) размером около 25 см).



Как и следовало ожидать, папуасы использовали максимум возможного для обустройства жилья и добывания пищи. Мы насчитали около ста применяемых видов деревьев – практически всех пород, растущих на береговой территории. Наиболее широко использовались кокосовые пальмы. Стволы шли для постройки остовов хижин и примитивной мебели, листья – для создания крыш, орехи – для изготовления кухонной посуды, для еды и питья. Питье изготавливали и хмельным. С этой целью смешивали пережеванную мякоть с соком кокосов и оставляли на несколько дней. Смесь начинала бродить и становилась немного хмельной. Её и пили за неимением другого хмельного напитка. В рационе папуасов была и рыба. Ловили её небольшими сетями с примитивного катамарана из долблёного ствола дерева. Соль добывали, выпаривая морскую воду.

Папуасы устроили для нас представление, в котором показали, что Миклухо Маклай привез папуасам соль (видимо, морская соль была для них много хуже обычной). Надо сказать, папуасы вели себя очень достойно. Многие из них ходили в евро-

пейской одежде (по крайней мере, при нас), разговаривали с нами преимущественно на «пиджин инглиш» (исковерканный на особый манер английский).

Один из молодых парней подошел ко мне и сказал по-английски: «Я знаю русский язык». И продемонстрировал: «бык, топор, куруз». У них в деревне Бонгу есть школа с начальными классами. Их учитель очень обижался, что женщина-антрополог с нашего корабля, как и ранее, измеряет их черепа. Он говорил мне: «Дайте нам корабль, и мы поедem к вам измерять ваши черепа». И мне ничего не хотелось ему возразить.

Папуасы оставили у меня хорошее впечатление. Во многом они лучше – чище нас. И их старики (их, правда, очень мало – люди умирают рано) гордо держат голову. Есть на берегу Маклая одна странность: мы не смогли увидеть ни одну женщину, все они избегали нам показываться. И ещё одна деталь – в деревне Бонгу я видел маленькую хижинку туалета. Не заходил в неё, так что не знаю, что внутри (и вообще, посещают ли её), но, учитывая, что в тропиках вся органика почти мгновенно перерабатывается, думаю, что там пусто и чисто.

Когда я бывал на берегу, то сразу уходил в лес. Пройти по нему из-за зарослей не удавалось, и я шёл вглубь территории по руслу какого-то ручья. Утром в нём текла вода. Я доходил до истоков (не более 1,5 – 2 км), поворачивал обратно, а к этому времени русло ручья уже было сухим – так быстро пересыхают поверхностные воды!

Написал последние строчки, и по какой-то ассоциации в моей памяти всплыла Камчатка – там неподалёку от сухой речки (так называются небольшие речки, в которых не всегда есть вода) я видел расположенный на поверхности земли корень тополя – он шёл метров 200-250, не разветвляясь, наиболее коротким путем от дерева к этой сухой речке. Корень, еще будучи очень маленьким, знал – где, хотя бы временно, хотя бы иногда, находится вода. Знал, конечно, не корень, а маленькое деревцо, на котором он появился. Природа удивительна и загадочна...

-----  
Алексеев Владислав Александрович – доктор биологических наук, профессор экологии, ведущий научный сотрудник Института экологии АН Абхазии, г. Сухуми.  
E-mail: alexeyev2007@mail.ru.



**50 ЛЕТ СЛУЖЕНИЯ УЛТИ-УГЛТА-УГЛТУ**  
(к 75-летию со дня рождения профессора Черемных Николая Николаевича)

Николай Николаевич Черемных родился 25 февраля 1942 года в семье колхозников, тесно связанных с зимними лесозаготовками в д. Трухино Нейского района Костромской области. С 1946 года до отъезда на учебу в УЛТИ проживал на станции Нея (600<sup>й</sup> км Транссиба). Работать в каникулы начал после 5 класса в столярном цехе Нейского лесозавода № 8, выполнявшем заказы на оконные и дверные коробки для стандартных щитовых домов и машино-тракторных станций (МТС) при обустройстве целинных и залежных земель в СССР. После 7 класса занимался сколоткой дна, крышки и боковых стенок снаряжных ящиков по технологии института СвердНИИдрев. По-

сле 8 класса на срочно оборудованном ручном кирпичном производстве в центральных ремонтно-механических мастерских (ЦРММ) делал методом ручной штаповки кирпич-сырец. Здесь он реализовал впервые в жизни простенькое рацпредложение: на ударное устройство приколотил подкладку под рельс УЖД (увеличил вес), тем самым вместо трех ударов производил два. Перед 10 классом в составе бригады из трёх человек создавал запасы дров для заводской котельной, сооружал мост через ручей для надежного проезда ЗИС-5 и ЗИС-151, на которых возили дрова с лесозавода № 8.



Н.Н. Черемных у установленного им Памятного знака «Здесь до 1972 г. была д. Трухино».

К 10 классу он имел 3 разряд по лыжам, и военкомат дал ему, как спортсмену, направление для поступления в Рязанское (тогда среднее) автомобильное училище. По-

скольку семья жила бедно, хотелось на полное гособеспечение, да и армия тогда была у народа в почете. Узнав о предстоящей военной карьере, учителя взбунтовались: «Тебе надо только в институт; на стипендию 200-400 руб. (2-4 тысячи нынешних рублей) ты скромно проживешь». Послушал учителей. Окончил с серебряной медалью школу, подзаработал немного денег и поехал в Москву «узнавать институт». В приемной комиссии сказали: «Мальчик, нужна характеристика – рекомендация от педсовета школы с заключением, что педагогический коллектив школы рекомендует тебя для поступления в Московский станкоинструментальный институт». Однако в летнее время учителей было собрать трудно, время было упущено, и поступление в институт не состоялось.

Удалось устроиться на работу в Нейский сплавной участок Нейской сплавной конторы. Сейчас иногда пишут, что при социализме работали «спустя рукава». Но вот что рассказывает Николай Николаевич:

«При тяжелой 6-дневной работе в сплавной конторе народ в воскресенье и праздничные дни бежал наперегонки занимать вагоны при «подаче». Пульман (4-осный крытый вагон) грузили вчетвером с подноской до 20 метров. За такие работы получали наличными по 50 руб. (5 руб. в 1961-1992 г. - сегодня 500 руб.). Тянуло к технике. Попросил послать меня на курсы трактористов, но отвечали, что молодой еще, многие хотели бы быть трактористами. Попросил послать меня на 6-дневные курсы бензопильщиков, отвечали - много таких желающих. Несмотря на тяжелую работу, хотелось совершенствоваться в лыжном спорте. Вся сборная Ней по лыжам – рабочие сплавной конторы. На мартовском снегу 1960 г. на дистанции 10 км выполнить 2<sup>й</sup> разряд не удалось. На дистанции 15 км шел очень легко, выполнил 2<sup>й</sup> разряд; был близок к первому. В институте выступал за факультет, в армии (погранзона Норвегии) выполнил 1 разряд в военной форме. Забегая вперед, скажу, что 1 разряд на дистанции 10 км в Кавголове под Ленинградом выполнил позже, когда 12 лет выступал за преподавателей в рамках городской спартакиады преподавателей вузов. При появлении нового вида – зимнего троеборья ГТО (лыжи, стрельба пулевая, подтягивание на перекладине) Чугайнов Ю.Н., Сидоров А.А., Феофанов В.А., Черемных Н.Н. стали кандидатами в мастера спорта.



Старт эстафеты (Архангельск, 1979 г.)

«командированные» были после трехлетней службы в армии и с должностей главных механиков, старших механиков лесопунктов, начальников и техноруков лесопунктов и др. Стипендия платилась предприятием (повышенная на 15%), гарантировалось общежитие, не ездили в колхоз и при желании не участвовали в летних работах. В трудовой книжке запись 1.09.1960 – 15.12.1960 – ученик слесаря, слесарь 2 разряда. Я был комсоргом группы, сразу же был намечен план участия комсомольцев в общественной жизни ЛПХ, поселка Шалинского района; «поставили» на хоккейные коньки леспромхозовскую команду на реке Сылва, благо среди нас были будущие игроки первой сборной УЛТИ по хоккею с мячом и один – капитан второй сборной. Мы с Коневым В.М. выступали на лыжах в Шале за ЛПХ.

Серьезность учебы в нашем вузе продемонстрирую одним примером семестрового экзамена. Экзамен по высшей математике принимал ст. преподаватель Эйдинов Михаил Иосифович (вскоре он защитил диссертацию по теории  $\Pi$ -образных групп  $N$ -го порядка, получил звание доцента и ушел в УРГУ на высшую алгебру). После подготовки сажусь отвечать. В теории дано – единичный вектор. У меня приведена запись из суммы трех членов. Вы почему так записали вектор? – Потому, что он единичный, и есть теорема соответствующая. – Сформулируйте ее. – Сформулировал. Давайте докажем ее. Но тут уже «бойкости» не проявил и получил 4. Второй экзамен он оценил на 5; третий экзамен в сентябре 1962 г. принимала уже к.ф.-м.н., доц. М.А. Мертвцова – четыре, а четвертый – она же – на пять. Между 5 и 6 курсами на преддипломной инженерной практике на полигоне в Бисертском ЛПХ СНИИЛПа (4,5 месяца) с Толей Раевым сдали на 5 разряд слесаря. Защитил дипломный проект 16 декабря, получил стипендию за 21 день, никаких подъемных и проездных, получил распределение на кафедру «Детали машин» - ассистент. В армии (Заполярье) – до 15 июля 1966 г. – рядовой 61<sup>го</sup> Краснознаменного Киркинского мотострелкового полка (п. Спутник). С 15 июня - бригада морской пехоты Северного флота. Третьегодков разбросали по Печенгской дивизии. Был на стрельбище в Мурманском полку, затем сборы младших лейтенантов в артдивизионе. Прошел пять сборов, на шестые не попал (повреждал ногу) и сдал военный билет старшего лейтенанта запаса.



Рядовой советской армии, 1966 г.

Пошел получать инженерный диплом с отличием в отделе кадров. Михаил Петрович Чижевский (декан ЛМФ и заведующий кафедрой «Детали машин») увидел меня: «С дембелем тебя! Выходи на работу». Я ответил «Подумаю». Подумал и 15 декабря пошел на «Детали машин». По линии студенческого КБ Михаил Петрович «впряг» меня в конструкторскую работу по тематике кафедр УЛТИ: кафедра пластмасс – принципиальная схема коммуникаций мембранного пресса, установка для определения предела текучести какого-то пластика; кафедра МОД – установка для высокочастотного склеивания

деки пианино; полуавтоматическая линия для производства деревянных и металлических костылей; кафедра транспорта леса – тензометрические подколесные весы на 7,5 т. Одновременно уже с марта 1968 г. с модельного цеха Уралхиммаша начинается опытно-конструкторская работа по снижению шума в условиях лесопильно-деревообрабатывающих производств, на этапе конструирования оборудования, проектирования технологических процессов и планировок».

Возвращаемся к началу трудовой деятельности юбиляра в УЛТИ-УГЛТА-УГЛТУ. С начала нового семестра в феврале 1967 года его основная работа (ЛИФ-АПП- 2 группы и группа МТД-АПП) – лекции, практические занятия и курсовые проекты по деталям машин, по деталям приборов (проектирование механизмов и приборов), конструктивная часть дипломных проектов. Периодически был односеместровый курс сопромата для автоматчиков, ТММ для транспортников ЛИФа, конструктивные части по обеим основным кафедрам ЛИФа, работа с заочниками ЛИФа, ЛМФ.

34 года - член ГЭКа у АПП и по кафедре Лившица М.В. и Силукова Ю.Д. Начал виброакустической тематике в УЛТИ, а во многом и в лесопромышленном комплексе, положил ст. преподаватель – к.т.н. – доцент – профессор, а потом и доктор Александр Александрович Санников. Александр Александрович с 1967 г. полностью отошел от «шума», Старжинский В.Н. стал заниматься шумом в ЦБП, а Санников А.А. со своей группой - колебаниями лесопильных рам и оборудования в ЦБП. Для Николая Николаевича он – человек с мировым именем. Первую научную производственную командировку совершил с аспирантом Старжинским В.Н. на Ляминский ДОК. Кандидатскую диссертацию по совершенствованию конструкций двухэтажных лесорам с целью снижения шума защитил 23 октября 1980 г. по специальности 05.06.2 «Машины и механизмы лесозаготовок, лесного хозяйства и деревообрабатывающих производств» во Львовском ЛТИ.

Касаясь общественной работы, отметим, что студентом Николай Николаевич все 5,5 лет работал в комсомольской организации; позднее при работе преподавателем: 4 года – председатель жилищно-бытовой комиссии месткома; 5 лет – председатель профбюро сотрудников ЛМФ; 3 года - председатель производственно-массовой комиссии месткома; не менее 10 лет – начальник штаба ГО факультета и член сборной сотрудников института по лыжам и троеборью ГТО, ответственный за работу в общежитии № 2. Начиная с 1968 г. при декане Чижевском М.П. – ответственный за работу студентов на городских и вузовских объектах в сентябре месяце. В последние годы 11 лет был председателем секции курсового и дипломного проектирования научно-методического совета УГЛТУ. Член ученых советов факультета и УГЛТУ, докторского совета по техническим специальностям.



Заведующий кафедрой начертательной геометрии и машиностроительного черчения 04.2001 – 06.2015 гг.

С апреля 2001 по июнь 2015 гг. Николай Николаевич – заведующий кафедрой начертательной геометрии и машиностроительного черчения. Активизировалась научно-методическая и издательская деятельность. Четыре преподавателя без наличия ученой степени получили аттестаты доцентов; пять человек награждены грамотами

Минобрнауки РФ, стали ветеранами труда федерального значения. Подготовил 15 магистров по кафедре «Автомобильный транспорт».

За период с 2001 г. повысил свою квалификацию в Московском индустриальном университете, Пермском и Саратовском ГТУ, Южноуральском университете, Пензенском архитектурно-строительном, Мосстанкине, Казанском ГТУ им. Туполева, Астраханском ГТУ, РГППУ. В 2015 г. получил диплом о профессиональной переподготовке с присвоением квалификации «Преподаватель высшей школы». Ветеран УЛТИ (1987 г.),

Почетный работник УГЛТУ (удостоверение № 2 и знак 2010 г., удостоверение № 24 2015 г.).



Участники совещания Кучумов Е.Г., Черемных Н.Н., директор завода Оглоблин, Паньчев А.П., Шабалин Л.А. (Свердлесмаш, 1.02. 2008 г.).



Рождественские старты. 7.01.2015 г. «Собранные» Черемных Н.Н. бывшие спортсмены УГЛТУ вокруг бронзового призера Лондонской олимпиады Екатерины Поистоговой – студентки ЛХФ.

Черемных Н.Н. – автор и соавтор 350 научных и научно-методических трудов, в том числе 27 отдельных изданий, 220 статей, в том числе 18 со студентами, 33 научно-технических отчета; 31 изобретение, в том числе 10 со студентами, 39 научно-методических работ, 1 патент на полезную модель, 2 рацпредложения. Награды отраслевого уровня: Почетный работник ВПО РФ, Изобретатель СССР, Победитель соцсоревнования 1976 и 1980 гг., Грамота Минлеспрома СССР, два Диплома Минвуза РСФСР, ВСНТО, ЦС ВОИР, ЦК ВЛКСМ (за студенческую работу, отмеченную знаком «Лауреат Всесоюзного конкурса» 1986 г. и по итогам Всесоюзного конкурса НИР – совместно с Чижевским М.П. 1976 г.). Госнаграда – Заслуженный изобретатель РФ (Указ Путина В.В. № 38 от 14.01.2002 г.).

Черемных Н.Н. – действительный член и член-корреспондент общественных академий МАНЭБ, РАЕ и РАЕН. Награды МАНЭБ: медаль Ломоносова М.В., орден «За заслуги в науке». Награды РАЕ: медаль им. Нобеля А., знак «Заслуженный деятель науки и образования», знак «Участник интернет-энциклопедии «Выдающиеся ученые России», золотая медаль Вернадского В.И., знак «Основатель научной школы», орден «PRIMUS INTER PARES» - Первый среди равных (№ 006, 2014 г.)

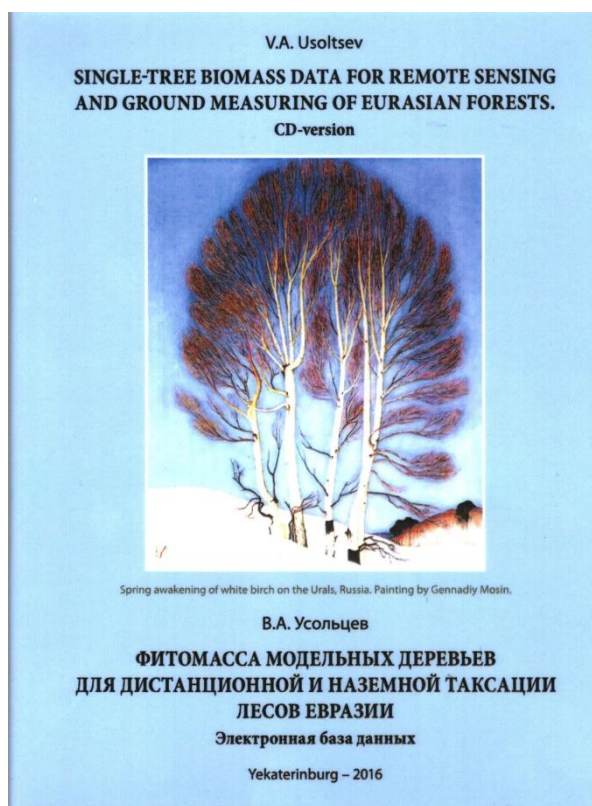
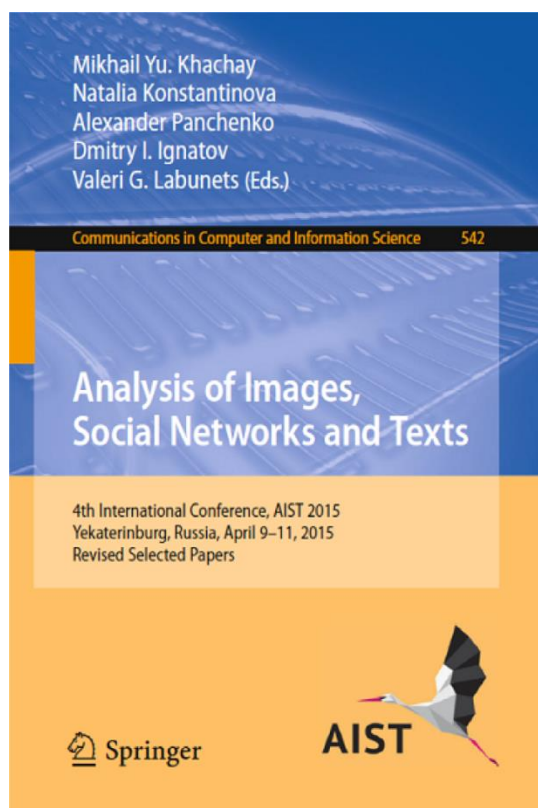
Информация о Черемных Н.Н. помещена в юбилейных сборниках УГЛТА-УГЛТУ за 2000, 2005, 2010 гг.; в энциклопедии МАНЭБ (2008 г.), в энциклопедиях РАЕ 2006, 2007 и 2009 гг., в интернет-энциклопедии «Выдающиеся ученые России» ([www.FAMOUS-SCIENTISTS.RU/1772/](http://www.FAMOUS-SCIENTISTS.RU/1772/)), в книге «Успешные люди России. Hubners who is who 2013 г.».

Сведения о Николае Николаевиче помещены в энциклопедии Российской инженерной академии «Инженеры Урала» (Кировская, Свердловская, Курганская, Пермская, Оренбургская, Тюменская области, Удмуртия и Башкортостан) 2007г., наряду со сведениями по 66 Героям соцтруда, 80 Лауреатам Ленинской премии, свыше 300 Лауреатам Сталинских и государственных премий СССР и РФ. Во время посещения УГЛТУ 16.05. 2007 г. Э.Э. Россель рядом со своим факсимиле на аннотации энциклопедии поставил свою собственноручную подпись.

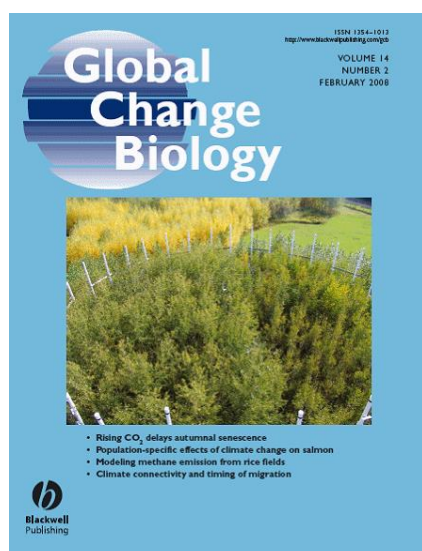
Пожелаем Николаю Николаевичу дальнейших творческих успехов!

*В.П. Сиваков - профессор кафедры технической механики и оборудования целлюлозно-бумажных производств УГЛТУ*

### Новые книги, изданные кафедрой менеджмента и управления качеством Института экономики и управления УГЛТУ



### Новые работы кафедры менеджмента и управления качеством Института экономики и управления УГЛТУ, опубликованные за рубежом



Jucker T., Caspersen J., Chave J., Antin C., Barbier N., Bongers F., Dalponte M., van Ewijk K.Y., Forrester D.I., Heani M., Higgins S.I., Holdaway R.J., Iida Y., Lorimer C., Marshall P.M., Momo S., Moncrieff G.R., Ploton P., Poorter L., Rahman K.A., Schlund M., Sonké B., Sterck F.J., Trugman A.T., **Usoltsev V.A.**, Vanderwel M.C., Waldner P., Wedeux B., Wirth C., Wöll H., Woods M., Xiang W., Zimmermann N. and Coomes D.A. *Allometric equations for integrating remote sensing imagery into forest monitoring programmes // Global Change Biology. 2017. Volume 23. P. 177-190. DOI: 10.1111/gcb.13388. Impact Factor: 8.44.*

Remote sensing is revolutionizing the way we study forests, and recent technological advances mean we are now able – for the first time – to identify and measure the crown dimensions of individual trees from airborne imagery. Yet to make full use of these data for quantifying forest carbon stocks and dynamics, a new generation of allometric tools which have tree height and crown size at their centre are needed. Here, we compile a global database of 108753 trees for which stem diameter, height and crown diameter have all been measured, including 2395 trees harvested to measure aboveground biomass. Using this database, we develop general allometric models for estimating both the diameter and aboveground biomass of trees from attributes which can be remotely sensed – specifically height and crown diameter. We show that tree height and crown diameter jointly quantify the aboveground biomass of individual trees and find that a single equation predicts stem diameter from these two variables across the world's forests. These new allometric models provide an intuitive way of integrating remote sensing imagery into large-scale forest monitoring programmes and will be of key importance for parameterizing the next generation of dynamic vegetation models.

**Keywords:** aboveground biomass, airborne laser scanning, carbon mapping, crown architecture, height–diameter allometry, stem diameter distributions.



(1) Usoltsev V.A., Noritsina Yu.V., Noritsin D.V., Chasovskikh V.P. Lo studio delle differenze interspecies nella struttura della biomassa delle foreste si *Pinus sibirica* du Tour e *Pinus koraiensis* S. et Z. (Study on interspecific differences in the biomass structure of *Pinus sibirica* Du Tour and *Pinus koraiensis* S. et Z. forest stands) // Italian Science Review. 2016. No. 7(40). P. 5-8 (<http://www.ias-journal.org/archive/2016/july-august/Usoltsev.pdf>). Indexed in Google Scholar.

(2) Usoltsev V.A., Noritsina Yu.V., Noritsin D.V., Chasovskikh V.P. Caratteristiche geografiche della distribuzione della fitomassa negli ecosistemi di *Pinus pumila* (Pall.) Rgl. (The geographical features of the distribution of biomass in *Pinus pumila* (Pall.) Rgl. ecosystems) // Italian Science Review. 2016. No. 7(40). P. 9-13 (<http://www.ias-journal.org/archive/2016/july-august/Usoltsev2.pdf>).

(3) Usoltsev V.A., Chasovskikh V.P., Noritsina Yu.V. Modifica della biomassa di betulle (*Betula* sp.) nei gradienti transcontinentali eurasiatici (Dynamics of birch (*Betula* sp.) tree biomass in transcontinental gradients of Eurasia) // Italian Science Review. 2017. No. 1(44). P. 14-18 (<http://www.ias-journal.org/archive/2017/jan-feb/Usoltsev.pdf>).

### Отзывы первых читателей о последних номерах журнала «Эко-Потенциал», 2016

"Эко-потенциал № 2 (14), 2016 - номер очень интересный, статьи С.Н. Санникова соавторами «Альтернативные гипотезы происхождения вереска *Calluna vulgaris* (L.) Hull» и В.А. Усольцева «Биологическая продуктивность древесных видов Евразии с позиций биогеографии» - очень высокого уровня! Восхищен статьей «О гонениях на "ведьм"...». Спасибо за объективное изображение русского народа и его исторической значимости! Спасибо Б. Чадову - ученику Н.В. Тимофеева-Ресовского - за прекрасную статью о своем учителе к 35-летию со дня его кончины. Ю.В. Линник - как всегда - блеск эрудиции. Весь «Дискуссионный клуб» - это искренние, честные, смелые статьи! Ваш журнал вызывает в моей душе тревожнения максимальной амплитуды, ни один другой журнал на это не способен!

Академик РАН, д.б.н., профессор генетики Драгавцев В.А. (Санкт-Петербург).

Прочитал прекрасную статью о нашем великом русском инженере-конструкторе, механике и математике Владимире Григорьевиче Шухове («Эко-потенциал», 2016. № 4), работы и патенты которого использовали ранее и используют сейчас многие известные современные архитекторы и инженеры разных стран мира. Полностью согласен с концовкой статьи, где абсолютно верно пишете, что хватит учить во всех наших учебных заведениях потребителей-исполнителей "преподавательских услуг" вместо обучения творцов будущего, таких, каким был наш великий творец-инженер Владимир Григорьевич Шухов.

Кандидат архитектуры, член Союза архитекторов РФ Барабанов А.А. (Екатеринбург).

В журнале «Эко-потенциал» много статей интересных, живых, это - родник для жаждущих. Мне очень нравится и качество печати, и сам дух журнала. Это как в ночи, "сквозь туман кремнистый путь", где люди, говоря о сокровенном, понимают друг друга - "звезда с звездой говорит".

Заслуженный архитектор России, почетный академик Российской академии архитектурных и строительных наук Шевелев И.Ш. (Кострома).

Статьи в разделе «Культурология» («Эко-потенциал», 2016. № 4) показывают, какого выдающегося мыслителя - О.М. Меньшикова - в самом зените его творчества лишилась Россия и как не оценен на своей родине созидатель - в лице В.Г. Шухова. Идеи Меньшикова сейчас так же актуальны, как и в начале прошлого века: «Мы до то-

го увяли, что не слышно даже шепота о любви к Отечеству – самое понятие о народной гордости нам представляется дерзким. Почти забыты времена, когда внимание общества занимали героические легенды, сказания о подвигах предков, предания о силе, славе, величии своей Родины. Позабыты века, когда в кругу высоких понятий вырастали молодые поколения и мужественно брались за меч и плуг». Статья о Меньшикове – очень нужная сейчас статья. То же самое относится и к статье о В.Г. Шухове. Это наглядная иллюстрация того, насколько пострадало наше образование за время реформ, а также призыв к восстановлению системы подготовки кадров, в которой давались универсальные знания, а не строго прикладные и лимитированные, как сейчас во многих областях.

Канд. филол. н. Миронова Е.А. (Ростов-на-Дону).

В № 4 (16) 2016 «Эко–потенциал» с интересом прочитал статью о «великорусской идее» М. Меньшикова. Вопрос – чрезвычайно актуальный, но еще более трудно реализуемый, чем во времена выступления этого автора. Но... «в Россию надо только верить», как писал Тютчев, хотя и «не сложа руки». Статья работает на это.

Академик РАН Моисеев Н.А. (г. Пушкино Московской обл.).

**Требования**

к оформлению текстовых материалов, публикуемых в журнале «Эко-Потенциал»

1. Статьи должны содержать теоретические и практические (инновационные) разработки, являющиеся актуальными (востребованными) на современном этапе научного развития, либо представлять научно-познавательный интерес, соответствовать тематике журнала.

2. Размеры статей, включая приложения, не должны превышать 10 страниц для статей проблемного характера и 6 страниц - для сообщений по частным вопросам, на листах А4, шрифт Times New Roman, размер – 12 кегль, межстрочный интервал – 1,0. Поля со всех сторон 2,5 см; номер страницы ставится сверху. Заголовки таблиц помещаются над таблицей (нумеруется), названия рисунков – под рисунком (нумеруется).

3. В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:

- текст статьи на русском языке в электронной (в редакторе WORD) версии; по договоренности с редакцией дублирование на бумажном носителе не обязательно;
- сопроводительное письмо, оформленное на бланке соответствующего учреждения с рекомендацией к публикации, если предоставляемые материалы являются результатом работы, выполненной в этой организации.

4. Правила оформления статьи:

на первой странице указывается:

- универсальный десятичный код (УДК) – слева в верхнем углу;
- инициалы и фамилия автора (соавторов) – по центру, строчными буквами, курсивом;
- название статьи **строчными** буквами, отражающее её содержание – по центру;
- текст статьи.

К статье прилагаются:

- ключевые слова статьи (не менее десяти);
- аннотация до 10 строк.

Далее в той же последовательности на английском языке: автор, название статьи, ключевые слова и аннотация.

• К статье прилагаются сведения об авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail авторов (обязательно).

• В статье излагается современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных данных. Текст статей по естественнонаучной тематике необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: введение, цель и задачи, объекты и методы, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, заключение или выводы.

• В конце статьи приводится в алфавитном порядке список использованной литературы согласно ГОСТ 7.1-84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила оформления», озаглавленный как «Список использованной литературы».

Примеры:

Альберт Ю.В., Петрова Г.П. Библиографическая ссылка: справочник. Киев: Наукова думка, 1983. 247 с.

Анастасевич В.Г. О библиографии // Улей. 1811. Т.1. № 2. С. 14-28.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы / Под ред. С.Ф. Мартыновича. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1999. 199 с.

В тексте ссылка дается в скобках: (Альберт, Петрова, 1983; Философия культуры..., 1999).

• Иллюстрации к статье (при наличии) предоставляются в электронном виде включенными в текст, в стандартных графических форматах с обязательной подписанной подписью; таблицы предоставляются в редакторе WORD, формулы - в стандартном редакторе формул WORD, сокращаемые слова (аббревиатура, препараты, химические соединения и др.) при первом упоминании приводятся без сокращений.

5. На каждую статью обязательна рецензия, составленная доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензия заверяется печатью соответствующего учреждения (организации), подпись рецензента подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.

6. Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.

7. Публикация статей в журнале бесплатная, при условии оформления полугодовой подписки на журнал «Эко-Потенциал» в соответствии с количеством авторов. Плата с аспирантов за публикацию рукописей в журнале не взимается.

8. Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят институт рецензирования (экспертной оценки), по результатам которого принимается окончательное решение о целесообразности опубликования поданных материалов. **Редакционная коллегия имеет право сокращать принятые работы, уведомляя авторов, и производить редакционную правку текста, в основном, стилистическую и орфографическую. Но в ее обязанность не входит исправление недочетов, связанных с нарушением требований по оформлению рукописи, в частности, по оформлению ссылок на цитируемые источники и списка использованной литературы. В таких случаях редакция возвращает рукопись автору.**

9. За фактологическую сторону поданных в редакцию материалов юридическую и иную ответственность несут авторы.

10. Предоставляя редакции вместе со статьей свои персональные данные (Ф.И.О., фото, место работы, телефон, e-mail), автор тем самым выражает согласие на открытое опубликование этих данных и статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети интернет в соответствии с Федеральным законом «О персональных данных» от 27.07.2006 г.



Ответственный за выпуск доктор с.-х. наук, профессор В.А. Усольцев  
Компьютерная верстка и общий дизайн В.А. Усольцева  
Дизайн обложки Ю.В. Норициной

-----  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
Институт экономики и управления  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Тел. +7(343) 254-61-59  
Отпечатано с готового текста в типографии ООО «Издательство УМЦ УПИ»  
620049, Екатеринбург, ул. Мира, 17, офис 134.  
Подписано в печать 19.03.2017. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 17,9. Тираж 100 экз. Заказ № 6179. Цена свободная.  
-----