



Научно-популярный журнал

HAYKA W TEXHUKA

в Якутии

Nº 1 (38) 2020



и многое другое



Филиал Централизованной библиотечной системы— Библиотека «SMART 2.0.3», г. Якутск. Здание построено в 2019 г.

HAYKA II TEXHIIKA & AKYMUU

№ 1 (38) 2020

Научно-популярный журнал Издается с 2001 г. Выходит 2 раза в год



Учредители: Академия наук РС(Я), Якутский научный центр СО РАН, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Министерство образования и науки РС(Я)

СОСТАВ РЕДКОЛЛЕГИИ

Главный редактор

Шепелёв Виктор Васильевич, д.г.-м.н., проф., акад. АН РС(Я), Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск.

Заместители главного редактора:

Кершенгольц Борис Моисеевич, д.б.н., проф., акад. АН РС(Я), Академия наук РС(Я), г. Якутск; **Данилов Юрий Георгиевич**, к.г.н., Северо-Восточный федеральный университет

им. М. К. Аммосова (СВФУ), г. Якутск;

Салова Татьяна Александровна, к.б.н., Якутский научный центр СО РАН, г. Якутск.

Ответственные секретари

Алексеева Ольга Ивановна, к.т.н., доцент, Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск; **Григорьева Нюргуяна Сергеевна**, Якутский научный центр СО РАН, г. Якутск;

Члены редакционной коллегии:

Бескрованов Виктор Васильевич, д.г.-м.н., проф., СВФУ, г. Якутск;

Винокурова Лилия Иннокентьевна, к.и.н., Ин-т гуманитарных исследований и проблем

малочисленных народов Севера СО РАН, г. Якутск;

Галанин Алексей Александрович, д.г.н., Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск; Гоголев Анатолий Игнатьевич, д.и.н., проф., акад. АН РС(Я), Академия наук РС(Я), г. Якутск; Гриб Николай Николаевич, д.т.н., проф., акад. АН РС(Я), Нерюнгринский филиал СВФУ, г. Нерюнгри;

Григорьев Михаил Николаевич, д.г.н., Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск; **Десяткин Роман Васильевич**, д.б.н., Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск;

Заболотник Станислав Иванович, к.г.-м.н., Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск; Зырянов Игорь Владимирович, д.т.н., Ин-т «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА», г. Мирный;

Казарян Павел Левонович, д.и.н., проф., акад. РАЕН, г.н.с. СВФУ, г. Якутск;

Каширцев Владимир Аркадьевич, чл.-кор. РАН, Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука CO РАН, г. Новосибирск;

Козлов Валерий Игнатьевич, д.ф.-м.н., Ин-т космофизических исследований и аэрономии им. Ю. Г. Шафера СО РАН, г. Якутск;

Королева Ольга Валерьевна, к.г.-м́.н., Ин-т геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск. Кривошапкин Константин Константинович, к.б.н., Якутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Якутск;

Лепов Валерий Валерьевич, д.т.н., акад. АН РС(Я), Ин-т физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН, г. Якутск;

Махаров Егор Михайлович, д.филос.н., проф., акад. АН РС(Я), Якутский научный центр СО РАН, г. Якутск;

Миронова Светлана Ивановна, д.б.н., проф., Ин-т прикладной экологии Севера СВФУ, г. Якутск; **Находкин Николай Александрович**, к.б.н., ГКУ «Служба спасения РС(Я)», г. Якутск;

Неустроев Михаил Петрович, д.в.н., проф., Якутский научно-исследовательский ин-т сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова СО РАН, г. Якутск;

Охлопков Василий Егорович, д.соц.н., Высшая школа инновационного менеджмента при Главе РС(Я), г. Якутск; **Присяжный Михаил Юрьевич**, д.г.н., Министерство образования и науки РС(Я), г. Якутск;

Прокопьев Андрей Владимирович, к.г.-м.н., Ин-т геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск; Пудов Алексей Григорьевич, к.филос.н., Якутский научно-исследовательский ин-т сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова СО РАН, г. Якутск;

Соломонов Никита Гаврилович, чл.-кор. РАН, Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск; Сулейманов Александр Альбертович, к.и.н., Ин-т гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, г. Якутск;

Тананаев Никита Иванович, к.г.н., Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск; Христофоров Иван Иванович, к.т.н., Совет научной молодёжи ЯНЦ СО РАН, г. Якутск.

Журнал включен в «Реферативный журнал» и базы данных ВИНИТИ РАН.

Зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Республике Саха (Якутия).

Свидетельство о регистрации: ПИ № ТУ14-00493 от 20.07.2017 г.

Адрес редакции: 677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, 36, Институт мерзлотоведения СО РАН.

mag@mpi.ysn.ru; mpi@ysn.ru

Тел. 8 (4112) 33-47-80, 33-49-12, 33-56-59, 390-860

Адрес сайта журнала: http://st-yak.narod.ru

Подписной индекс журнала ПР695 в каталоге «Почта России». Вышедшие ранее номера журнала можно приобрести в редакции.

При перепечатке, переводе на иностранные языки, а также при ином использовании материалов журнала ссылка на него обязательна.

ISSN 1728-516X

© ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2020

B HOMEPE:

РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 3 Шкодзинский В. С. Вынос обломков земного ядра основными магмами
- 7 Сивцева Т. М., Осаковский В. Л. Геном якутского этноса

НАУКА - ПРОИЗВОДСТВУ

- 12 Чжан Р. В., Куницкий В. В., Павлова Н. А., Сыромятников И. И. О возобновлении геокриологического мониторинга на территории г. Якутска
- 18 Петров П. П., Степанова К. В., Данилов А. Д. Использование местного минерального сырья для развития металлургии в Якутии

МЕДИЦИНА И ЗДОРОВЬЕ

21 Петрова П. Г., Борисова Н. В., Слепцова С. С. Медицинская наука в СВФУ: история и современный вектор развития

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАНИЦА

26 Макаров В. Н. Гидрогеохимические аномалии цинка в р. Яне

ФИЛОСОФИЯ

31 Кожевников Н. Н. Прояснение основных понятий философии с точки зрения системы координат мира на основе предельных динамических равновесий

СВЯЗЬ ВРЕМЁН

- 35 Климовский И. В., Алексеева О. И. К истории создания Института мерзлотоведения СО РАН
- 39 Соколова М. Д., Павлова В. В., Семёнова Т. Н. 120 лет открытию синтетического каучука учёным-химиком И. Л. Кондаковым

К 75-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

- 43 Красильников А. Д., Кнуренко С. П. Красильников Дмитрий Данилович – воин, учёный, человек
- 49 Гаврилова М. К. Якутия во время войны

СОВЕЩАНИЯ, КОНФЕРЕНЦИИ, ЗАСЕДАНИЯ

56 Ефремова М. Д., Лепов В. В. Круглый стол, посвящённый 150-летию со дня рождения академика С. А. Чаплыгина

ЭТО ИНТЕРЕСНО

60 Лепов В. В. Ошибка Эйнштейна. Часть 2. Нейтронные звёзды и теория струн

ВЫДАЮЩИЕСЯ ДЕЯТЕЛИ НАУКИ И ТЕХНИКИ ЯКУТИИ

68 Шепелёв В. В. Эдуард Антонович Бондарев: талантливый учёный и неординарная личность

ЭТО АКТУАЛЬНО

- 71 Б. М. Кершенгольц. Взгляд на коронавирусную пандемию с позиций теории самоорганизации систем
- 79 Колосов П. Н. Соль земли якутской

ЗАНИМАТЕЛЬНОЕ КРАЕВЕДЕНИЕ

- 82 Находкин Н. А., Находкина Ф. Н. Река, которая впадает в два океана
- 88 Данилова Н. С., Борисова С. 3. Степи Центральной Якутии

НАШ ЛЕКТОРИЙ

91 Алексеев В. Р. Этот загадочный обыкновенный лёд

КОНКУРСЫ

99 Григорьева Н. С. Победители конкурса научно-популярных статей

МИР ВОКРУГ НАС

- 101 Турбина М. И. Страсти по бозону Хиггса. Часть 2. Долгий путь к бозону Хиггса.
- 110 УЧЁНЫЕ ШУТЯТ

НЕ НАУКОЙ ЕДИНОЙ

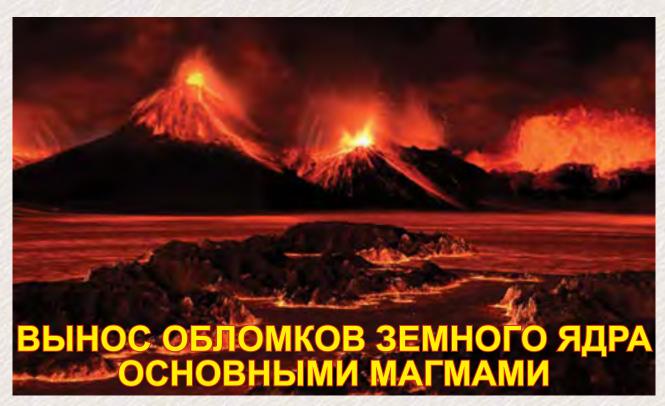
111 Вельмина Н. А. Мы, мерзлотоведы

РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ

114 Алексеев В. Р. Мерзлотовед – профессия редкая

НОВЫЕ КНИГИ Стр. 6, 30, 42, 48, 55, 59, 67, 70, 81, 87, 100, 110, 113

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ Стр. 11, 20, 25, 98



В. С. Шкодзинский DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-3-6



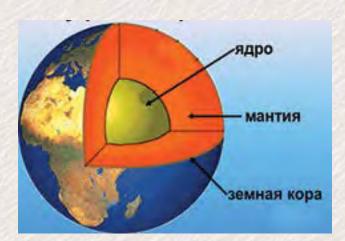
Шкодзинский, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

С древнейших времён люди пытались понять, что находится в земных недрах. По мере накопления геологических знаний выяснялось, что Земля неоднородна и имеет слоистое строение. Внешняя её часть сложена богатой кремнекислотой кристаллической корой, ниже расположена богатая магнием и железом мантия, на глубине более 2900 км начинается железное ядро (рис. 1). Кристаллическая кора доступна для изучения на древних щитах, где на земной поверхности обнажаются породы с изотопным возрастом до 3,8 млрд лет. О мантии можно судить по её обломкам, выносимым самыми глубинными кимберлитовыми магмами, и по скоростям распространения в ней сейсмических волн, возникающих при землетрясениях и специально проведённых искусственных взрывах.

По современным теоретическим представлениям, магмы зарождаются на глубине менее 200 км в результате отделения выплавок из расплавленных на 0,1–15 % пород, поэтому они не могут выносить вещество ядра. О его составе можно судить только по скоростям прохождения сейсмических волн. Оказалось, что эти скорости являются более низкими, чем в случае присутствия в ядре только железа. Поэтому возникает вопрос, какие другие элементы содержатся в нём?

Разрешение этого вопроса необходимо для выяснения природы гигантских сил, вызывающих движение континентов, образование горных цепей, извержение вулканов и протекание других масштабных геологических процессов. Высказывались самые различные, иногда невероятные предположения о составе ядра: о значительном содержании в нём кремнекислоты; о присутствии в нём летучих компонентов, которые постепенно выделяются из него и вызывают процессы плавления в мантии;

На фото вверху — извержение вулканов — проявление гигантской внутренней энергии Земли (https://webnewsite.ru/novoe-predpolozhenie-o-permskomvymiranii/)



Puc. 1. Внутреннее строение Земли по современным данным (http://www.myshared.ru/slide/1232753/)

о содержании в ядре антивещества, аннигиляция которого порождает гигантское тепловыделение и мощные геологические процессы [1].

Однако полученные в последние десятилетия данные опровергают постулат о возникновении мантийных магм в результате сепарации выплавок. Оказалось, что в экспериментах и в природных процессах выплавки не отделяются вследствие огромной вязкости слабо подплавленных пород. Как показали расчёты, за всю историю Земли (около 4,6 млрд лет) они способны всплыть в мантии на расстояние всего в первые миллиметры и поэтому не способны формировать магмы [2].

Ошибочной оказалась и господствовавшая гипотеза холодной гомогенной аккреции Земли. Особенности со-

отношения составов, изотопных возрастов и температур образования различных пород мантии и кристаллической коры однозначно свидетельствуют об их возникновении в результате кристаллизации глобального океана магмы (рис. 2), образовавшегося в результате импактного тепловыделения при аккреции [2]. Это тепловыделение было достаточным для разогрева вещества Земли до 34 000 °C [3]. Придонная часть магматического океана кристаллизовалась под влиянием роста давления и нагрузки новообразованных верхних частей. Осаждавшиеся кристаллы формировали мантию.

Резкая химическая неравновесность мантийных пород с металлическим железом указывает, что силикатные и железные частицы никогда не были перемешаны в земных недрах и, следовательно, аккреция была гетерогенной. Железное ядро сформировалось раньше мантии в результате быстрого объединения железных частиц протопланетного диска под влиянием магнитных сил, поскольку при небольшом размере частиц они были в миллиарды раз мощнее гравитационных.

При таком сценарии образования Земли различные магмы формировались не путём отделения выплавок, а в результате дифференциации магматического океана и последующего переплавления его дифференциатов под влиянием декомпрессии при их всплывании или фрикционного тепловыделения при пластическом течении пород в результате давления литосферных плит. Быстрое образование ядра с участием магнитных сил обусловило на тысячи градусов более высокую его температуру по сравнению с мантией. Поэтому оно постоянно её подогревает, разуплотняет и иногда вызывает всплывание наиболее лёгких частей (мантийных плюмов).

Такими частями являются тела затвердевших расплавов магматического океана, заполнившие импактные углубления на его дне. Они имели преимущественно основной (богатый кальцием и алюминием) состав и быстро затвердевали под влиянием роста давления при погружении в кратеры ниже дна магматического океана. В начале аккреции мантии импактные кратеры неизбежно достигали поверхности железного ядра, и заполнявшие их магмы включали его обломки (см. рис. 2). Как показывают расчёты, всплывание этих железосодержащих глубинных основных частей мантии (эклогитов и их ультравысокобарических аналогов) приводило к их декомпрессионному переплавлению и к выносу возникавшими основными магмами обломков (ксенолитов) железного ядра к земной поверхности.

Такие тела самородного железа в основных магматических породах впервые были описаны в прошлом веке Н. А. Нордшельдом в Гренландии [4]. Позже они были найдены в Германии и на Сибирской платформе. С позиций традиционных предположений о формировании магм путём отделения выплавок, их происхождение

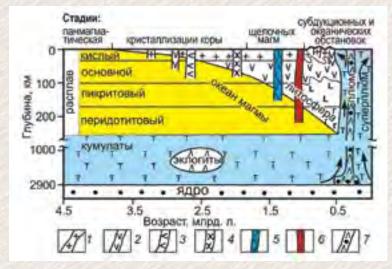


Рис. 2. Эволюция процессов образования геосфер и магматизма в истории Земли.

Подъём различных магм: 1 — кислых, 2 — основных, 3 — коматиитовых, 4 — рапакиви и автономных анортозитов, 5 — щелочно-ультраосновных, 6 — кимберлитовых, 7 — океанических и траппов, иногда с телами самородного железа

является неразрешимой загадкой. Иногда предполагается, что они возникли путём восстановления окислов железа основных магм под влиянием углеродного вещества осадочных толщ или в результате просачивания через мантию гипотетических потоков водорода и метана. Однако в местах присутствия самородного железа нет богатых углеродом осадочных пород. Там же, где эти породы есть, нет самородного железа [4]. Породы мантии сильно окислены, поэтому в них не может присутствовать значительного количества водорода и метана. Вследствие очень высокого давления в мантии не могут существовать открытые трещины и поры, необходимые для движения газов.

Образование тел самородного железа в основных породах путём захвата обломков ядра объясняет все его особенности. По химическому составу это железо близко к метеоритному. Судя по рассчитанным скоростям остывания вещества железных метеоритов (первые градусы за миллион лет), они являются обломками ядер малых планет радиусом в сотни километров [5]. Если самородное железо земных основных пород является обломками внешних частей ядра, то оно должно содержать меньше высокотемпературных конденсатов протопланетного диска и больше низкотемпературных по сравнению с железными метеоритами, так как низкотемпературные конденсаты преобладали во внешних поздних частях ядра вследствие гетерогенной аккреции Земли. Это полностью согласуется с результатами сравнения состава метеоритного и земного

Как показывает рис. 3, чем выше температура конденсации элемента, тем меньше его содержится в земном железе по сравнению с метеоритным. Так, наиболее высокотемпературных Оs и Ir (температура конденсации соответственно около 1327 и 1127 °C) в зем-

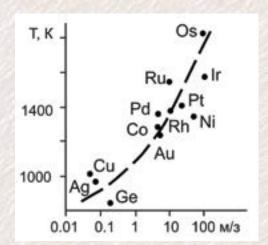


Рис. 3. Зависимость величины отношений наиболее распространённых содержаний сидерофильных элементов (максимумы на гистограммах) в метеоритном и земном железе (м/з) от температуры конденсации этих элементов (Т, К) в протопланетном диске. Пунктир — средняя линия корреляции

ном железе чаще всего содержится примерно в 100 раз меньше, чем в метеоритном. Содержание Au (с температурой конденсации около 927 °C) лишь примерно в 8 раз меньше. Количество относительно низкотемпературного Ag (около 850 K) чаще всего, наоборот, в 12 раз больше, чем в метеоритном. Эти данные полностью подтверждают принадлежность тел земного железа к внешней части ядра.

Вследствие гетерогенной аккреции Земли, содержание низкотемпературных конденсатов в мантии уменьшается, а высокотемпературных увеличивается от верхних поздних её частей к нижним ранним. Поэтому, если железосодержащие основные породы сформировались из вещества самых нижних частей мантии, то они должны содержать минимальное количество низкотемпертурных и максимальное количество высокотемпературных конденсатов. Это полностью согласуется с эмпирическими данными. Например, в Хунтуканском интрузиве Сибирской платформы среднее содержание низкотемпературного конденсата К₂О по 29 определениям равно 0,39 % [4], что в 2-3 раза меньше, чем в основных породах, не содержащих тела самородного железа.

Существенно ниже в железосодержащих основных породах количество натрия, фосфора и воды, поскольку они также являются поздними низкотемпературными конденсатами протопланетного диска. Но МgO содержится намного больше (в среднем 8,93 %) по сравнению с основными породами без самородного железа (6,60 %), так как этот компонент конденсировался во время ранних стадий аккреции мантии. Это подтверждает образование железосодержащих магм из вещества самых глубинных частей мантии, а тел железа — из вещества поздних внешних частей ядра. Большая (до десятков тонн) масса тел самородного железа также указывает на его захват из огромного ядра.

Полученные данные о происхождении тел самородного железа впервые позволяют на основании эмпирических данных оценить состав земного ядра и источник энергии мощных геологических процессов. Больше всего (до 4,02 %) в самородном железе содержится углерода [6]. Затем следуют Со (до 1,22 %), Си (до 0,97 %), Ni (до 0,74 %). Содержания других элементов составляют первые десятые — сотые доли процента. Эти данные указывают на то, что пониженная скорость распространения сейсмических волн в земном ядре обусловлена содержанием примесей многих, а не одного элемента.

В самородном железе отсутствуют минералы радиоактивных элементов и следы аннигиляции антивещества, поэтому высокая температура ядра и конвекция в мантии обусловлены не термоядерными процессами, а связаны с быстрой аккрецией ядра с участием мощных магнитных сил. Быстрая аккреция резко сократила удельные потери импактного тепла на излучение в космическое пространство и обусловила на тысячи градусов большую его температуру по сравнению с позже возникшей мантией. Однако подогрев

Результаты фундаментальных исследований

её ядром сначала не приводил к возникновению в ней конвекции, так как в ранней мантии существовал обратный геотермический градиент [2], т. е. температура с глубиной уменьшалась, а не возрастала, как в настоящее время. Это связано с постепенным ростом доли импактного тепла, расходовавшегося на нагрев вещества Земли при аккреции вследствие укрупнения падавших тел и уменьшения доли потерь импактного тепла на излучение.

Судя по резкому возрастанию интенсивности протекания геологических процессов, конвекция в мантии началась около 1,1 млрд лет назад. В то время начали возникать глубокие океаны, высокие горные цепи и происходить процессы, которые в геологической науке принято называть тектоникой литосферных плит. Таким образом, постепенное накопление эмпирических геологических данных позволяет реконструировать, казалось бы, самые загадочные, недоступные для непосредственных наблюдений процессы в недрах нашей планеты.

Список литературы

- 1. Пучков, В. И. «Великая дискуссия» о плюмах: так кто же всё таки прав? / В. И. Пучков // Геотектони-ка. 2009. № 1. С. 3—22.
- 2. Шкодзинский, В. С. Генезис литосферы и алмазов. Модель горячей гетерогенной аккреции Земли / В. С. Шкодзинский. Saarbrūcken. Palmarium Academic Publishing, 2015. 687 с.
- 3. Рингвуд, А. Е. Происхождение Земли и Луны / А. Е. Рингвуд. М. : Недра, 1982. 294 с.
- 4. Платформенное металлообразование в базитах / Б. В. Олейников [и др.]. Якутск : Изд. ЯФ СО АН СССР, 1985. 188 с.
- 5. Додд, Р. Т. Метеориты петрология и геохимия / Р. Т. Додд. М.: Мир, 1986. 382 с.
- 6. Самородное железо в долеритах Айхальского силла (первая находка в Якутии) / М. Д. Томшин [и др.] // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. № 3. С. 39—44.

НОВЫЕ КНИТИ



Куликов, И. М. Суперкомпьютерное моделирование гидродинамических объектов в задачах астрофизики / И. М. Куликов. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2020. — 170 с.

В книге разработаны основные гидродинамические модели, используемые для описания эволюции астрофизических объектов и происходящих в них процессах. Подробно описаны численные методы решения уравнений гидродинамики и их верификация на классических задачах. Особое внимание уделено реализации численных методов с использованием всех популярных технологий параллельного программирования. Основное содержание книги заканчивается примерами решения задач. Также приведена справочная информация по технологиям MPI и OpenMP.

Книга будет полезна как студентам старших курсов, специализирующимся на направлении прикладной математики, так и специалистам, много лет работающим в области вычислительной астрофизики.



Захаров, Пётр Иванович. Сердце единственное / П. И. Захаров ; научный редактор Е. Е. Егорова; литературный редактор М. А. Решетникова; рисунки автора. – Якутск : Көмуөл, 2020. – 216 с.

Пётр Иванович Захаров, основатель якутской школы хирургии сердца, в данном издании делится своими знаниями о наиболее распространённых заболеваниях сердца и методах хирургического лечения.

Книга предназначена широкому кругу читателей, также может быть полезна для практикующих врачей, преподавателей, студентов и историков здравоохранения.

ГЕНОМ ЯКУТСКОГО ЭТНОСА

Т. М. Сивцева, В. Л. Осаковский DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-7-11



Татьяна Михайловна Сивцева,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра Медицинского института Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова (СВФУ), г. Якутск



Владимир Леонидович Осаковский,

кандидат биологических наук, главный научный сотрудник Научно-исследовательского центра Медицинского института СВФУ, г. Якутск

Развитие современной генетической науки невозможно представить без изучения полных нуклеотидных последовательностей генома человека в разных группах населения мира. Эти исследования необходимы для рассмотрения особенностей структуры генома и его различий между популяциями, выявления новых мутаций, связанных с заболеваниями, предрасположенностью к ним и особенностями действия лекарств в организме конкретного пациента. Современные технологии полногеномного секвенирования позволяют прочитывать всю последовательность генома человека, а компьютерная биоинформационная обработка облегчает анализ больших генетических данных. Такие исследования открывают новые возможности в развитии персонализированной медицины для отдельных популяций и внедрения геномных технологий в практику здравоохранения.

В 2015 г. стартовал проект «Российские геномы», целью которого является создание базы данных полногеномных последовательностей не менее трёх тысяч человек – представителей разных этнических и региональных групп Российской Федерации. Одним из первых были расшифрованы геномы представителей якутского этноса [1]. В настоящей статье представлены основные результаты первого этапа проекта.

Структура молекулы геномной ДНК

Генетический материал человека — это 23 пары хромосом (кариотип диплоидной клетки), одна из которых достаётся от отца, а другая — от матери и составляют в сумме 46 хромосом. Следовательно, геном человека представляет гаплоидный набор хромосом (22 соматические хромосомы и одну половую хромосому Y или X). Генетическим материалом хромосомы является молекула ДНК, при этом общее число нуклеотидов на гаплоид² составляет 3,2 миллиарда. В кариотипе он равен соответственно 6,4 миллиардам. Набор всех генов, содержащихся в кариотипе, называется геном (клетки или человека).

Генетическая информация человека закодирована в молекуле ДНК с помощью последовательности нуклеотидов (всего их четыре: аденин (A), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (T)) и может быть записана в буквенном виде - АГЦТТЦАААГГГ... Уникальное сочетание тройки нуклеотидов (триплетный код) кодирует определённую аминокислоту, из которой синтезируется последовательность аминокислот, складываясь в специфическую структуру молекулы белка. Белки являются важнейшими компонентами организма, обеспечивающими его рост, построение и развитие.

Генетическая информация редких случаях может быть подвержена изменениям, связанным с перестройкой структуры молекулы ДНК. Существуют несколько путей возникновения таких изменений: 1) в ходе биологического процесса рекомбинации (межмолекулярный обмен отдельными участками); 2) во время синтеза новой молекулы ДНК; 3) при химическом и физическом воздействии. При этом не все перестройки молекулы ДНК связаны с нарушением генетической информации и патогенными последствиями для организма. Тип структурных изменений имеет большое значение в формировании разнообразия фенотипов организмов, их адаптационного потенциала и соответственно здоровья человека.

¹ Соматическая хромосома (аутосома) (autosome, от греч. autos – сам и soma – тело) – неполовая хромосома, например, любая из двадцати двух неполовых хромосом генома человека.

² Гаплоид (от греч. haploos — одиночный, простой и eidos – вид) – организм (клетка, ядро) с одинарным (гаплоидным) набором хромосом.

Результаты фундаментальных исследований

Одно из самых распространённых изменений молекулы геномной ДНК - это однонуклеотидные замены (SNP). Они обеспечивают индивидуальные генетические отличия людей, являются одним из механизмов адаптационного процесса и эволюции организмов. Подсчитано, что у человека SNP встречаются с частотой один на 600-1000 пар нуклеотидов генома, при этом общее число SNP на один геном может достигать 5-10 миллионов, составляя менее 1 % всего генома. Показано, что в геноме близлежащие SNP в молекуле ДНК наследуются совместно, формируя гаплотип3. Это свойство генома позволило разработать карту гаплотипов генома человека с маркерными SNP. На основе подобной карты разработаны ДНК-чипы с максимальным количеством этих маркеров. С их помощью анализируются частота ассоциации патологического SNP-гаплотипа в группе больных и контролей. Доля патологических SNP в геноме человека невелика, но их частота может варьироваться в зависимости от этноса и географии проживания. С ними в значительной степени ассоциируются заболевания и клиническая чувствительность к лекарствам, вакцинам и другим химическим агентам. Идентификация таких SNP важна для персонализированной медицины. В Якутии, например, к известным доминантным патогенным SNP относятся спастическая параплегия (DNM2, pR719W) [2], энзимопеническая метгемоглобинемия (DIA1, pro269leu) [3] и другие.

Вторым наиболее распространённым типом перестройки геномной молекулы ДНК являются вставки и делеции⁴ (Indels). Ими могут быть отдельные нуклеотиды или более протяжённые участки молекулы ДНК (короткие – менее 1000 нуклеотидов и длинные – до нескольких тысяч). Эти структурные изменения молекулы ДНК в пределах области гена приводят к сокращению или удлинению длины гена и соответственно к потере функции гена.

Некоторые SNP и Indels в отдельности или вместе могут быть причиной болезни. В Якутии к ним относятся ряд хорошо известных доминантных патогенных форм: спиноцеребеллярная атаксия (ген SCA1, экспансия CAG-повторов) и миотоническая дистрофия (ген DMPK, экспансия СТG-повторов). Клиника сложных заболеваний, например, бокового амиотрофического склероза (БАС) может определяться SNP или Indels. Так 1–3 % спорадических случаев болезни БАС связаны с точечными мутациями в гене SOD1, ещё 5 % или более вызваны интронными вставками гексануклеотидных повторов в гене C9ORF72 [4].

Вариации в числе копий фрагментов ДНК размером с ген (CNV) и сегментарные дупликации (SD) приводят к значительному удлинению молекулы ДНК. Эти структурные изменения представляют собой источник генетических вариаций, влияющих на дозировку гена

и пенетрантность конкретного фенотипа (или болезни), а также на количество больных из числа носителей патогенного гена в популяции. Большие редкие хромосомные делеции и дупликации создают потенциал в процессах адаптивной селекции, а также могут быть причиной патологии (нарушения развития нервной системы, проявляющиеся ассоциацией с интеллектуальными расстройствами) [5, 6].

Структурная и функциональная характеристика молекулы ДНК-генома представителей якутского этноса по результатам полногеномного секвенирования

Эти исследования были выполнены сотрудниками Центра геномной биоинформатики им. Ф. Добржанского Санкт-Петербургского государственного университета при поддержке мегагранта РНФ (№ 17-14-01138) и гранта Минобрнауки (№ 17.6344.2017/8.9) и сотрудников Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова в 2016—2018 годах [1]. Анализировались 60 образцов геномной молекулы ДНК добровольцев, из них 42 образца — это представители русского населения городов Пскова и Новгорода и 18 образцов якутского этноса. В проекте использовался сбор образцов по схеме «семейное трио», т.е. родители и их взрослый ребенок, что позволило провести более точную обработку данных SNP при идентификации структуры гаплотипа.

Анализ структурных изменений SNP и Indels выявил в среднем около восьми миллионов SNP и два миллиона Indels в расчёте на популяцию. Из них 3-4 % считаются новыми при сравнении с мировой базой данных SNP. При этом число перекрывающихся SNP и Indels у якутских образцов ниже, чем у населения Пскова и Новгорода. Подобная тенденция сохраняется и в отношении длинных Indels. Это говорит об уникальности состава Indels в каждом геноме.

По результатам исследований CNV и SD в образцах ДНК были выявлены сегменты уникальных областей дупликации размером 1,9 миллионов пар нуклеотидов у новгородцев, 1,6 миллионов пар – у псковичан и до 3,0 миллионов пар нуклеотидов – у якутов. Образцы молекул ДНК представителей якутского этноса имеют более длинные участки сегментарной дупликации и соответственно характеризуются большим числом представленных генов (157 генов в дуплицированных областях молекулы ДНК). Выявлено обогащение генов ферментами сериновых протеиназ⁶ в этих участках. Широкая субстратная специфичность этих ферментов позволяет им участвовать в таких важных контролируемых физиологических процессах организма, как активация каскада белков свёртывания крови, активация белков системы комплемента иммунитета и созревание

³ Гаплотип (сокр. от «гаплоидный генотип») — совокупность аллелей на локусах одной хромосомы, обычно наследуемых

⁴ Делеции (от лат. deletio — уничтожение) — хромосомные перестройки, при которых происходит потеря участка хромосомы. Делеция может быть следствием разрыва хромосомы или результатом неравного кроссинговера.

⁵ Пенетрантность (генетика популяций) — показатель фенотипического проявления аллеля в популяции.

⁶ Протеиназы – ферменты из класса гидролаз, которые расщепляют пептидную связь между аминокислотами в белках.

Результаты фундаментальных исследований

белковых гормонов, что может способствовать повышению адаптационных свойств организма северян.

При оценке средней длины протяжённых гомозиготных областей якутские образцы показали более длинные гомозиготные области с минимальной SNP-вариацией по сравнению с образцами из Пскова и Новгорода, что свидетельствует о событии генетического дрейфа в историческом прошлом этноса, при котором древняя популяция с большим разнообразием генофонда подвергалась селекции с формированием нового генофонда, более бедного по разнообразию генотипов, обеспечивающего, однако, лучшее приспособление его носителей к выживанию в существующих природно-климатических условиях. С другой стороны, популяция с обеднённым генетическим разнообразием более подвержена накоплению «вредных» генов.

В научной литературе для общей характеристики популяции выделяют ряд генов-маркеров, являющихся объектами естественного отбора. В нашем случае это гены-маркеры, связанные с адаптацией к диете, климату и УФ-излучению (МСМ6, SLC45A2, DHDDS). Эти гены относятся к категории генов сложных антропометрических признаков и участвуют в полигенной селекции при

адаптивном процессе. Частоты генов-маркеров могут сильно различаться в разных популяциях в зависимости от факторов селективного давления из-за различий в окружающей среде, с которыми сталкиваются люди.

Анализ специфических аллелей маркерных генов популяции показал, что якутские образцы молекул ДНК в своей эволюционной истории сохранили европейские маркеры (4% населения – толерантность к лактозе, 7 % наследуют светлую кожу, 4 % устойчивы к пигментному ретиниту), что свидетельствует об их контакте и смешении в прошлом с северо-восточными европейцами (рис.1).

В каждом этносе среди здоровых представителей с разной степенью распространённости выявляются носители рецессивных⁸ форм генов, при этом спектр патологических генов специфичен для каждого этноса. Результаты анализа основных медицински значимых вариантов рецессивных аллелей в молекуле геномной ДНК показали, что здоровые представители якутского этноса могут быть носителями рецессивных генов, связанных с деформацией зрительного органа (астигматизм) или изменением цвета глаз (альбинизм), диабетической болезнью почек, сосудистой патологией, связанной с отложением солей кальция и нейродегенеративной патологией, проявляющейся слабостью и атрофией

мыщц конечностей. Частота распространения этих рецессивных аллелей среди населения Якутии составляет соответственно 0,46; 0,21; 0,71; 0,18; 0,1.

Проведён анализ частоты 18 генов-маркеров, связанных с повышенной восприимчивостью или устойчивостью к инфекционным заболеваниям или их лечению в сравнительном исследовании с Европейскими (EUR), Восточно-Азиатскими (EAS) и Южно-Азиатскими (SAS) популяциями (рис. 2). В этнических популяциях из Пскова и Новгорода эти маркеры показывают частоты, близкие к ожидаемым в европейской популяции. За редкими исключениями, некоторые гены показывают значительные различия частоты в популяции. Уникальным является факт, что якутские образцы по частоте аллелей-маркеров, ассоциированных с фенотипами инфекционных заболеваний, выявленных полногеномным исследованием ассоциаций (GWAS), более сходны с популяцией Южной Азии (SAS), а по вариантам, полученным при анализе отдельных генов, связанных с повышенной восприимчивостью или устойчивостью к специфическим фенотипам инфекционных заболеваний, не похожи ни на одну контрольную группу.

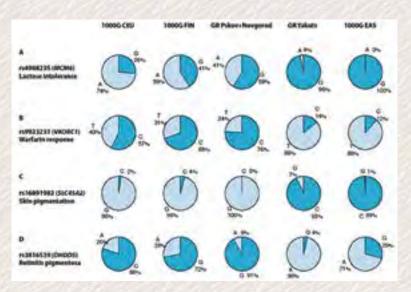


Рис.1. Частота полиморфных аллелей четырёх маркерных генов у популяции якутов (GR Yakuts) в сравнении с другими евразийскими этническими группами: европейцами (1000G CEU), финнами (1000G FIN), популяциями Пскова и Новгорода вместе взятыми (GR Pskov+Novgorod) и восточноазиатскими (1000G EAS) (1000G – данные проекта «1000 геномов»).

A – SNP rs4988235 в гене MCM6, связанном с непереносимостью лактозы взрослого типа; В – SNP rs9923231 в гене VKORC1, связанном с ответом на лекарство варфарин; С – SNP rs16891982 в гене SLC45A2, связанном с более светлой пигментацией кожи; D – SNP rs3816539 в гене DHDDS, связанном с пигментным ретинитом

⁷ Гомозиготный генотип – генотип, в котором оба аллеля, полученные от отца и от матери, одинаковы.

⁸ Рецессивный аллель – аллель, продукт которого проявляется только в гомозиготном состоянии. При наследовании в гетерозиготной форме доминантная аллель подавляет рецессивную.

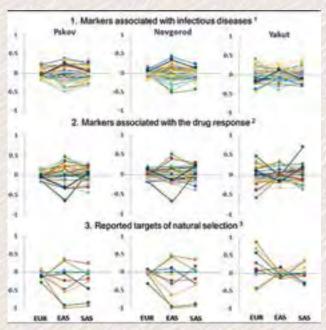


Рис. 2. Различия в аллельной частоте российских популяций по сравнению с современными евразийскими популяциями по функциональным генетическим вариантам, связанным с инфекционными заболеваниями (1), фармакогеномикой (2) и по генам-маркерам естественного отбора (3). EUR — европейские, EAS — восточно-азиатские, SAS — южно-азиатские популяции, представленные в базе «1000 геномов»

Аналогичные исследования были проведены и для сравнения частоты фармакогенетических биомаркеров в этих трёх популяциях. Индивидуальная чувствительность к лекарственным средствам, в том числе к другим ксенобиотикам, связана с эффективностью инактивации и выведения их из организма, где основная роль отводится ферментам. Различные варианты генов ферментов определяют разную степень эффективности инактивации конкретного средства. Индивиды с наследственно ослабленным генотипом инактивации ксенобиотиков подвержены повышенному риску развития побочных явлений.

На рис. 2 представлены результаты исследований на эффективность 19 лекарственных средств, применимых к конкретным патологиям. Как и ожидалось, результаты анализов представителей Пскова и Новгорода тесно сгруппировались с данными европейской популяции. Имеются так же заметные отклонения по эффективности лечения в каждой популяции, что представляет интерес для практических врачей.

В целом, якутская популяция демонстрирует существенное отклонение от всех популяций из базы данных (EUR, EAS и SAS) для генов, связанных с инфекцион-

ными заболеваниями и фармакогеномикой, но более плотную кластеризацию выбранных аллелей с EAS. Население Западной России сгруппировалось с остальной частью европейцев, в то время как якуты кажутся более похожими на своих непосредственных соседей из Восточной Азии. Однако, как было отмечено выше, в случае инфекционных заболеваний якуты более схожи с популяцией Южной Азии (SAS) или не схожи ни с одной из EUR, EAS или SAS-групп (что очень удивительно). Это может быть следствием адаптационной селекции кластера генов, обеспечивающих выживаемость организма в экстремальных природно-климатических условиях Якутии. Особенности клиники и сходство по специфическим фенотипам инфекционных заболеваний с населением Южной Азии могут говорить о том, что этот кластер генов якуты унаследовали от древних людей, населявших Западно-Сибирскую равнину. В геноме древних людей этот кластер генов мог закрепиться в результате гибридизации в прошлом с Денисовским человеком – вымершим подвидом человека, обитавшим на Алтае 40 000 лет назад. В геноме населения Южной Азии обнаружено около 5 % генов генома Денисовского человека.

Филогенетический анализ молекул ДНК якутских образцов

На большом филогенетическом древе, сконструированном на основе парного выравнивания примерно 3,8 миллионов гомологичных SNP, наибольший интерес для нас представляет Восточно-Азиатский регион Сибири, который выделяется как отдельная монофилитическая ветвь, указывающая на изоляцию и ограниченный поток генов. Из более древнего ответвления филогенетического древа региона произошли потомки эвенков, эвенов, саха и нганасан. Эта ветвь выходит за пределы другой более поздней ветви, составленной из алтайцев, бурят и монголов. Несмотря на дивергенцию на уровне общего гаплотипа, обе группы тесно связаны (рис. 3).

Следует отметить, что Западно-Сибирская равнина, ограниченная Уральскими горами на западе и р. Енисеем на востоке, Карским морем на севере и предгорьями Алтая на юге, является исторической родиной древних гоминид неандертальцев и денисовцев, а позднее Homo Sapience - протоиндоевропейцев. Об этом свидетельствуют археологические находки человека Ист-Ишима (возраст ДНК 45 тыс. лет), Мальты (24 тыс. лет) и Афоновой горы (17 тыс. лет). Анализ ДНК современного человека выявляет наследование следов генома этих древних людей, что указывает на генетическую преемственность аборигенов Сибири. Так, генетические исследования показывают значительную долю генома древнего человека Ист-Ишима (до 38 %) у представителей сибирских и восточно-азиатских популяций [7]. Реконструкция генетической истории сибирских и северо-восточных европейских популяций раскрывает

⁹ Монофилия определяется как происхождение группы организмов от общего предка в результате эволюционной дивергенции (расхождения) на самостоятельные группы.

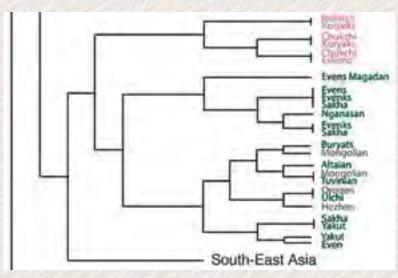


Рис. 3. Филогенетическая ветвь сибирских популяций

сложную картину потока генов древних людей в историческом прошлом из Сибири в Северо-Восточную Европу (возможно, неоднократную) и указывает на его значительную роль в формировании генома современных аборигенов Западной Сибири (манси, ханты, ненцы) и северо-восточных европейцев (коми, карелы, северные русские) [8]. Особенностью этого потока генов является смешение его на севере с геномами северо-восточных аборигенов (в основном, саха) и более ранних мигрантов. Анализ образцов ДНК современных представителей северо-восточных этносов на степень смешения с использованием метода оценки этого показателя в популяционной генетике и структуры популяции на модели смеси двух источников (этносов), представители саха хорошо моделируются как смесь эвенов и эвенков с небольшой европейской примесью.

Исследования показывают, что исторической родовой территорией сибирских этносов, в том числе и восточно-сибирских, является Западно-Сибирская равнина [8], особенно её южный регион — Алтай (ворота в Сибирь), куда направлялись миграционные волны так называемого «Южно-Азиатского маршрута» — популяции ранних Homo sapience, а позднее — популяции протоиндоевропейцев и среднеазиатских прототюрков. Расщепление и асимметричная миграция североевропейцев и прототюрского якутского этноса произошли примерно 7 тыс. лет назад в этом регионе. С этой равнины древние евразийские популяции людей

мигрировали по Оби и Енисею в Северо-Восточную Европу, на Север, по притоку р. Енисей (Нижняя Тунгуска) на Вилюй и в Центральную Якутию, а по степной зоне – на восток (оз. Байкал).

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ 2020-2022 гг. (проект FSRG-2020-0016 «Широкогеномные исследования генофонда коренного населения арктического побережья Якутии»).

Список литературы

- 1. Genome-wide sequence analyses of ethnic populations across Russia / D.V. Zhernakova, V. Brukhin, S. Malov, et.al. // Genomics. 2020. v.112. P. 442-458. Doi.org/10.1016/j.geno.2019.03.007.
- 2. Adult-onset autosomal dominant spastic paraplegia linked to a GTPase-effector domain mutation of dynamin 2 / N. Sambuughin, L.G. Goldfarb, T.M. Sivtseva, et al. // BMC Neurol. 2015. 15 (1): 223. doi: 10.1186/s12883-015-0481-3.
- 3. Пузырёв, В. П. Наследственные болезни у якутов / В. П. Пузырёв, Н. Р. Максимова // Генетика. — 2008. — Т. 44, № 10. — С. 1308—1314.
- 4. Clinico-pathological features in amyotrophic lateral sclerosis with expansions in C9ORF72 / J. Cooper-Knock, C. Hewitt, J.R. Highley, et.al. // Brain. 2012. 135(Pt 3). P. 751-764 doi: 10.1093/brain/awr365.
- 5. Genetic Copy Number Variation and General Cognitive Ability / AK MacLeod, G Davies, A Payton, et al. // PLoS ONE 2012. 7(12): e37385. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037385.
- 6. Beckmann J.S. Copy number variants and genetic traits: closer to the resolution of phenotypic to genotypic variability / J.S. Beckmann, X. Estivill, S.E. Antonarakis // Nat. Rev. Genet. 2007. 8. P. 639-646. https://doi.org/10.1038/nrg2149.
- 7. Reconstructing genetic history of Siberian and Northeastern European populations / H.M.Wong, A. Khrunin, L. Nichols, et al. // Genome Research. 2017. 27(1). P. 1-14. DOI: 10.1101/gr.202945.115.
- 8. Between lake Baikal and the Baltic Sea: genomic history of the gateway to Europe./ Petr Triska, Nikolay Chekanov, Vadim Stepanov et all. // BMC Genetic. 2017. 18 (suppl 1):11.

ЯРХИВ МУФРЫХ МЫСЛЕЙ

Нельзя допустить, чтобы совершенно необходимая специализация затмила более широкое видение эволюции и взаимосвязи всех наук. Чем больше наука входит в нашу жизнь, тем более её надо очеловечить.

Ж. Сартон





Рудольф Владимирович Чжан,

доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории инженерной геокриологии Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН), г. Якутск



Виктор Владимирович Куницкий,

доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории общей геокриологии ИМЗ СО РАН

Мониторинговые исследования вечной мерзлоты на территории г. Якутска начались в конце XX в. По инициативе городской администрации в 1992 г. проведение геоэкологического мониторинга поручили Институту мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук (ИМЗ СО РАН). На территории города было выбрано 30 ключевых участков, где проводились комплексные геокриологические, гидрогеологические, гидрологические и геохимические наблюдения. Результаты докладывались на заседаниях научно-технического совета, сущест-



Надежда Анатольевна Павлова,

кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией подземных вод и геохимии криолитозоны ИМЗ СО РАН

Р. В. Чжан, В. В. Куницкий, Н. А. Павлова, И. И. Сыромятников DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-12-17

вующего при администрации города, и на двух научно-практических конференциях (1995, 1997 гг.). По материалам проведённого мониторинга территория города была объявлена «зоной градосферно-геокриологической чрезвычайной ситуации», причём долина Туймаада в целом была отнесена к зоне «критического экологического загрязнения» (Распоряжение главы администрации г. Якутска от 22 июля 1997 г.).

На основе проведённого геоэкологического мониторинга была разработана «Концепция системы инженерной защиты территории г. Якутска



Игорь Иннокентьевич Сыромятников,

кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории общей геокриологии ИМЗ СО РАН от подтопления и развития опасных криогенных процессов» (авторы: Ф. Е. Попенко, А. П. Таяхов, В. В. Шепелёв [1]). В 1998 г. этот документ был представлен руководству города. К сожалению, из-за отсутствия финансирования, дальнейшего развития он не получил. Учитывая важность затронутой проблемы, ИМЗ СО РАН на собственные средства и по сокращённой программе всё же продолжил геокриологические наблюдения в Центральной Якутии. Это дало возможность выявить здесь на глубине 10–30 м рост среднегодовой температуры многолетнемёрзлых грунтов на 0,1÷ 0,3 °C [2].

В начале XXI в. завершилась работа по составлению Кадастра разведочных выработок, пройденных ранее 1965 г. на территории г. Якутска [3]. Для оценки реакции вечной мерзлоты на изменения современного климата возникла идея об оперативном геокриологическом мониторинге. 11 июня 2008 г. эта идея получила отражение в Протоколе № 13 Совета по науке и технической политике при Президенте Республики Саха (Якутия), а 6 августа 2008 г. целесообразность оперативного геокриологического мониторинга в г. Якутске была подтверждена Распоряжением № 22-р Министерства строительства и промышленности строительных материалов РС(Я). Проведение оперативного геокриологического мониторинга было согласовано с проектировщиками и строителями г. Якутска.

22 декабря 2008 г. Президент Республики Саха (Якутия) В. А. Штыров провёл в ИМЗ СО РАН рабочее совещание Правительства РС (Я) о контроле за состоянием фундаментов и грунтов под жилыми и общественными зданиями. Решением этого совещания Институту мерзлотоведения СО РАН было поручено начать научно-исследовательские работы по организации и проведению геокриологического мониторинга на территории г. Якутска. 9 февраля 2009 г. В. А. Штыров утвердил Перечень НИР, имеющих государственную финансовую поддержку, в который был включён проект геокриологического мониторинга. В марте 2009 г. Министерством науки РС(Я) был объявлен открытый конкурс в отношении проекта НИР «Организация и проведение геокриологического мониторинга на территории города Якутска». Период выполнения этих работ ограничивался тремя годами (2009–2011 гг.). Общий объём финансирования данного проекта составил одиннадцать миллионов восемьсот тысяч рублей.

Рабочая программа проекта предусматривала выполнение на территории г. Якутска комплекса научных исследований, в который вошли следующие блоки: проведение геотермического, геоморфологического, мерзлотно-литологического, мерзлотно-гидрогеологического, мерзлотно-геохимического и геофизического мониторинга; исследование динамики мерзлотных ландшафтов; проведение мерзлотной съёмки; инженерногеологическая оценка территории; анализ экологической информации и составление геокриологической карты.

Исполнители понимали, что изучение теплового и механического взаимодействия инженерных сооружений с мёрзлыми, протаивающими и талыми грунтами в основании каждого здания является трудноразреши-

мой задачей (сегодня в Якутске насчитывается свыше 37 тыс. зданий и сооружений). В связи с этим было решено проводить геокриологический мониторинг по нескольким направлениям. Так, согласно одному из них, планировалось регулярно отслеживать протекающие со временем изменения взаимодействия элементов конкретной строительной конструкции с грунтами основания. Считалось, что судить о таких изменениях следует по данным инженерно-геокриологических изысканий, главным объектом которых является конкретная инженерная конструкция или её структурный элемент, заметно изменяющийся со временем под воздействием объективных и субъективных внешних факторов.

Другое направление — геокриологический мониторинг ландшафтов, формирующихся на сезоннопромерзающих и сезоннопротаивающих грунтах. Проведение подобного мониторинга было нацелено на выявление изменений, происходящих в структуре ключевых участков, отражающих отдельные природно-территориальные комплексы на территории г. Якутска. При этом грунты таких участков рассматривались в качестве главных объектов геокриологического мониторинга.

Программа геокриологического мониторинга включала в себя выполнение следующих задач:

- оценка роли новейших колебаний климата в преобразовании структуры и теплового состояния грунтов;
- выявление влияния процессов достаточно длительной (более 300 лет) урбанизации, которые со временем изменяли строение сезоннопротаивающих и сезоннопромерзающих грунтов на территории г. Якутска.

Программой проекта предусматривалось внедрение новейших систем в практику проводимых круглогодичных геотермических измерений. Были рассмотрены пути их автоматизации и возможности использования Интернета для сбора и передачи скважинных данных, получаемых «в режиме реального времени».

Созданная система оперативного мониторинга насчитывала в своей структуре 65 ключевых участков. Они были выбраны на разных элементах рельефа, обеспечены разрезами разведочных скважин колонкового бурения и в основном представляли собой урбанизированные ландшафты исследуемой территории. Об их местоположении позволяет судить представленная в Интернете карта [4]. Мониторинговые скважины на данной карте показаны красными пунсонами. Каждый из них, по легенде карты, рассматривается как «пункт наблюдений».

Результаты исследований, выполненных с использованием системы геокриологического мониторинга, были своевременно переданы заказчикам — Министерству науки и Министерству строительства РС(Я). Они изложены в трёх книгах научного отчёта «Организация и проведение геокриологического мониторинга на территории муниципального образования «Город Якутск»» [4]. Позже данные этого мониторинга неоднократно публиковались в научных презентациях и докладах [5–15]. Кроме того, они были отражены в трёх кандидатских диссертациях [16–18].

Объём научной информации, по которой проводился анализ состояния вечной мерзлоты на территории

г. Якутска, включает в себя данные многих замеров. Так, количество скважинных мерзлотно-геотермических измерений, проведённых только с декабря 2010 г. по июль 2011 г. исполнителями рассматриваемого проекта, достигал почти 130 тысяч.

Результаты геокриологического мониторинга в МО «Город Якутск» были представлены также в виде геокриологических карт масштаба 1:25 000 на отдельные участки города. Эти карты и другие данные проведённого мониторинга позволили предложить ряд рекомендаций научного и практического характера.

Продолжение научных исследований с использованием системы геокриологического мониторинга

В 2012-2015 гг. существующая в г. Якутске скважинная система геокриологического мониторинга использовалась для оценки реакции криолитозоны на современные изменения климата. Это стало возможным благодаря поддержке, полученной в июне 2012 г. со стороны Президента РС(Я) Е. А. Борисова. Однако изза недостаточного финансирования, ремонт и восстановление нарушенных узлов мониторинговой системы провести не удалось. В ограниченном объёме проводились геоморфологические наблюдения на ключевых участках по программе мерзлотной съёмки. Основное внимание уделялось измерению температуры пород по буровым скважинам, т.е. геокриологический мониторинг на территории г. Якутска имел в эти годы признаки геотермического мониторинга. Проведение его позволило установить, что вследствие современных изменений климата температура мёрзлых пород в старой части территории г. Якутска на глубине 10 м повысилась на 1-2, а местами даже на 3 °C.

Поднятый сотрудниками ИМЗ СО РАН вопрос о создании службы геокриологического мониторинга на всей территории Республики Саха (Якутия) получил отражение в соответствующих руководящих документах. Указами Президента Республики Саха (Якутия) В. А. Шты-

рова от 05.12.2008 (№ 712) и от 20.08.2012 (№ 1599) Е. А. Борисова было создано Управление государственного строительного и жилищного надзора. Это учреждение (далее – «Управление») было призвано вести мерзлотный контроль в ходе строительства и эксплуатации зданий и сооружений на территории РС(Я).

Позднее был принят Закон Республики Саха (Якутия) № 2006-3 № 1571-V «Об охране вечной мерзлоты в Республике Саха (Якутия)». Он предписывает проводить мониторинг вечной мерзлоты и её геотехнический мониторинг, причём последний понимается как «комплекс работ, основанный на натурных

наблюдениях за температурным состоянием грунтов оснований, гидрогеологическим режимом, за перемещением конструкций фундаментов возводимых, реконструируемых и эксплуатируемых сооружений». Эти работы должны были проводиться на протяжении «всего жизненного цикла объектов», а состав и объём геотехнического мониторинга вечной мерзлоты, согласно этому Закону, определяются Правительством Республики Саха (Якутия).

Что касается мониторинга вечной мерзлоты, то к нему относятся геокриологические наблюдения, проводимые «исполнительными органами государственной власти Республики Саха (Якутия)», а также повторные наблюдения на специализированных геокриологических стационарах и полигонах научных организаций.

Большой вклад в проведение мерзлотного контроля при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в Республике Саха (Якутия) вносит вышеупомянутое Управление госстройнадзора. Его трудовой коллектив создал и постоянно обновляет базу данных о состоянии многолетнемёрзлых грунтов оснований фундаментов зданий и сооружений на всех строящихся объектах Республики Саха (Якутия), в том числе и г. Якутска. На основе собранной информации сотрудниками этого управления составлена цифровая геокриологическая карта. Фрагменты её в геоинформационной системе ArcGis показаны на рис. 1–3.

О содержании, ремонте, расширении и модернизации существующей системы геокриологического мониторинга

Созданная на территории г. Якутска в 2009—2011 гг. система геокриологического мониторинга существует до сих пор. Однако сегодня она имеет гораздо меньшие масштабы. К настоящему времени на ряде ключевых участков этой системы наблюдаются различные повреждения (рис. 4).

Как показывают представленные снимки, некоторые участки созданной системы характеризуются от-



Рис. 1. Фрагмент цифровой геокриологической карты территории г. Якутска (данные Управления госстройнадзора РС(Я))



Рис. 2. Фрагмент цифровой геокриологической карты микрорайона № 203 г. Якутска (данные Управления госстройнадзора РС(Я))

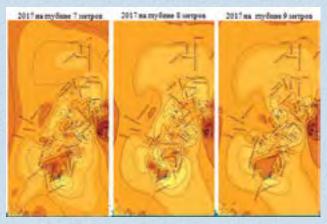


Рис. 3. Распределение температуры грунтов на различных глубинах в г. Якутске, 2017 г. (данные Управления госстройнадзора РС(Я))

сутствием мониторинговых скважин, необходимых для продолжения геокриологических наблюдений. Ясно, что для этого требуется проходка новых скважин колонковым бурением. Следует отметить, что сейчас насчитывается 10 таких участков. Плановое бурение в них одна из наиболее дорогостоящих операций.

После 2015 г. из-за отсутствия целевого финансирования содержать рассматриваемую мониторинговую систему стало весьма затруднительным. В результате были приостановлены работы по текущему и профилактическому ремонту отдельных её элементов, расширению с выбором новых ключевых участков и проходкой наблюдательных скважин на них. Весьма острой является проблема модернизации контрольно-измерительной аппаратуры в существующей системе геокриологического мониторинга.

Решение указанных проблем тормозится из-за определения балансодержателя данной системы. Вопрос этот не разрешён до сих пор, хотя ИМЗ СО РАН провёл оценку всех узлов этой системы и в 2012-2013 гг.



Рис. 5. Многолетняя изменчивость средней годовой температуры воздуха в г. Якутске, °С (чёрная линия — средняя скользящая; красная линия — тренд)





Рис. 4. Извлечение электронных термометров из деформированной обсадки мониторинговых буровых скважин в 203 микрорайоне г. Якутска проводит м.н.с. ИМЗ СО РАН М. В. Данзанова. Фото А. В. Литовко

представил паспорта всех мониторинговых скважин и справки об их остаточной стоимости. Однако передача мониторинговых скважин администрации г. Якутска до сих пор не произведена. Система, по сути, оказалась бесхозной и ежегодно уничтожается.

Возобновление геокриологического мониторинга на территории МО «Город Якутск»

Необходимость возобновления в г. Якутске геокриологического мониторинга диктуется в основном двумя обстоятельствами: 1) изменением современного климата и его влиянием на грунты оснований городских сооружений и окружающих площадей (рис. 5, 6); 2) техногенным прессингом, выражающимся в постоянных протечках и других авариях коммуникаций, а также обводнением и подтоплением территории, наледеобразованием и иным воздействием на грунты оснований зданий г. Якутска (рис. 7).

Проблема возобновления геокриологического мониторинга может быть решена, если она вновь окажется в



Рис. 6. Средняя годовая температура многолетнемёрзлых пород на участке расположения «Шахты Шергина».

Фото И. И. Сыромятникова



Рис. 7. Техногенная наледь под главным корпусом ЯТЭЦ (февраль 2013 г.). Фото А. Л. Лобанова

поле зрения администрации г. Якутска и Правительства РС(Я), так как только эти органы могут обеспечить финансирование мониторинговых исследований.

Организация мониторинга на намывных территориях г. Якутска

Особое внимание следует обратить на важность организации геокриологического мониторинга на намывных территориях г. Якутска. В настоящее время ИМЗ СО РАН и ЯкутПНИИС по поручению Министерства строительства РС(Я) разработали программу организации и проведения геокриологического мониторинга в 202 и 203 кварталах г. Якутска. Цель этой программы — обеспечение устойчивости и безопасности строительных объектов на намывных грунтах в криолитозоне.

В настоящее время материалы мерзлотно-гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на территориях 202 и 203 кварталов территории г. Якутска рассредоточены в разных организациях (ЯкутПНИИС, Управление госстройжилнадзора Республики Саха (Якутия), ООО НВЦ «Геотехнология», ИМЗ СО РАН). Создание единой базы данных позволит систематизировать разрозненные результаты наблюдений, выполнить углублённый анализ полученных материалов, объективно оценить степень их достоверности, а также выявить факторы, которые следует учитывать при дальнейшем строительстве на подобных грунтах. Единая база данных будет основой и для составления инженерно-геокриологической карты исследуемых территорий и для составления обоснованного прогноза изменений строительных свойств намывных и подстилающих грунтов, рассматриваемых в качестве оснований зданий и сооружений с учётом использования различных типов фундаментов и принципов строительства. На основе данных геокриологического мониторинга важно составление инженерно-геокриологической карты масштаба 1:10 000 на цифровой основе. Она должна содержать ряд обязательных «слоёв», характеризующих литологический состав, льдистость и влажность поверхностных отложений, несущую способность грунтов, температуру и глубину сезонного

оттаивания и промерзания грунтов, распространение водоносных горизонтов, криогенные процессы.

Следует иметь в виду, что территории 202 и 203 кварталов г. Якутска характеризуются сложными инженерно-геокриологическими условиями. Намывной массив представляет собой высокотемпературную песчаную толщу, в основании которой циркулируют подземные воды. Совместное влияние здесь техногенных, геокриологических, гидрогеологических и климатических факторов может способствовать негативным проявлениям в природно-технической системе, в частности, деформациям объектов инженерной инфраструктуры. Для оценки достоверности опережающих геокриологических прогнозов и управления состоянием намывного массива необходимо владеть достаточной информацией об изменении влажности грунтов, их плотности, пористости, температуры и деформационных характеристик. Инструментом их изучения должна стать оптимизированная сеть пунктов опробования грунтов и режимных наблюдений. При её создании следует заложить геотермические скважины, совмещённые (спаренные) с гидрогеологическими. Использование режимных геофизических исследований (георадиолокация, электротомография, импеданс) позволит проследить изменение мерзлотно-гидрогеологических условий и физических свойств намывной песчаной толщи по разрезу (до глубины 30 м) и в плане, т. е. получить двумерные и трёхмерные геоэлектрические профили грунта. Бурение скважин должно сопровождаться отбором проб для исследований водно-физических свойств и механического состава грунтов. Гидрогеологические наблюдательные скважины должны перекрывать талую зону полностью.

В процессе геотехнического мониторинга должна осуществляться оценка деформации зданий. Определение осадок фундаментов необходимо проводить с точностью нивелирования II класса. Осадочные марки следует устанавливать не только по периметру зданий, но и под зданиями.

Ожидаемые результаты при возобновлении геокриологического мониторинга на территории г. Якутска просматриваются в составлении цифровых геокриологических карт. Эти карты дадут возможность судить в режиме «онлайн» о мерзлотно-грунтовых условиях исследуемой территории и позволят разрабатывать более обоснованные практические рекомендации по строительству и эксплуатации сооружений.

В заключение следует отметить, что идею продолжения геокриологического мониторинга на территории МО «Город Якутск» поддержал и на своих заседаниях Высший инженерный совет РС(Я) и Научно-технический совет при главе городского округа «Город Якутск». На этих заседаниях были сделаны доклады по восстановлению системного геокриологического мониторинга в г. Якутске. В решениях обоих советов были высказаны следующие предложения:

 проработать и принять программные решения по созданию системы геокриологического мониторинга территории ГО «Город Якутск» с использованием современных цифровых и геоинформационных технологий;

- решить вопрос об определении балансодержателя существующей системы геокриологического мониторинга на территории г. Якутска и об источниках финансирования работ по его возобновлению;
- инициировать разработку нормативного документа (Свода правил) по проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на намывных территориях в районах распространения многолетнемёрзлых грунтов;
- придать Управлению государственного строительного и жилищного надзора Республики Саха (Якутия) функции уполномоченного органа по геокриологическому контролю в Республике Саха (Якутия) с соответствующим расширением штатного расписания;
- в рамках государственного заказа Республики Саха (Якутия) на НИОКР определить тему и заказать НИР по изучению динамики геокриологических процессов на территории ГО «Город Якутск».

Список литературы

- 1. Таяхов, А. П. Концепция системы инженерной защиты территории г. Якутска от подтопления и развития опасных криогенных процессов / А. П. Таяхов, Ф. Е. Попенко, В. В. Шепелёв. Якутск, 1995. 39 с.
- 2. Скрябин, П. Н. Развитие наблюдательной сети термического мониторинга криолитозоны в Центральной Якутии / П. Н. Скрябин // Криосфера Земли. 2001. Т. 6, № 3. С. 56—62.
- 3. Граве, Н. А. Кадастр разведочных выработок на территории города Якутска, пройденных ранее 1965 года: отчёт о результатах научно-исследовательских работ 2000-2003 гг. по теме «Региональные геокриологические исследования»: в 3 томах, 5 книгах / Н. А. Граве [и др.] // Фонды ИМЗ СО РАН. Якутск, 2003.
- 4. http://map.yakadm.ru/#/app/app/tp/geoportal/task/5 28bef5a7cb641c8b02ada1fd4504c88.
- 5. Куницкий, В. В. Организация и проведение геокриологического мониторинга на территории муниципального образования «Город Якутск». Система геокриологического мониторинга : заключительный отчёт о результатах научно-исследовательских работ по государственному контракту № 758: в двух томах / В. В. Куницкий, И. В. Дорофеев, Я. И. Торговкин // Фонды ИМЗ СО РАН. — Якутск, 2011. — Т. 1. — 133 с.
- 6. Куницкий, В. В. Реакция вечной мерзлоты урбанизированной территории на глобальные изменения климата / В. В. Куницкий, И. И. Сыромятников // Вопросы географии. Сб. 142: География полярных регионов. — М.: Издательский дом «Кодекс», 2016. — С. 279—290.
- 7. Куницкий, В. В. Отклик теплового состояния мёрзлых грунтов на глобальное изменение климата / В. В. Куницкий, И. И. Сыромятников // Прикладные экологические проблемы г. Якутска: сб. научных трудов. Новосибирск: Наука, 2017. С. 84—93.
- 8. Макаров, В. Н. Геохимические особенности техногенных отложений в городе Якутске / В. Н. Макаров, Н. В. Торговкин // Криосфера Земли. 2018. Т. 22, № 3. С. 27—39.

- 9. Сыромятников, И. И. Строение и температурный режим донной разновидности культурного слоя на территории г. Якутска / И. И. Сыромятников, В. В. Куницкий // Материалы XI Международного симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения: тезисы докладов, г. Магадан (Россия), 5—8 сентября 2017. Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017. С. 330-331.
- 10. Сыромятников, И. И. Многолетнемёрзлые породы на территории г. Якутска / И. И. Сыромятников [и др.] // Прикладные экологические проблемы г. Якутска: сб. научных трудов. Новосибирск: Наука, 2017. С. 24—32.
- 11. Сыромятников, И. И. Особенности температурного режима намывных песков микрорайона № 202 г. Якутска / И. И. Сыромятников, В. В. Куницкий // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, 15—20 апреля 2018 г. Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2018. Т. 2. С. 282—285.
- 12. Чжан, Р. В. Аварийные объекты инженерной инфраструктуры и организация геокриологического мониторинга на территории г. Якутска / Р. В. Чжан, В. В. Куницкий, И. В. Дорофеев // Материалы совместной научной сессии АН РС(Я) и Администрации ГО «Город Якутск». Якутск: ООО Изд-во «Сфера», 2009. С. 27—33.
- 13. Шац, М. М. Городская инфраструктура г. Якутска (современное состояние и пути повышения надёжности) / М. М. Шац // Наука и образование. 2011. № 4. С. 28—35.
- 14. Сыромятников, И. И. Особенности динамики температуры грунтов на территории г. Якутска / И. И. Сыромятников, И. В. Дорофеев // Наука и образование. 2014. № 4. С. 42—45.
- 15. Павлова, Н. А. Геоэкологическая обстановка на урбанизированной территории Центральной Якутии / Н. А. Павлова, М. В. Данзанова // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 1. С. 71—76.
- 16. Торговкин, Н. В. Геохимические особенности техногенных грунтов криолитозоны на примере территории г. Якутска: автореферат дис... кандидата геолого-минералогических наук. Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017. 21 с.
- 17. Сыромятников, И. В. строение и температура основания урбанизированных ландшафтов криолитозоны: на примере территории города Якутска: автореферат дис... кандидата геолого-минералогических наук. Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017. 20 с.
- 18. Заболотник, П. С. Формирование температурного режима грунтов оснований зданий крупных и теплоэнергетических объектов в криолитозоне: на примере Якутской ТЭЦ: автореферат дис... кандидата геолого-минералогических наук. Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2018. 23 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ В ЯКУТИИ

П. П. Петров, К. В. Степанова, А. Д. Данилов DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-18-20



Пётр Петрович Петров, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН — обособленного подразделения ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» (ИФТПС СО РАН), г. Якутск



Ксения Валерьевна Степанова, научный сотрудник ИФТПС СО РАН, г. Якутск



Александр Дмитриевич Данилов, ведущий инженер ИФТПС СО РАН, г. Якутск

Средневековое якутское кузнечное ремесло имеет южное происхождение, т.е. ещё до прибытия на Среднюю Лену якуты в верховьях р. Лены, в Прибайкалье и Приангарье были приобщены к железному делу. Уже тогда наши предки имели высокоразвитое железоделательное ремесло по изготовлению предметов вооружения и хозяйственного обихода.

В XVIII в. кованые изделия (якоря, гвозди, скобы, полозья и т. п.), изготовленные мастерами рудных дел и кузнецами Тамгинского железного завода из Буотамской железной руды, использовались для снаряжения участников Второй Камчатской экспедиции Витуса Беринга (1733-1743 гг.). Якутские изделия отличались повышенной прочностью и износостойкостью по сравнению с аналогичными предметами, привезёнными из европейской части Российского государства. Впоследствии выяснилось, что повышение свойств местных изделий происходило благодаря особому минеральному и химическому составу марганцовистых бурых железняков Ленского рудного поля Центральной Якутии. Тамгинский железный завод (1735-1756 гг.) на заре индустриальной эпохи был первым промышленным предприятием Российского государства, продукция которого предназначалась исключительно для восточной части страны. Железные изделия распространялись от западных границ Якутии до самых восточных окраин России, что способствовало их промышленному освоению [1].

Несмотря на древний опыт якутской чёрной металлургии (с XVII в.), на территории современной Якутии металлургическое производство не получило должного развития. Этот факт объясняется многими причина-

ми, основными из которых являются следующие: 1) отдалённость республики от крупных регионов России с развитой промышленностью; 2) очень слабая транспортная инфраструктура; 3) относительно ограниченная потребность в металлургической продукции народного хозяйства; 4) слабый энергетический потенциал для развития металлургического производства; 5) низкий уровень разведанности месторождений железной руды с точки зрения оценки запасов, глубины залегания, качества, доступности, рентабельности добычи и т.п.

Несмотря на перечисленные причины, в настоящее время на территории Якутии начинают разворачиваться территориально-производственные комплексы с собственной металлургической базой, в частности, Южно-Якутская металлургическая компания. Использование природно-легированной железомарганцевой руды и получение на её основе нового поколения высокопрочных, хладостойких сталей, повышающих надёжность и эффективность эксплуатации машин и механизмов в условиях Севера, позволит при создании собственного производства обеспечить потребности горно-обогатительной промышленности, ЖКХ и других отраслей народного хозяйства Республики Саха (Якутия).

В связи с реализацией проектов по добыче и переработке минерального сырья, а также с завершением строительства железной дороги Беркакит — Якутск особую остроту приобретают вопросы применения высокопрочных хладостойких сталей различного назначения, изготавливаемых на основе железомарганцевых руд или с использованием марганцовистых концентратов. На территории Якутии, например, разведаны месторождения железных руд (Дёсовское,



Рис. 1. Основные месторождения железных руд Якутии, пригодные для промышленного освоения:

1 – Таёжное (магнетитовое); 2– Дёсовское (магнетитовое); 3 – Тарыннахское (железорудное); 4 – Горкитское (железорудное)

Таёжное, Горкитское, Тарыннахское, (рис. 1.), железомарганцевых (Буотамское), железотитановых руд, а также редких и редкоземельных металлов (Томторское). Это позволяет рассчитывать на создание на территории РС(Я) собственной металлургической базы, опирающейся на местное сырье и практически независимой от внешних поставок.

Институтом физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН – обособленным подразделением ФИЦ ЯНЦ СО РАН совместно с ведущими институтами Российской Федерации на протяжении последних 15 лет ведутся научно-исследовательские работы по изучению технологических качеств железомарганцевых руд, расположенных на территории Ленского рудного поля (Центральная Якутия) [2, 3].

Железорудные месторождения Якутии, учитывая геохимическую особенность региона, имеющего

повышенный фон редких и редкоземельных элементов, являются очень перспективными для разработки специальных сталей. Особый интерес представляют месторождения железа, имеющие уникальный состав руды и шлакообразующих минералов. Для проведения экспериментальных исследований процессов прямого восстановления и экспериментальной апробации, получения новых хладостойких, износостойких и высокопрочных конструкционных сплавов, вполне пригодны железомарганцовистые, а также природно-легированные руды Ленского рудного поля, в частности из рудопроявлений «Лютенге» и «Куртанг».

При проведении экспериментальных работ использовано оборудование Центра коллективного пользования ФИЦ ЯНЦ СО РАН. Для выявления химического состава руды и сплава применён рентгенофлуоресцентный спектрометр SRS 3400 (Германия). Механические испытания проведены на универсальной электромеханической машине Zwick Z600E (Германия). Твёрдость сплава измерена на твердомере отечественного производства ТК - 2М. Снимки поверхности разрушения получены на электронном сканирующем микроскопе Hitachi ТМ 3030 (Япония).

Оксидный состав обогащённой руды из изучаемых рудопроявлений представляет собой модифицирующую смесь, состоящую из оксидов: титана - 0,13 %; ванадия – 0,0065 %; алюминия – 5,8 %, а также редкоземельных металлов, присутствующих в виде оксида иттрия -0,0033 %, оксида церия - 0,02 %, европия - 0,018 %. В составе руды содержатся оксиды щелочноземельных металлов кальция 0,336 % и стронция - 0,027%, суммарное содержание которых равняется 0,363 %, что способствует эффективному раскислению расплава в процессе его кристаллизации, при этом продукт раскисления в виде оксидов всплывает в шлак. Следует заметить, что для сталей северного исполнения рекомендуется применять модифицирование малыми добавками (от 0,06 % до 1,5 %): алюминия, титана, ванадия, никеля, а также РЗМ с суммарным содержанием до 0,05 %.

Из данной природно-легированной руды по специальной, разработанной нами методике, выплавлен сплав, механические свойства и способ испытания которого представлены в таблице и на рис. 2.

Как видно из таблицы, прочностные свойства нового сплава на 10÷12 % превышают свойства приведённого

Механические	ceoucmea	выплавленного сплава

Режим	$\sigma_{_{\! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! \! $	$\sigma_{_{\!\scriptscriptstyle B}}$	δ	Ψ	HRB
термомеханической	(предел текучести)	(предел прочности)	(отн. удлинение)	(отн. сужение)	(твердость
обработки	[МПа]	[МПа]	[%]	[%]	по Бринеллю)
*	618	915	6	11	71
**	482	773	8	17	66
Аналог Ст.70; Ст. 75 Конструкционная рессорно-пружинная сталь	430	730	9	30	59

где: I^* – без термообработки; II^{**} – режим термообработки образца: высокий отпуск в вакууме при T = 700 °C, t = 2 часа, затем остывание в печи.

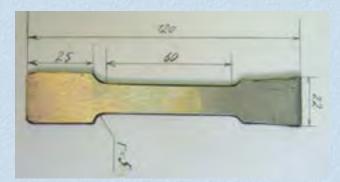


Рис. 2. Образец для испытаний на растяжение из сплава, выплавленного из руды Ленского рудного поля, в частности, из рудопроявления «Куртанг»

аналога, но по пластическим свойствам незначительно уступают ему.

Результаты химического анализа свидетельствуют о наличии в составе сплава никеля (0,022 %), алюминия (0,098 %), хрома (0,014 %), марганца (0,008 %), редкоземельных элементов (0,116 %) и др. Как известно, при небольшом содержании этих элементов понижается порог хладноломкости сплавов.

Таким образом, можно отметить, что сплав обладает повышенным уровнем хладостойкости, механических свойств и трещиностойкости, пониженным уровнем сегрегаций атомов примесных элементов в границах зёрен за счёт оптимизации микролегирующего комплекса и термической обработки, что обеспечивает высокую эксплуатационную надёжность и долговечность оборудования, температура эксплуатации которого может достигать —60 °C.

На рис. З представлена поверхность разрушения образца после статического одноосного растяжения при комнатной температуре. Разрушение имеет вязко-хрупкий характер, где преобладает доля хрупкой составляющей с фасетками скола, охватывающая до 70 % площади, о чём свидетельствует наличие множественных сколов с ручьистыми узорами. Участки вязкого разрушения с ямочным рельефом составляют 25 ÷ 30 % от общей площади разрушения. Средний размер зерна примерно 10 микрон.

В заключение следует сказать, что в области разработки новых металлических материалов и технологических процессов их производства сплавы системы «Fe – Mn» занимают особое место. Легированные сплавы, созданные на основе системы «Fe – C – Mn», обладают высокой прочностью при низких температурах, повышенной коррозионной стойкостью, а также удовлетворительными динамическими характеристиками.

Предложены новые поколения среднелегированных сталей, которые обладают хорошей технологичнос-

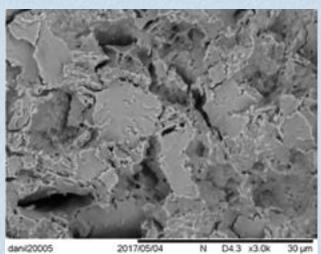


Рис. 3. Поверхность разрушения образца после статического одноосного растяжения при комнатной температуре, подвергнутого термическому отжигу

тью и рекомендованы для изготовления высокопрочных ответственных литых деталей. Разработанные технологии восстановления руд Ленского рудного поля для выплавки хладостойких сталей, в частности, предложенные химические составы, будут способствовать значительному сокращению себестоимости металлопродукции в Республике Саха (Якутия) и повышению работоспособности горнодобывающей техники, работающей в экстремальных условиях криолитозоны.

Список литературы

- 1. Подъячев, Б. П. Как мы искали Тамгинский железный завод / Б. П. Подъячев, Т. В. Бикбаева, В. А. Амузинский // Наука и техника в Якутии. 2003. № 1. С. 54—59.
- 2. Слепцов, О. И. Исследование физико-механических основ создания высокопрочных и хладостойких сплавов северного исполнения с применением местной комплексно-легированной РЗМ железомарганцовой руды / О. И. Слепцов, Б. С. Ермаков, П. П. Петров // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 9. С. 51—58.
- 3. Слепцов, О. И. Разработка высокопрочных и хладостойких сплавов с применением руд Ленского рудного поля / О. И. Слепцов, Б. С. Ермаков, П. П. Петров // Инновационная деятельность предприятий по исследованию, обработке и получению современных материалов и сплавов : сб. докладов II Международной научной конференции, Орск, ОГТИ (24-25 ноября 2011 г.). М. : Машиностроение, 2012. Т. 1. С. 444—453.

ЯРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Закон, живущий в нас, называется совестью. Иммануил Кант

МЕДИЦИНСКАЯ НАУКА В СВФУ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ



Пальм<mark>ира Ге</mark>орг<mark>иевна</mark> Петрова,

доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной и патологической физиологии Медицинского института Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова (СВФУ), действительный член Академии наук РС(Я), г. Якутск



Наталь<mark>я Владимир</mark>овна Борисова,

доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной и патологической физиологии Медицинского института СВФУ, г. Якутск



Снежа<mark>на Спи</mark>ридоновна Слепцова,

доктор медицинских наук, заведующая кафедрой инфекционных болезней, фтизиатрии и дерматовенерологии Медицинского института СВФУ, г. Якутск

П. Г. Петрова, Н. В. Борисова, С. С. Слепцова DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-21-25

Открытие высшего медицинского образования в стенах Якутского госуниверситета (с 2012 г. – СВФУ) в далёком 1957 г. определило не только научно-обоснованные подходы в обеспечении деятельности практического здравоохранения, но, в первую очередь, дало возможность развивать медицинскую науку на территории, отличающейся своими экстремальными природными особенностями для проживания человека.

Комиссией медицинской географии Географического общества СССР коллективу молодого факультета были рекомендованы три научных направления для изучения проблем здоровья человека на Севере:1) медико-географическое изучение территории Севера; 2) проблемы акклиматизации человека на Севере; 3) нозогеография наиболее распространённых заболеваний в ЯАССР.

Исходя из этих рекомендаций, первые научные исследования преподавателей университета были направлены на изучение широко распространённых в то время в Якутии патологий, названных краевыми. К

ним относились туберкулёз, болезни органов пищеварения, ревматизм, альвеококкоз и эндемический зоб, патология беременности, вилюйский энцефалит, холодовая травма, гипертоническая болезнь, атероклероз и др.

К концу 70-х – началу 80-х годов ХХ в. появились первые доктора медицинских наук из числа преподавателей молодого факультета. Хотелось бы добрыми словами вспомнить научную деятельность якутского учёного с мировым именем, крупного организатора здравоохранения Прокопия Андреевича Петрова. Он впервые описал неизвестное в мире заболевание ЦНС, которым страдало якутское население, и назвал его «вилюйский энцефалит» по территории ареала развития этой тяжёлой патологии. По данной теме им в 1964 г. была защищена кандидатская диссертация. Прокопий Андреевич является основоположником научной школы якутских неврологов и нейрохирургов (рис. 1). Ученики его достойно несут эстафету наследия в изучении не только вилюйского энцефаломиэлита, но и других наследственных



Рис. 1. Министр здравоохранения ЯАССР доц. П. А. Петров (в центре) с коллегами к.м.н. А. С. Григорьевым и доц. Я. П. Бакычаровым на VI Всесоюзном симпозиуме «Биологические проблемы Севера. Адаптация человека к условиям Севера» (г. Якутск, 1974 г.)

патологий нервной системы, изучая их на молекулярно-генетическом уровне и используя современные учебно-научные лаборатории нейропсихофизиологии и геномной медицины. В 2021 г. вся медицинская общественность республики отметит 100-летний юбилей Прокопия Андреевича Петрова.

К числу звёзд первой величины в развитии медицинской науки в Якутском госуниверситете хотелось бы отнести заслуженного врача ЯАССР и РСФСР, к.м.н., первого заведующего курсом дерматовенерологии Л. А. Львова (рис. 2). Лев Афанасьевич занимался очень интересной и актуальной до настоящего времени темой – долголетием коренного населения. Тот факт, что в экстремальных, социально необустроенных условиях жизни населения, Якутская республика по долгожительству занимала одно из первых мест, интересовал геронтологов всей Рос-

сии. Л. А. Львов обозначил роль особенностей образа жизни и питания, своеобразной организации труда на выживаемость организма. В настоящее время развитие молекулярной генетики позволяет проводить фундаментальные исследования в области изучения активного долголетия и разработки технологий по предотвращению раннего старения человека, живущего в экстремальных северных условиях.

В первые годы развития медицинской науки в республике огромное практическое признание получили труды Д. М. и Т. И. Крыловых, М. В. Ищенко в области фтизиатрии, К. Ф. Гольберга, М. В. Ханды в области педиатрии, Р. А. Петрова и его учеников в лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта. Большой вклад в организацию исследований и во внедрение в практическое здравоохранение полученных результатов внесла



Рис. 3. Первый декан медицинского факультета ЯГУ, д.м.н., проф. В. С. Семёнов (слева) и д.м.н., проф. Д. М. Крылов (60-е годы XX в.)



Рис. 2. Заслуженный врач ЯАССР и РСФСР, к.м.н., доц., первый заведующий курсом дерматовенерологии Л. А. Львов (1903–1978 гг.)

зам. декана по научной работе ЯГУ с 1965 по 1978 г. доцент А. И. Соловьёва.

В годы становления факультета большая роль принадлежит учёным, приглашённым на работу из центральных вузов (рис. 3).

Следующий этап научных исследований был направлен на изучение механизмов адаптации человека к особенностям проживания в условиях сурового Севера. Большую помощь в проводимых исследованиях оказали учёные СО РАМН, известные академики В. П. Казначеев, К. Р. Седов, Н. Р. Деряпа, Ю. П. Луценко и др.

По материалам многочисленных совместных экспедиций проводились научные конференции и симпозиумы всероссийского и регионального уровней. В 1974 г. в Якутске впервые был проведён научный форум международного уровня — VI Всесоюзный симпозиум «Биологические проблемы Севера. Адаптация человека к условиям Севера». На этом

и на последующих форумах рассматривались вопросы единого методического подхода к проведению экспедиционных исследований, выбору стратегически важных направлений, к интеграции и объединению усилий учёных разных специальностей с целью обоснования мед<mark>ико-биологической концепции освоения Сев</mark>ера д<mark>ля</mark> максимального сохранения здоровья человека. Особое внимание было обращено на патологии, вызываемые развитием состоян<mark>ия «синдром полярного напряже-</mark> ния» в процессе акклиматизации приезжего населения к новым экстремальным природным условиям. Был выявлен характерный для северян «полярный метаболический тип» с преобладанием жирового энергетического обмена с высокой концентрацией как атерогенных фракций липопротеидов, так и с высоким содержанием антиатерогенной фракции липопротеинов.

Надо отметить, что в последнее время произошли коренные изменения и в социально-бытовых условиях, характере трудовой деятельности и в типе питания коренного населения Севера. Сегодня на кафедре внутренних болезней и общеврачебной практики под ру<mark>ководством проф. Е. С. Кылбановой реализуется</mark> научно-исследовательский проект «Метаболический синдром и хронические неинфекционные заболевания среди жителей Якутии». Стало понятно, что переходы от белково-липидного к углеводно-белковому типу питания, от размеренного образа жизни к быстрым ритмам жизнедеятельности, от работы в природных условиях к работе на промышленных предприятиях и в офисах, действуют как сильные стресс-факторы. К этим дискомфортным условиям, в связи с развитием горнодобывающей промышленности, присоединились нарушения естественных экосистем и антропогенное загрязнение окружающей среды токсичными химическими элемента<mark>м</mark>и. Эти токсические вещества, став загрязнителями почвы и речных вод, через биоту, растительность и

питьевую воду оказывают негативное воздействие на здоровье жителей промышленно осваиваемых регионов республики. Как результат этого, у представителей коренного населения выявляются негативные тенденции в характеристике основных показателей естественной защиты организма, высокая заболеваемость, распространённость экологически обусловленных патологий. Так, мониторинговые исследования, проведённые в алмазодобывающем Вилюйском регионе Якутии, выявили подавление функциональной активности

иммунной системы у коренных жителей: снижение содержания Т-лимфоцитов (СДЗ+) почти у 40 % обследованных, уменьшение популяции (СД4+) клеток и уровней основных классов иммуноглобулинов (А, М, Ј), а также ослабление фагоцитарной активности нейтрофилов. Причём, степень дисбаланса совпадала со степенью приближённости к источнику загрязнения.

В последние годы расширились исследования на популяционном уровне. Для изучения распространённой среди местного населения патологии желудочнокишечного тракта под руководством проф. В. Г. Кривошапкина и проф. А. А. Безродных начала работу ПНИЛ «Физиология и патология органов пищеварения». Началась практика заключения договоров с производственно-промышленными комплексами и компаниями по изучению заболеваемости сотрудников, разработке рекомендаций по их профилактике.

Понимание того, что помимо анализа медико-демографических показателей, необходимо изучение глубинных процессов, происходящих в организме при воздействии всевозможных климатических, геофизических и антропогенных факторов, позволило на результатах многолетних исследований создать первую научную школу проф. А. А. Безродных. Ара Андреевна приехала в Якутию в 1976 г. по приглашению декана факультета Т. И. Крыловой и руководила научно-исследовательскими работами по проблемам гастроэнтерологии, профессиональной патологии и пульмонологии. Она сплотила коллектив молодых перспективных исследователей из числа преподавателей, выпускников и студентов факультета. Под её руководством проведено свыше 30 комплексных медико-биологических экспедиций от Арктической зоны до Южной Якутии, защищены 12 кандидатских и 2 докторские диссертации, опубликовано более 100 научных трудов, в том числе 3 монографии и 11 сборников научных трудов, разработаны рекомендации и рационализаторские предложения. Её многочисленные ученики успешно работают на ниве высшего образования и практического здравоохранения.

Большой вклад в организацию научной деятельности Медицинского института СВФУ внесли заместители деканов по научной работе проф. Р. С. Тазлова и





Рис. 4. Д.м.н., проф., зам. декана по научной работе МЛФ ЯГУ Р. С. Тазлова (1982–1993 гг.) и д.м.н., проф., зам директора по научной работе МИ ЯГУ М. П. Гоголев (1993–2001 гг.) со студентами

М. П. Гоголев (рис. 4). Будучи опытными клиницистами, им удалось интегрироваться с практическим здравоохранением, организовать совместные междисциплинарные научно-практические форумы по актуальным вопросам медицины с широким привлечением представителей практического здравоохранения. Маримест Петрович, как учёный-нейрохирург, первым в мире внедрил оригинальные методы оперативного лечения гидроцефалии.

Успешные научные изыскания в области нейронаук сегодня продолжают сотрудники кафедры неврологии под руководством проф. Т. Я. Николаевой, изучая молекулярно-генетические факторы риска инсультов, цереброваскулярных заболеваний, эпилепсии, болезни Паркинсона и других нервно-психических патологий. За годы существования кафедры сотрудниками защищены 5 докторских и 13 кандидатских диссертаций.

У истоков развития педиатрического направления на факультете стояла первая женщина-профессор в ЯГУ Т. И. Крылова. Исследованием физического развития, особенностей питания детей и подростков коренной национальности, изучением роли гормонального профиля в формировании детского организма стала заниматься основоположник детской ревматологической службы в республике, последовательница Татьяны Ивановны проф. М. В. Ханды (рис. 5). Созданной ею





Рис. 5. Д.м.н., проф. Т. И. Крылова и д.м.н., проф. М. В. Ханды

научной школой «Региональные особенности физиологии и патологии детского возраста в условиях Севера», разработаны и внедрены в практику стандарты физического развития детей разных национальностей, новые оздоровительные технологии, методы диагностики и профилактики заболеваний детского возраста. Весомый вклад в изучение эпидемиологии, факторов риска, клинико-иммунологических особенностей течения многих патологий и в разработку научно-обоснованных технологий коррекции нарушений здоровья детей внесли сотрудники педиатрических кафедр Медицинского института СВФУ.

Многолетние экспедиционные и фундаментальные исследования в области адаптологии приезжего и коренного населения, изучение морфофункциональных и эколого-физиологических особенностей северного человека позволили создать следующую научную школу – «Физиологические и медицинские аспекты здоровья различных групп населения в РС(Я)». Изучение функционального состояния кардиореспираторной системы расширило существующие представления о развитии адаптационных процессов при комплексном влиянии природных и антропоген<mark>ных факторов в условиях высоких шир</mark>от и дополнило понятие «экологический портрет человека на Севере». Полученные данные позволили выделить границы физиологической нормы для жизненно важных систем организма жителей Якутии с учётом пола, возраста и морфологических особенностей, разработать мероприятия, направ<mark>ленные на выявление скрытой патологи</mark>и на начальных этапах развития заболевания и сохранение здоровья населения региона. Ведущими учёными данной школы проводятся также фундаментальные и клинические исследования в области патологии органов кардиореспираторной системы, пищеварения, хирургии, ортопедии и стоматологии.

Ежегодно ученики научных школ Медицинского института СВФУ участвуют в экспедиционных, клинических и изобретательских изысканиях. Все результаты исследований получают практическое применение, подтверждаются патентами и свидетельствами. С гордостью можно сказать, что выросло целое поколение молодых учёных, способных реализовать самые смелые проекты. Так, например, осталось только зарегистрировать новую научно-педагогическую школу проф. Н. В. Саввиной по направлению «Профилактическая медицина». Её учениками защищены 18 кандидатских и одна докторская диссертация. Основные результаты исследований публикуются в солидных журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus и BAK.

Последние 10 лет работы института наполнены реформами, переменами, новыми возможностями. С получением статуса федерального университета и реализацией проекта «Разработка и внедрение здоровьеоберегающих и медицинских технологий, обеспечивающих повышение качества жизни населения на Севере», появились современные условия для проведения фундаментальных, прикладных и клинических исследований в уникальных лабораториях клиники по изучению этиологии, патогенеза и особенностей течения многих

заболеваний. Техническая оснащённость многих лабораторий клиники соответствует мировым стандартам качества, благодаря которым научные исследования проводятся на высоком уровне. Так, научный парк оборудования, техническое оснащение лабораторий генети<mark>ческих и клеточных исследований способствовали</mark> созданию международного научного коллектива по изучению и решению проблем диагностики наследственных заболеваний. Сотрудниками лаборатории «Геномная медицина» совместно с научной группой из Японии и врачами медико-генетического центра РБ № 1 описано новое заболевание из группы наследственных болезней обмена с аутосомнорецессивным типом наследования мукополисахаридоз-плюс синдром. Заболевание включено в международную базу данных наследственных признаков и заболеваний. Совместно с МИП «Генодиагностика» создана уникальная диагностическая тестсистема на основе биочипов для одновременного ДНКтестирования мутац<mark>ий 5 наследственных заболеваний.</mark>

В микробиологической лаборатории получены данные о распространённости вирулентных антибиотико-резистентных штаммов стафилококка среди детей г. Якутска. Лаборатория включилась в многоцентровые исследования, проводимые НИИ антимикробной химиотерапии в городах РФ. Сотрудниками лаборатории разработаны пробиотические продукты с витаминно-минеральным премиксом и иммуннокомплексом на основе лактобактерий.

Не останавливаясь на роли и характеристике других лабораторий института, можно сказать, что все они сотрудничают с различными научно-образовательными и медицинскими учреждениями России и мира. Так, институт активно участвует в реализации комплексных научных исследований по теме «Многофакторное исследование состояния здоровья коренного и пришлого населения РС(Я)», а также проекта «Системный медико-экологический мониторинг состояния здоровья населения, проживающего в непосредственной близости к районам падения отделяемых частей ракет-носителей в районах Якутии».

Многие годы ведутся исследования, направленные в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации. Под руководством действительного члена Академии наук РС(Я), проф. В. Г. Кривошапкина разработан метод медико-экологического мониторинга в местах промышленного освоения Арктического региона. Деятельность горнодобывающей промышленности, как правило, приводит не только к серьёзным последствиям для экосистем, а из-за попадания в зону воздействия территорий посёлков и городов, где проживают работники предприятий и коренное местное население, вызывает непосредственную опасность для здоровья людей. Это усугубляется отрицательным воздействием параметров космической погоды и экстремально низкой температурой окружающей среды в зимнее время.

Во исполнение Указа Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 г.» СВФУ включился в конкурс по созданию научно-образовательного центра развития Арктики





Рис. 6. X Национальный конгресс с международным участием «Экология и здоровье человека на Севере» (Якутск, ноябрь 2019 г.)

и Субарктики на основе интеграции образовательных и научных организаций и их кооперации с предприятиями, действующими в реальном секторе экономики республики. Медицинский институт СВФУ представил следующие проекты: 1) внедрение клеточных технологий для разработки индивидуализированной терапии против рака; 2) проект «искусственной печени» для поддержания жизни пациентов с необратимыми процессами в период ожидания донорского органа; 3) разработка биочипа для быстрого диагностического тестирования моногенных заболеваний в этнических популяциях; 4) проект конвергентной технологии – медицинские экспертные системы на основе нейронных сетей для прогнозирования рисков развития заболеваний у населения Арктики и Субарктики.

Одной из форм коллективного общения представителей медицинской науки и практики здравоохранения, а также для обсуждения актуальных научных и практических проблем стал Национальный конгресс с международным участием «Экология и здоровье человека на Севере», который проводится с 2004 г. (рис. 6). На мероприятиях конгресса все большее внимание привлекают проблемы применения в диагностике и лечении новейшей техники, проблемы иммунологии и медицинской генетики, трансплантации органов и тканей, исследования на молекулярном уровне, вопросы биохимии и биофизики, моделирование живых систем, а также социальные аспекты медицины, проблемы врачебной этики и медицинской деонтологии. Растущий интерес среди участников конгресса разных годов вызывают проблемы доказательной медицины, доступности качественной медицинской помощи в труднодоступных районах Севера, определяя во многом программы мероприятий конгресса и темы дискуссий.

Формой широкого привлечения студентов, аспирантов и молодых учёных к решению актуальных задач современной науки и медицины стали мастер-классы и предметные олимпиады, Аспирантские чтения и «молодёжный биомедицинский конвент», где молодёжь представляет свои инновационные проекты и технологические инициативы.

Возможности Медицинского института СВФУ по организации и проведению научно-исследовательских работ расширяются из года в год. В 2017 году был сформирован медицинский кластер на базе Медицинского института, медицинской клиники и симуляционно-тренингового центра университета для решения стратегических задач в сфере охраны здоровья населения. Деятельность кластера представляет собой систему устойчивого взаимодействия основных составляющих: образования, науки, инноваций и практики. Участниками кластера являются Академия наук РС (Я), Министерство здравоохранения РС (Я), Министерство охраны природы РС (Я), Министерство образования РС (Я), «Технопарк Якутии», медицинские организации республ<mark>ики, а также Чукотский автономный округ, Камчатский</mark> край, Магаданская область.

Сегодня Медицинский институт Северо-Восточного федерального университета — это открытое образовательное инновационное пространство, представляющее собой комплекс по подготовке и повышению квалификации медицинских кадров. С учебным процессом тесно связаны фундаментальные поисковые и прикладные научные исследования, оказание высококвалифицированной медицинской помощи населению, пропаганда достижений медицинской науки и практики.

ЯРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Всякое общество в отношении идей отстаёт от учёных на несколько поколений. В. М. Бехтерев

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ЦИНКА В Р. ЯНЕ

В. Н. Макаров

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-26-30



Владимир Николаевич Макаров,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории подземных вод и геохимии криолитозоны Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск

Вода представляет собой один из важнейших природных ресурсов, потребляемых в питьевых, бытовых, хозяйственных (в том числе рыбохозяйственных), культурных, лечебных, промышленных, энергетических и других целях. Однако и наиболее опасные воздействия на человека и окружающую среду связаны с загрязнением водных объектов. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» (раздел VIII, ст. 58, 59) предусматривает своевременное выявление сформировавшихся зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия.

Загрязнение природных вод на Северо-Востоке Якутии связано, в основном, со сбросом в реки продуктов переработки полезных ископаемых, сточных вод и хозяйственно-бытовых стоков. В районах интенсивной деятельности горнодобывающих предприятий создаётся мощная инфраструктура, извлекаются и перерабатываются огромные объёмы горных пород. На рудных и россыпных месторождениях полезных ископаемых в криолитозоне это приводит к поступлению в зону гипергенеза больших масс рудного материала и вмещающих горных пород, часто тонкодисперсных и высокольдистых,

особенно при отработке россыпей. В результате вместо естественных эрозионно-устойчивых мерзлотных ландшафтов создаётся антропогенный неустойчивый рельеф на криогенной основе, подверженный интенсивной термоэрозии. Это вызывает активизацию физико-химических и биохимических процессов, гипергенное преобразование вещества и его интенсивное поступление в речные системы. Формируются техногенные лито- и гидрогеохимические потоки сульфатов, хлоридов и тяжёлых металлов, протягивающиеся иногда на десятки и сотни километров по долинам рек.

Даже после прекращения горных работ многочисленные нарушения мерзлотных ландшафтов (отвалы горных пород, карьеры, траншеи, хвостохранилища и др.) долгое время являются источниками высокого техногенного давления на окружающую природную среду, поставляя в речные системы загрязняющие вещества, главным образом в виде тонкодисперсного материала.

Подобным примером являются хвостохранилище фабрики № 18, расположенное в окрестностях пос. Батагай (рис. 1), а также отвалы горных пород на месторождении Эге-Хая.



Рис. 1. Панорама пос. Батагай (odynokiy.livejournal.com)

В районе пос. Батагай на р. Яне располагаются два створа гидрологических наблюдений Якутского УГМС — в 1 км ниже (C-1) и в 6 км выше (C-6) посёлка. Аномальные концентрации цинка, превышающие уровень рыбохозяйственных ПДК (ПДК $_{\rm px}$), наблюдаются в настоящее время на обоих створах.

С 2008 по 2018 гг. встречаемость случаев превышения санитарных норм в пробах воды р. Яны составляла в створе С-1 в среднем 84 % (за счёт природных и техногенных факторов, существующих в окрестностях Батагая). Причём в каждой четвёртой пробе этого створа концентрация цинка в речной воде превышала 100 мкг/л, т. е. была выше 10 ПДК ... Формирование контрастных гидрогеохимических аномалий Zn в створе С-1 обусловлено крайне неудовлетворительной, а возможно, и кризисной эколого-геохимической обстановкой в окрестностях пос. Батагай, где экологически неблагоприятные природные геолого-геохимические условия (высокие концентрации химических элементов в рудных телах и эндогенных геохимических аномалиях) усилены техногенным воздействием (негативными последствиями добычи и переработки полезных ископаемых).

Основным источником формирования контрастных гидрогеохимических аномалий Zn на р. Яне в створе C-1 являются поверхностный и подземный сток с хвостохранилища обогатительной фабрики № 418, расположенной практически в черте пос. Батагай, с отвалов пород на месторождении Эге-Хая и с селитебных зон посёлков Батагай и Эге-Хая. В хвостохранилище сконцентрированы отходы обогащения руд оловорудных месторождений Эге-Хая и Кестер (рис. 2).





Рис. 2. Обогатительные фабрики месторождений олова (ru.esosedi.org): а – в пос. Батагай; б – в пос. Эге-Хая

Оловорудное месторождение Эге-Хая — силикатно-сульфидной формации сульфидно-хлоритового минерального типа. В составе руды содержатся (%): SiO_2 42,14; Fe 17,44; Al_2O_3 14,35; CaO 3,58; MgO 1,20; TiO_2 0,83; Sn 0,44; Cu 0,37; Zn 0,23; As 0,21; Sb 0,012; Pb 0,06; WO $_3$ 0,02; MnO 0,01. Количество сульфидов 12—20 %. В отвальных хвостах обогащения накапливаются тяжёлые металлы, %: Zn — 6,25; Pb — 0,54; Cu — 0,33.

Оловянно-редкометалльное месторождение Кестер – кварцево-грейзеновой формации с высоким содержанием в рудах Та, Nb, Li, Rb, Tl, Ga, Ge. В хвостах промышленного обогащения руд Кестерского месторождения сконцентрированы токсичные металлы: Tl (I класс опасности), Nb, Rb (II класс опасности), Ga, Ge (III класс опасности) и другие [1].

Хвостохранилище обогатительной фабрики № 418 представляет собой техногенную россыпь касситерита оз. Кюютээн. Пески техногенной россыпи образовались в процессе переработки оловянных руд месторождений Эге-Хая и Кестер и содержат обширный комплекс токсичных металлов: Zn, Pb, Cu, Ta, Nb, Li, Rb, Tl, Ga, Ge и, возможно, Hg.

Дождевой сток с хвостохранилища фабрики № 418, с отвалов пород на месторождении Эге-Хая и с территории посёлков Батагай и Эге-Хая, а также разгрузка грунтовых вод при оттаивании сезонно-талого слоя (СТС) способствовали возникновению контрастных гидрогеохимических аномалий Zn в р. Яне ниже техногенной зоны (створ C-1), представляющих опасность для населения.

В створе С-6 концентрация цинка в течение периода наблюдений (с мая по ноябрь 2010 г.) не превышала санитарных норм, а максимальная концентрация достигала 5,7 мкг/л. В этот же период содержание цинка в воде р. Яны в километре ниже посёлка было постоянно выше ПДК $_{\rm px}$ и колебалось от 10 до 498 мкг/л, составляя в среднем 310 мкг/л (в 30 раз выше ПДК $_{\rm px}$). Максимальная концентрация цинка наблюдалась весной и осенью (рис. 3).

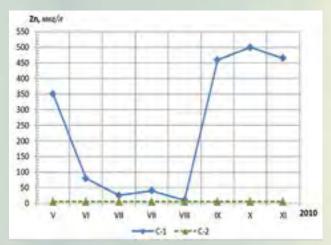


Рис. 3. Гидрогеохимические аномалии Zn в воде р. Яны, в створах ниже (C-1) и выше (C-6) хвостохранилища фабрики № 418

Формирование весенних и осенних гидрогеохимических аномалий объясняется существованием двух оптимумов концентрирования микроэлементов в поверхностных водах: короткого (конец весны — начало лета), обусловленного растворением солей, накопившихся в грунтах за зимнее время, и действием талой воды и более длительного (конец лета — осень), приуроченного к периоду максимального протаивания СТС, связанного со стоком надмерзлотных вод [2]. Выпадение тёплых атмосферных осадков в летний период также способствует оттаиванию мёрзлых грунтов, увеличению поверхностного и подземного стоков, усилению физико-химических процессов в СТС и образованию гидрогеохимических аномалий Zn (рис. 4).

В результате мониторинговых геокриологических наблюдений, проведённых Р. Н. Ивановой [3] в центральной части долины р. Яны, вблизи пос. Батагай, определена мощность СТС и установлено, что наибольшее протаивание грунтов характерно для сухих участков, а наименьшее – для сильно обводнённых болот. В среднем мощность СТС увеличивается в течение тёплого времени года с 0,4–0,7 м в июне до 1,2–1,3 м – в конце сентября. Именно в это время наблюдается формирование наиболее контрастных аномалий цинка в р. Яне (рис. 3, 5).

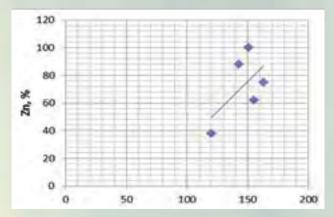


Рис. 4. Зависимость встречаемости гидрогеохимических аномалий Zn (>ПДКрх) в воде р. Яны (створ C-1) от величины атмосферных осадков

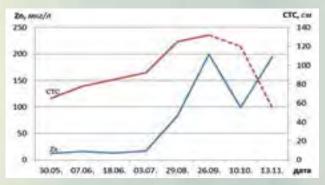


Рис. 5. Соотношение содержания цинка в р. Яне (створ C-1) и мощности СТС грунтов (2018 г.)

Аномальные концентрации цинка в р. Яне наблюдаются и в октябре-ноябре, когда температура воздуха опускается ниже 0 °С (среднемесячные температуры в 2018 г.: октябрь –12 °С, ноябрь –25 °С) и фактически прекращается поверхностный сток. Очевидно, что в этот период возникновение контрастных аномалий цинка в реке связано с преимущественным поступлением загрязнённых надмерзлотных вод. Можно предположить, что основной объём загрязнителей, поступающих в р. Яну и в тёплое время года, связан с подземным стоком, но контрастность аномалий понижается за счёт высокого расхода реки в это время.

С 2008 по 2012 гг. встречаемость аномалий Zn с высоким содержанием, превышающим ПДК_{рх} в р. Яне, наблюдалась только в створе C-1. Выше по течению не фиксировалось его высоких концентраций. В эти годы загрязнение реки было целиком обусловлено стоками из района техногенной зоны (пос. Батагай, хвостохранилище, отвалы месторождения Эге-Хайя), формировавшими гидрогеохимические аномалии цинка в створе C-1, контрастность которых превышала санитарные нормы в 38–100 % проб.

В последующий период (2013—2018 гг.) аномалии цинка (> ПДК $_{\rm px}$) стали возникать и в шести километрах выше пос. Батагай (фиксировались в 25—50 % проб).

Возможные источники возникновения гидрохимических аномалий Zn в бассейне р. Яны выше пос. Батагай могут быть связаны со стоками из г. Верхоянска и с горными работами на месторождениях в бассейнах рек Дулгалах и Сартанг. Город Верхоянск как возможный источник аномалий цинка можно исключить, так как за всё время гидрологических наблюдений не было установлено поступления тяжёлых металлов в воду р. Яны с его территории. Остаётся техногенное воздействие месторождений, расположенных в верхнем течении реки, в бассейне её левых притоков – рек Дулгалах и Сартанг (рис. 6).



Рис. 6. Схема расположения рудных месторождений олова, серебра и полиметаллов в верхнем течении р. Яны

В настоящее время в верхнем течении этих рек ведётся отработка крупных рудных месторождений: в бассейне р. Дулгалах – сереброносных Мангазейского и Вертикального (рис. 7) и начаты геологоразведочные работы в верхнем течении р. Сартанг, дренирующей западный фланг серебряно-полиметаллического месторождения «Прогноз».

начаты активные горные работы. Закономерен вопрос о протяжённости техногенных гидрогеохимических аномалий, могут ли месторождения, расположенные в 350-400 км от гидрологических постов (створы С-1 и С-6), быть причиной аномалий цинка в районе пос. Батагай. Цинк в слабокислых водах, характерных для регио-

на, может переноситься на значительные расстояния не

гидролизуясь и не осаждаясь на сорбентах, поскольку основной сорбент зоны окисления - лимонит - при низких значениях pH, как и Zn2+, имеет положительный заряд [4]. Даже пониженная растворимость карбонатов цинка не оказывает существенного влияния на контрастность и протяжённость его водных ореолов рассеяния. Так, протяжённость природных гидрогеохимических потоков рассеяния цинка на полиметаллическом месторождении Сардана (юго-восток Якутии), залегающего в карбонатных формациях, достигает 7-8 км [5].

Бродский А. А. [6] объясняет большую протяжённость водных ореолов рассеяния цинка способностью его «к переотложению», которая выражается

в растворении его солевых ореолов рассеяния.

Однако подавляющая часть цинка переносится речными водами во взвешенном состоянии, причём наибольшее количество взвешенных форм Zn²⁺ обнаруживается в речных водах горных районов [7]. В техногенных водных системах резко меняется соотношение взвешенных и растворимых форм вещества. В зонах техногенного воздействия, особенно при распространении высокольдистых пород, преобладание минеральных взвесей становится абсолютным, и на долю растворимого стока приходится иногда менее 1 % мигрирующего вещества. Тонкоизмельчённые рудные минералы в техногенных взвесях образуют устойчивую слабоосаждающуюся в воде муть. Протяжённость аномалий металлов во взвешенном состоянии может достигать десятков и даже сотен километров. Примером могут быть техногенные аномалии в р. Хроме, связанные с отработкой месторождений олова, которые наблюдались на протяжении до 500 км от источников [8].

Влияние горных работ на гидросферу происходит в основном при отработке карьеров за счёт карьерного водоотлива, создания отвалов пустых пород, при фильтрационных потерях сточных вод из отстойниковнакопителей и при выбросах загрязняющих веществ. Основными источниками негативного воздействия обогатительного комплекса на окружающую среду являются водопотребление, сброс сточных вод, отвалы хвостов обогащения и загрязнение поверхностного стока.

Комплекс производственной и социальной инфраструктуры также является прямым источником загрязнения природных вод за счёт сточных вод жилищнобытового комплекса и вспомогательных производств. Поэтому загрязнение гидросферы при добыче полезных



Рис. 7. Промышленная зона месторождения Вертикальное (https://news.ykt.ru)

Появление контрастных гидрогеохимических аномалий Zn в р. Яне выше пос. Батагай (створ C-6) совпадает с началом горнодобывающего обустройства сереброносных месторождений Мангазейское и Вертикальное (таблица).

Встречаемость аномалий Zn в р. Яне и горные работы в бассейне рек Дулгалах и Сартанг

Встречаемость аномалий Год Zn > ПДК _{ох} , %		алий	Горные работы на месторождениях в бассейне рек Дулгалах и Сартанг		
	Створ С-1	Створ С-6	Мангазейское, Вертикальное	Прогноз	
2008	88	-		_	
2009	88	_	_	_	
2010	100	_	Геологоразведоч- ные работы	_	
2011	100	_	пыс рассты	_	
2012	38	_		_	
2013	88	25	Обустройство	_	
2014	62	38	горнодобывающих	_	
2015	75	38	объектов.	_	
2016	88	38	Строительство	_	
2017	100	25	обогатительной	Геологоразве-	
2018	100	50	фабрики. Добыча серебра	дочные работы	

Отработка рудных месторождений всегда сопровождается загрязнением окружающей среды рудничными водами, компонентами руд, первичных и вторичных геохимических ореолов. Исключением не являются и отрабатываемые сереброносные месторождения, расположенные в верхнем течении р. Яны, где с 2013 г. ископаемых в бассейне р. Яны будет продолжаться в тех или иных масштабах в течение всего периода отработки месторождений. Задача недропользователей — минимизировать масштабы негативного воздействия на водные системы.

Выводы

Загрязнение воды р. Яны цинком и другими токсичными компонентами достигает максимальных значений в районе пос. Батагай под влиянием поверхностного и подземного стока с территории техногенной зоны (пос. Батагай, хвостохранилище и отвалы месторождения Эге-Хайя). В отдельные годы контрастные гидрогеохимические аномалии цинка, не соответствующие санитарным нормам, наблюдаются в 100 % отобранных проб, а максимальное содержание этого токсичного элемента в реке практически достигает 50 ПДК.

Наряду с повышенным содержанием цинка, в водах р. Яны вблизи пос. Батагай отмечался обширный комплекс других токсичных металлов: Pb, Cu, Ta, Nb, Li, Rb, Tl, Ga, Ge, поступающих со стоками из техногенной россыпи, образовавшейся после переработки оловянных руд месторождений Эге-Хая и Кестер.

Основной сток загрязнителей связан с поступлением надмерзлотных вод и достигает максимальных значений с началом холодного времени года и продолжается до полного промерзания деятельного слоя (декабрь).

Заметное снижение загрязнения р. Яны в районе пос. Батагай возможно при обустройстве ограждающих сооружений и ликвидации стоков с территории техногенной россыпи Кюютээн (хвостохранилище фабрики № 418). При этом изолирующие сток противофильтрационные сооружения должны включать промороженные дамбы с мёрэлым основанием.

Реализация комплекса мероприятий по охране окружающей среды на месторождениях может существенно снизить негативное воздействие на гидросферу, хотя полностью исключить загрязнение природных вод при горнодобычных работах на Мангазейском, Вер-

тикальном и западном фланге месторождения «Прогноз» маловероятно.

Автор благодарен сотрудникам Института мерзлотоведения СО РАН Р. Н. Ивановой и к.г.н. Ю. Б. Скачкову за помощь в написании статьи.

Список литературы

- 1. Матвеев, А. И. Технологическая оценка месторождений олова Якутии / А. И. Матвеев, Н. Г. Еремеева; отв. ред. С. М. Ткач; Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. 119 с.
- 2. Макаров, В. Н. Особенности гидрогеохимических поисков в области развития многолетнемёрзлых пород // Методы прикладной геохимии : материалы 2 Международного симпозиума. Новосибирск : Наука, 1983. С. 25—34.
- 3. Иванова, Р. Н. Сезонное протаивание почвогрунтов в долине р. Яны / Р. Н. Иванова // Итоги геокриологических исследований в Якутии в XX веке и перспективы их дальнейшего развития. Якутск : Изд-во ИМЗ СО РАН, 2003. С. 112—117.
- 4. Голева, Г. А. Гидрогеохимия рудных элементов / Г. А. Голева. – М. : Недра, 1977. – 216 с.
- 5. Макаров, В. Н. Геохимические поля в криолитозоне / В. Н. Макаров. – Якутск : Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 1998. – 116 с.
- 6. Бродский, А. А. Основы гидрогеохимического метода поисков сульфидных месторождений / А. А. Бродский. М.: Недра, 1964. 258 с.
- 7. Линник, П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 270 с.
- 8. Макаров, В. Н. Техногенные геохимические потоки месторождений олова в арктической зоне Якутии / В. Н. Макаров, Б. К. Мокшанцев // Формирование подземных вод криолитозоны. – Якутск : ИМЗ СО РАН, 1992. – С. 48–65.





Наука в Якутии / [сост. : Т. Ф. Петрова]. – Якутск : ИП Старостина, 2018. – 166 с.

В данном сборнике представлены история становления науки на территории Республики Саха (Якутия), краткая информация о научных учреждениях в Якутии и информация о государственной политике в Республике Саха (Якутия) в области науки.

ПРОЯСНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ФИЛОСОФИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ МИРА НА ОСНОВЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ РАВНОВЕСИЙ

Н. Н. Кожевников

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-31-34



Николай Николаевич Кожевников, доктор философских наук, профессор Северо-Восточного федерального университета

им. М. К. Аммосова, г. Якутск

Общая характеристика системы координат мира

Система координат мира состоит из недостижимых пределов динамических равновесий конкретной вещи – І, С. К и ступеней динамических равновесий, восходящих к этим пределам. Внутренняя ячейка (І, С, К) объединяет пределы идентификации (/), коммуникации (С) и опорные ритмы вещи, связанные с устойчивыми ритмами мира (К) [1]. Внешняя ячейка системы координат мира (F, Н, G) характеризует предельные динамические равновесия конкретной вещи, связанные с окружающей средой. Здесь F – феномен, H – горизонт, G – опорный ритм определённой ступени установления динамического равновесия вещи, связанный с соответствующим ему временем релаксации. Феномен характеризует идентификацию вещи в определённый момент времени, однако для придания ей устойчивости и оптимальности необходимо иметь оптимальный горизонт и опорный ритм. Таким образом, горизонт представляет собой границы вещи, необходимой для включения в неё возникшей идентификации, придания ей устойчивости и оптимальности. Опорный ритм связывает между собой устойчивости и оптимальности как для идентификации, так и для коммуникации, развиваемой в предыдущих наших работах. Внешние динамические равновесия F, H, G гомеоморфны внутренним динамическим равновесиям І, С, К, так же как и соответствующие им ячейки системы координат для рассматриваемой вещи - внешняя и внутренняя [2].

Любая вещь мира может быть рассмотрена с точки зрения предельных динамических равновесий, поскольку все они стремятся к указанным выше предельным фундаментальным равновесиям, никогда

их не достигая вследствие противодействия внутренних структур вещи и окружающей её среды. Перечисленные пределы представляют собой трансцендентальные границы мира. Несмотря на их недостижимость, они могут быть описаны текстами, создаваемыми конкретной исследуемой вещью, которая взаимодействует с этими пределами [3].

Исследования с точки зрения системы координат радикально меняют представления об основных философских понятиях. Рассмотрим две группы этих изменений: общие и частные.

Изменения в исходных философских представлениях об основных общенаучных понятиях

Что представляет собой взгляд на вещь или мир с точки зрения их системы координат на основе предельных динамических равновесий? Что меняет этот взгляд в представлениях о сущности, сущем, бытии — основных философских категориях? Основным в этих изменениях является следующее.

1. Здесь нет взгляда на вещь или мир в традиционном смысле, а есть фиксирование их присутствия в нём. Термин «взгляд», встречающийся в настоящей работе, означает не «взгляд человека», обусловленный его сознанием, а фиксацию присутствия произвольной вещи с точки зрения её предельных динамических равновесий. Носитель этого «взгляда» не наблюдатель, а «присутствователь», фиксирующий присутствие вещи в мире. Наблюдатель и все остальные подобные ему понятия (абсолют, Бог, Дух, абсолютная идея и т.п.) так или иначе связаны с сознанием человека, Бога или какого-либо трансцендентного образования. Между тем подавляющее большинство вещей и их классов прекрасно обходятся без сознания. На уровне электронов, молекул, планетарно-звёздных систем и т.п. мир не использует сознание человека или Духа, однако процессы, происходящие на этих уровнях, поражают своей устойчивостью и оптимальностью. Широкая экстраполяция сознания на весь мир, принятая в ряде философских систем, не оправдана. С другой стороны структурный уровень организации мира, связанный с сознанием, возник относительно недавно, и присущие ему процессы обладают значительной неравновесностью. Взгляд на вещь с точки зрения системы координат мира — это взгляд с точки зрения её трансцендентальных границ как внутренних, так и внешних.

2. Мир — это всё, что окружает человека и человечество в целом. Он включает в себя Вселенную (сферу неживого), живую природу, сферу человеческих отношений (социальную) и продуктов человеческого духа (гуманитарную). Мир состоит из множества отдельных вещей в процессе становления, перетекания друг в друга и содержит в себе всю их организованность и хаотичность. Целесообразно выделять уровни предельных равновесий мира для рассматривания в их пределах конкретных вещей определённого класса (рода). Вещь — это любое нечто, самостоятельно существующее в мире. Вещи могут содержать в себе сознание и мыслительные процессы. Внутренние ресурсы вещи (вещность, субстанция) характеризуются организованностью (О), коммуникационными ресурсами (энергией,



Надежда. Жозефина Уолл (https://artchive.ru/ artists/12190~Zhozefina Uoll/works/309878~Nadezhda)

информацией) *E* и временем существования или временем релаксации определённого этапа её развития (*T*), на котором её организованность и коммуникационные ресурсы обеспечивают формирование новых динамических равновесий. Однако организованность вещи может быть случайной, с нарушенным или произвольно установленным порядком.

- 3. Взаимодействие всех вещей с их предельными равновесиями (с точки зрения системы координат мира) происходит аналогично, по одному и тому же алгоритму. Таким образом, алгоритмы стремления к своим предельным равновесиям всех конкретных вещей (электрона, молекулы, живой особи, человека, планеты, звезды и т.п.) подобны (гомеоморфны) друг другу. Это также отлично от подавляющего числа философских систем, где сознание и мышление человека считаются понятиями, определяющими все другие процессы или многие из них.
- 4. Границу вещи выделить очень трудно. Где границы Земли? По литосфере нет, по атмосфере нет. До каких границ простирается атмосфера? Есть концепции, что на 500 км от литосферы, есть на 2000 км и т.п. А как быть с притяжениями и другими воздействиями Луны, Солнца, планет, центра Галактики? Границы дерева также трудно определить. Фундаментальные элементарные частицы, например, кварк, существуют только во взаимосвязях внутри ядра. Их невозможно выделить отдельно как, например, электрон или протон. То же самое можно сказать и об органах тела млекопитающего. Вне тела это просто куски мяса, однако внутри организма сложнейшие системы, обеспечивающие его жизнедеятельность.

Закрытая вещь (непроницаемая граница) не обменивается с окружающей средой энергией, информацией, веществом, никакой другой вещностью. Открытая вещь обменивается с окружающей средой всеми этими субстанциями. С предельными динамическими равновесиями этих границ дело обстоит гораздо проще, поскольку они определяются через общие параметры конкретной вещи (порядок, коммуникационные ресурсы, время). Сложность вещи при этом выносится как бы за скобки независимо от того, каким образом вещь фиксируется — изнутри или снаружи.

5. Предельные равновесия и их основные характеристики выделить гораздо легче. Внутренние равновесия имеют место между внутренними структурами вещи. Предельное идентификационное равновесие (I) характеризует то состояние вещи, в которое она перешла бы, будучи предоставленной самой себе при полной изоляции её границ. Предельное коммуникационное равновесие (C) характеризует внутренние коммуникационные ресурсы, способные обеспечить существование предельного идентификационного равновесия. Предельное равновесие ритма (K) выявляет внутренний основной ритм, обеспечивающий упомянутые выше предельные идентификацию и коммуникацию.

Внешние равновесия имеют место между вещью и окружающей средой (другими вещами). При этом вещь воспринимается как целое, сложность которого заключена где-то внутри него. Внешнее предельное



Весы. Жозефина Уолл (https://www.pinterest.cl/pin/45458277468638877/)

идентификационное равновесие (феномен *F*) характеризует то состояние вещи, в которое она перешла бы, будучи предоставленной самой себе для уравновешивания с окружающей средой. Границы вещи открыты, что приводит к изменениям как внутри неё, так и в окружающей среде. Внешнее коммуникационное равновесие (горизонт *H*) характеризует внешние коммуникационные ресурсы (их запас), способные обеспечить существование этого феномена. Предельное равновесие ритма (*G*) выявляет внешний основной ритм, обеспечивающий упомянутые выше предельные идентификацию и коммуникацию.

- 6. Использование ресурсов вещи. Могут быть следующие формы использования внутренних ресурсов вещи для определения параметров ячеек системы координат: 1) все внутренние ресурсы рассматриваются как полностью уравновешенные, что характеризуется параметром равновесия О. Это определяет / вещи и соответствующие ей С и К. Вместе они образуют ячейку системы координат I, С, К, соответствующее сущему определённого класса (рода) вещей; 2) все внутренние ресурсы направляются на компенсацию воздействия внешней среды. Основным параметром равновесия здесь становится характеристика коммуникационных ресурсов Е (энергии, информации).
- 7. *Уровни* предельного равновесия вещей мира определяются их сущим и все они равноправны. Эти же уровни являются уровнями иерархии (организации)

мира. Последнее не означает, что каждая вещь создаёт свой иерархический уровень. Они создаются классами (родами) вещей и соответствуют состояниям их предельного динамического равновесия («звёздности», «планетности», «человечности» и т.п.). Эти уровни, как сущее вещей, соответствуют внутренней ячейке (*I, C, K*) системы координат для каждой рассматриваемой вещи.

Уровни предельного равновесия мира отличаются от традиционно выделяемых, таких как неживое, живое, социальное, духовное и их подуровни. Уровни, выделяемые в развиваемом подходе, соответствуют, в частности, инерциальным системам, квазистатическим процессам, вакууму. Уровней организации мира на основе предельных динамических равновесий вещи гораздо больше, чем традиционно выделяемых, поскольку они соответствуют каждому сущему для определённого класса (рода) вещей.

8. Равновесия динамические и сетевые. Можно выделить три этапа в развитии представлений о равновесиях: статические, динамические, сетевые. Статические равновесия серьёзного интереса для целей настоящего исследования не представляют. Динамические и сетевые равновесия исключительно распространены в мире неживого и живого, в социальной и гуманитарной сферах, поскольку опираются на детерминистический хаос и присутствуют на всех уровнях организации мира. Особое значение имеют предельные динамические и сетевые равновесия вещей, которые характеризуют вещи изнутри или снаружи. Именно они являются основанием системы координат мира на основе детерминистического хаоса.

Уточнение фундаментальных философских

Уточним основные понятия «сложность», «порядокхаос», «сущность», «сущее», «бытие» с точки зрения системы координат мира, поскольку опора на предельные динамические равновесия меняет представления о них. Последние не пересекаются, но граничат и взаимодействуют друг с другом.

- 1. Сложность и простотома мира. Вопрос о том, прост мир или сложен, однозначного ответа не имеет. Взгляд с точки зрения системы координат как бы «исключает» её из мира, поэтому можно сказать, что мир сложен, система координат проста. Однако система координат на основе предельных динамических равновесий является частью мира, входит в него составной частью. Будем считать, что взгляд на мир с точки зрения системы координат выводит его сложность «за скобки» согласно одному из основных приёмов феноменологии. Мир, вне всякого сомнения, сложен и даже очень сложен, но во взаимодействиях вещей с их пределами остаётся только то, что связывает его с системой координат и с простотой.
- 2. Представления о порядке и хаосе. В классической и даже в неклассической науке порядок и хаос являются совершенно разными предметами и обозначаются соответствующими понятиями. В постнеклассической



Творческая сила. Луи Дайер (https://louisdyer.com/portfolio-item/the-creative-force/)

науке (синергетике) порядок и хаос объединяются в одно целое. С точки зрения системы координат целесообразно отдельно рассматривать хаос и отдельно «порядок–хаос», соответствующий предельному равновесию данного рода.

3. Сущность – внутренняя характеристика вещи, характеризуется её полным уравновешиванием. «Сущность» – внутреннее содержание вещи, выражающееся в устойчивом единстве всех форм её бытия. Согласно Канту, сущность характеризует необходимые устойчивые признаки вещи. «Сущее» – предельное состояние сущности, которое объединяет пределы всех сущностей одного рода в единое устойчивое целое. «Бытие» представляет собой тексты сущего. По Хайдеггеру, бытие дальше, чем всё сущее, и всё же ближе человеку, чем любое сущее. Таким одновременно далёким и наиближайшим к каждой вещи могут быть только тексты сущего.

Сущности можно сопоставить внешнюю ячейку системы координат мира (*F, H, G*), опирающуюся одновременно на феномен, горизонт и основной ритм вещи. Пределы *F, H, G* по отдельности могут изменяться, но будучи связанными в ячейку системы координат, представляют собой инвариант и являются промежуточной сущностью рассматриваемой вещи. Каждая из таких промежуточных сущностей может рассматриваться как исходная, потому что изменение вещи не имеет какихлибо абсолютных точек отсчёта. Ритмы, соответствующие сущности, представляют собой опорные ритмы вещей, которые являются составной частью сущности, поскольку последняя опирается на все три предела.

- 4. Сущее представляет собой совокупность пределов всех сущностей и является трансцендентальными границами мира. Сущее и сущности создают тексты, формирующие бытие. Сущее создаёт тексты, которые являются связкой с бытием, поскольку сущее всегда «есть». Ритмы, соответствующие «сущему», являются фундаментальными ритмами мира. Они представляют собой ритмы мировой гармонии, с которыми связаны все опорные ритмы вещей.
- 5. Бытие является совокупностью текстов сущностей и сущего. Тексты сущего являются предельными текстами и обеспечивают самоорганизацию всех вещей мира и соответственно мира в целом. Тексты бытия про-

низывают весь мир и воздействуют на вещь, как окружающая среда, обеспечивающая её взаимодействие с другими вещами. Бытие — снаружи вещи, её внешняя характеристика — вещь есть, вещь бытийствует.

- 6. Существование и присутствие вещи. Существование характеризует вещь изнутри, присутствие снаружи. Существование предполагает, что вещь имеет свою сущность и связана со своим сущим внутренней ячейкой системы координат, определяющей уровни её предельного равновесия. Присутствие определяется бытием вещи и характеризуется внешней ячейкой системы координат. Вещь бытийствует относительно этой системы координат. Все вещи мира и существуют, и присутствуют.
- 7. Текст с точки зрения предельных динамических равновесий. Текст совокупность знаков, соответствующих предельным динамическим равновесиям. Текст сущего упорядоченная совокупность знаков, которая характеризуется внутренними динамическими равновесиями вещи. Текст сущности упорядоченная совокупность знаков, характеризующаяся внешними динамическими равновесиями вещи. Все остальное просто знаки, хаотическая семиосфера. Эти знаки не могут стать текстом.

Заключение

Радикальное изменение представлений об основных философских понятиях с точки зрения системы координат мира затрагивает большинство из них. Целесообразно выделять общенаучные и философские группы этих изменений. Развиваемый подход позволяет заключить «мир в скобки» в соответствии с феноменологическим подходом и рассматривать только предельные равновесные свойства всех вещей.

Сущность, сущее, бытие, вещь опираются как на организованность, так и на детерминистический хаос, поскольку детерминистический хаос и детерминистический порядок представляют собой две грани одного и того же явления. Это делает систему координат мира на их основе устойчивой, охватывающей весь мир и оптимальной.

Список литературы

- 1. Кожевников, Н. Н. Метафизический, онтологический, феноменологический, герменевтический аспекты системы координат мира на основе предельных динамических и сетевых равновесий: монография / Н. Н. Кожевников. Якутск: Изд. дом СВФУ, 2018. 171 с.
- 2. Nikolay Kozhevnikov and Vera Danilova. Human Development in the World Coordinate System on the Basis of Limit Equilibria // Agathos 2018, V. 9, Is. 1 (16). Pp. 135-144.
- 3. Nikolay Kozhevnikov Being as a Text of 'Things in Existence', Formed by the World Coordinate System Based on Limiting Dynamic Equilibria // Agathos. An international review of the humanities and social sciences Romania: "Alexandru Ioan Cuza" University Press 2019, V. 10, Is. 2 (19). Pp. 95-103.

К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ИНСТИТУТА МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЯ СО РАН

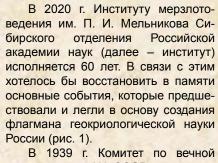
И. В. Климовский, О. И. Алексеева DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-35-38



Игорь Владимирович Климовский, кандидат геологических наук, ветеран СО РАН



Рис. 1. Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова CO PAH — флагман российской геокриологической науки (Якутск, 2020 г.)



В 1939 г. Комитет по вечной мерзлоте при АН СССР, созданный в Москве в 1936 г., был реоргани-

зован в Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева Академии наук СССР (ИНМЕРО), первым директором которого был назначен академик В. А. Обручев.

В штатном расписании института значилось несколько десятков сотрудников, из них только десять имели учёные степени. Однако уже в 1948 г. коллектив института составлял 126 человек, из них 65 — научные сотрудники, в том числе один академик, один чл.-кор. АН СССР, пять



Ольга Ивановна Алексеева, кандидат технических наук, учёный секретарь Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск







Рис. 2. Директора Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева Академии наук СССР.
Слева направо: акад. АН СССР В. А. Обручев (1939—1956); чл.-кор. АН СССР П. Ф. Швецов (1956—1958); д.г.н., проф. П. А. Шумский (1958—1963)



Рис. 3. Коллектив сотрудников Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева АН СССР (1945 г.).

Сидят (слева направо): П. Ф. Швецов, П. И. Мельников, Л. С. Хомичевская, П. И. Колосков, В. Ф. Тумель, С. П. Качурин, А И. Ефимов. Стоят (первый ряд, слева направо): Г. О. Лукин, П. А. Соловьев, Л. А. Мейстер, ... Кубликова, Н. С. Шевелева, Г. С. Константинова, Л. Т. Парамонова, Г. А. Мышковская. Стоят (третий ряд, слева направо): А. И. Попов, В. Сергеев, Е. Ф. Уль

докторов и двадцать два кандидата наук (рис. 3). Это говорит о том, что процесс становления новой науки шёл весьма интенсивно.

Руководство ИНМЕРО много внимания уделяло развитию его региональных научных подразделений. Были созданы научно-исследовательские мерзлотные станции в Воркуте, Якутске, Тынде, Игарке, Анадыре. Свой творческий авторитет новый институт подтверждал организацией и проведением всесоюзных совещаний по мерзлотоведению. Так, в 1956 г. состоялось VII Межведомственное совещание по мерзлотоведению (МСМ)

с широким участием не только специалистов из академических и вузовских организаций, но и из ряда министерств и главков страны. Это совещание проходило в условиях невероятно серьёзных и жарких дискуссий, характер и тон которых были предопределены содержанием «генерального» (основного) доклада нового директора ИНМЕРО чл.-кор. АН СССР П. Ф. Швецова. В историю науки это совещание вошло, как «терминологическое» и, по сути дела, стало одной из причин «раскола» сообщества мерзлотоведов на два лагеря: сторонников старого («Сумгинского») и нового («Швецовского») толкования основных терминов, понятий и определений в мерзлотовелении.

Надо отметить, что вопросы терминологии довольно широко и обстоятельно обсуждались в коллективе института ещё до проведения данного совещания. Это обстоятельство послужило причиной того, что сотрудники ИНМЕРО образова-

знаки конфронтации, произошла смена директора института. В 1958 г. ИНМЕРО возглавил д.г.н., гляциолог П. А. Шумский, который предпринял не очень удачную попытку ревизии программ научно-

ли отдельные группы, появились при-

исследовательских работ института, увязывая их с цифрами семилетнего народно-хозяйственного плана «хрущёвских» реформ страны. Негативные последствия этого плана коснулись и всей Академии наук СССР.

В 1961 г. Постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР ИНМЕРО был исключён из системы Академии наук СССР и передан в Академию строительства и архитектуры (АС и А). В апреле 1962 г. была официально утверждена новая структура института, пересмотрена и резко сокращена его численность. Основное научное направление было связано с вопросами строительства на мёрз-

лых грунтах. Другие традиционные направления практически обозначены не были и дальнейшего развития не получили [1]. Вся «перестройка», в конечном счёте, печально завершилась в 1963 г., когда была ликвидирована сама АС и А [2] и, как следствие, уничтожен единственный в стране головной институт в области мерзлотоведения (геокриологии).

Многие работники, в том числе и высококвалифицированные специалисты (доктора и кандидаты наук, профессора и доценты) стали безработными. Некоторые из них устроились на работу в Москве: в Производственный

> и научно-исследовательский институт по изысканиям в строительстве (ПНИИИС); в Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений (НИИОСП Госстроя СССР); во Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) и др. Геокриологическую науку необходимо было не только сохранить, но и придать ей новый импульс развития. Важную инициативу проявило руководство Якутии, в столице которой с 1941 г. существовала научноисследовательская мерзлотная станция ИНМЕРО, переведённая в 1956 г. в ранг его Северо-Восточного отделения. Возглавлял её молодой кандидат наук П. И. Мельников [3, 4] (рис. 4).

Павел Иванович знал сложное положение дел в Московском институте мерзлотоведения и был в курсе всех мероприятий, которые проводились Президиумом СО АН СССР по



Рис. 4. Директор Северо-Восточного отделения Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева АН СССР, к.г.-м.н. П. И. Мельников (Якутск, 1956 г.)

созданию новых институтов, определению их структуры и научных направлений. Необходимо было действовать оперативно.

В конце 1957 г., когда эпопея с судьбой ИНМЕРО только начинала разворачиваться, Павел Иванович во время очередного пленума Обкома КПСС в беседе с первым секретарём С. 3. Борисовым, информируя его о делах в Сибирском отделении АН СССР, высказал мысль о создании института в г. Якутске. Затем он представил в Обком КПСС справку с анализом состояния геокриологической науки в стране и обоснованием создания Института мерзлотоведения СО АН в Якутске, а также организовал несколько встреч в городах Якутске и Новосибирске представителей руководства Якутии с членами Президиума СО АН СССР, в том числе с его председателем М. А. Лаврентьевым [5]. На этих встречах детально обсуждались организационные вопросы не только по проблеме научных исследований, но и по обеспечению работников будущего института комфортными бытовыми условиями и созданием материальнотехнической базы.

Неоднократно по кадровому вопросу П. И. Мельников обращался непосредственно к академику М. А. Лаврентьеву. Одно из таких обращений было изложено им в письме, в котором он особо подчёркивал, что для создания Института мерзлотоведения СО АН СССР необходимо привлечение в Якутск высококвалифицированных специалистов, особенно докторов наук из Москвы.

В Якутске в Северо-Восточном отделении ИНМЕРО тогда работало всего 45 человек, в т.ч. 13 научных сотрудников. Производственно-техническая база практически отсутствовала. Даже транспорт для экспедиционных исследований необходимо было заказывать в академической автобазе в Москве. Производственные и жилые помещения совмещались. Такое скромное наследство предполагалось передать новому институту, организуемому при СО АН СССР.

Решение о создании в г. Якутске Института мерзлотоведения СО АН СССР было принято Президиумом АН СССР постановлением от 9 декабря 1960 г. (№ 1043) за подписью Президента АН СССР А. Н. Несмеянова. Директором-организатором был назначен кандидат геолого-минералогических наук Павел Иванович Мельников.

Все организационные мероприятия по становлению нового института шли ритмично и в плановом порядке. Директор института на первое место ставил кадровые вопросы: приглашение не только известных учёных, но и поиск молодых специа-

листов, последующую их специализацию и профессиональный рост через аспирантуру и соискательство.

Трудоустройство научных сотрудников, оставшихся без работы после ликвидации ИНМЕРО, проходило очень напряжённо. Многие специалисты подолгу не могли найти работу. Прежде всего, это испытали на себе ветераны науки почтенного возраста, часть из которых трудилась ещё при Михаиле Ивановиче Сумгине, были его соратниками и коллегами. Павел Иванович с присущим ему энтузиазмом взялся за решение этого вопроса. Он составил довольно большой список нуждающихся в поддержке. Их оказалось около десятка. С каждым из них назначались встречи и проводились беседы. Прежде всего, были отобраны те из них, кто активно проявил себя, работая вместе с М. И. Сумгиным. В числе первых оказались С. П. Качурин (региональное мерзлотоведение), Н. И. Салтыков (инженерное мерзлотоведение), С. Н. Карташов (региональное мерзлотоведение), И. В. Протасьева (мерзлотные съёмка и картирование), Ф. Г. Бакулин (инженерное мерзлотоведение), Н. А. Граве (региональное мерзлотоведение), Н. Ф. Григорьев (региональное мерзлотоведение), К. Ф. Войтковский (инженерное мерзлотоведение), А. И. Ефимов (гидрогеология) В. М. Барыгин (гидрогеология) и др. Таким образом, в коллективе института на первом и очень важном этапе появились ведущие специалисты по основным направлениям развития геокриологической науки (рис. 5).



Рис. 5. Сотрудники новообразованного Института мерзлотоведения СО АН СССР (Якутск, 1962 г.)

Первый ряд, сидят (слева направо): вторая — Р. Я. Демченко (Келле-Пелле), третья — М. А. Зарайская, пятая — Р. Кириллина, шестая — М. К. Гаврилова, седьмая — Н. П. Анисимова, восьмая — Л. К. Торопчинова, девятая — А. В. Смеян (Приходько), десятая — А. И. Якушева. Второй ряд: Г. П. Жукова, В. Р. Алексеев, В. И. Нектегаров, Р. М. Каменский, Н. А. Граве, П. И. Мельников, Г. О. Лукин, Н. С. Иванов, Н. Ф. Григорьев, Н. С. Данилова, М. М. Григорьева, И. В. Протасьева. Третий ряд: Г. П. Яныгин, Ю. А.Тышев, Т. П. Кузнецова, В. Т. Балобаев, М. С. Масагутов, А. А. Мандаров, Б. Н. Кореннов, Н. И. Белолюбский, И. Д. Белокрылов, М. С. Федоров, Е. Г. Григорьева (Катасонова), Ф. Э. Арэ, П. А. Соловьев, Н. А. Козлов, В. В. Калашников, И. П. Константинов, А. Ф. Зильберборд



Рис. 6. Исторический момент – вручение Институту мерзлотоведения СО АН СССР ордена Трудового Красного Знамени (март, 1969 г.).

В почётном президиуме на переднем плане сидят слева направо: первый секретарь Якутского обкома КПСС Г. О. Чиряев, директор института П. И. Мельников, учёный секретарь института Н. Г. Разумейко, председатель Президиума Верховного Совета ЯАССР А. Я. Овчинникова. У знамени института стоят О. Н. Толстихин и К. М. Фёдорова

Через несколько лет состав научных сотрудников расширился количественно и укрепился качественно за счёт окончивших аспирантуру ИНМЕРО (Е. М. Катасонов, И. А. Некрасов, Г. М. Фельдман, А. М. Пчелинцев, С. Г. Цветкова). Для всех приглашённых Павел Иванович предоставлял не только рабочие места в кабинетах и лабораториях, но и жильё. С последним вопросы решались очень сложно, поскольку большинство приглашённых приезжали с жёнами и детьми, но неутомимый директор всегда находил выход.

Таким образом, уже в первые годы существования института его руководство создало мощный научный коллектив. Ведущие научные сотрудники («старая гвардия») имели реальную возможность направлять усилия молодых на решение актуальных проблем науки и одновременно готовить себе достойную смену. За короткий период в институте появилось более десятка кандидатов наук, которые заложили фундамент Сибирской геокриологической научной школы [1]. За крупные успехи в развитии отечественной геокриологии в 1969 г. институт был награждён орденом Трудового Красного Знамени (рис. 6).

Подводя итоги сказанному, можно отметить, что в самый трудный период становления института, когда решался вопрос, быть ему или не быть, своевременная инициатива П. И. Мельникова и энергичная поддержка руководства республики определили реальные перспективы его развития. Подтверждением этому служат знаковые события в дальнейшей жизни орденоносного института и самой геокриологической науки. Вот некоторые из них [4]:

1970 г. – при институте создан Научный совет по криологии Земли АН СССР;

1971 г. – институт включён в состав Объединённого учёного совета наук о Земле АН СССР:

1974 г. – в реферативном журнале в разделе «Геология» выделена новая рубрика – «Геокриология»:

1978 г. – на геологоразведочном факультете Якутского госуниверситета создана кафедра мерэлотоведения;

1983 г. – при непосредственном участии института и Научного совета по криологии Земли создана Международная ассоциация по мерзлотоведению, а П. И. Мельников был избран её первым президентом;

1984 г. – в институте создан диссертационный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций;

1987 г. – создан Национальный комитет по мерзлотоведению.

Сегодня институт успешно продолжает развивать национально значимое для России направление научных исследований – геокриологию (мерзлотоведение). Помимо 6 научных подразделений в г. Якутске, он имеет ряд региональных научных подразделений (станций, лабораторий, стацио-

наров), располагающихся в различных регионах РФ и за рубежом (Казахстан), обладает мощной материально-технической базой. Благодаря значительному пополнению молодыми кадрами, институт представляет собой сегодня полноценный, отвечающий всем академическим требованиям и функциональным критериям коллектив увлечённых и энергичных специалистов, уверенно смотрящих в будущее.

Список литературы

- 1. Якутская геокриологическая научная школа (сфера исследований, результаты, люди / отв. ред. Р. В. Чжан, В. В. Шепелёв ; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2010. 236 с.
- 2. Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева АН СССР (1939–1963) / Отв. ред. академик В. П. Мельников; В. В. Баулин. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2007. 194 с.
- 3. Академическое мерзлотоведение в Якутии. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН ассоциированный член Издательства СО РАН, 1997. 328 с.
- 4. Климовский, И. В. «Могучая кучка» профессора М. И. Сумгина / И. В. Климовский // Холодок. 2018. № 1 (16). С. 88—97.
- 5. Климовский, И. В. Академик Павел Иванович Мельников / И. В. Климовский; отв. ред.: Р. В. Чжан, В. В. Шепелёв; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006. 306 с.

120 ЛЕТ ОТКРЫТИЮ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА УЧЁНЫМ-ХИМИКОМ И. Л. КОҢДАКОВЫМ

М. Д. Соколова, В. В. Павлова, Т. Н. Семёнова DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-39-42



Марина Дмитриевна Соколова,

доктор технических наук, директор Института проблем нефти и газа СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» (ИПНГ СО РАН), г. Якутск



Валерия Валериевна Павлова, младший научный сотрудник ИПНГ СО РАН, г. Якутск



Тамара Николаевна Семёнова, библиограф ЦОИР Национальной библиотеки РС(Я), г. Якутск

В 2020 г. отмечается 120-летие со дня открытия синтетического каучука выдающимся русским учёным-химиком, уроженцем г. Вилюйска Иваном Лаврентьевичем Кондаковым (рис. 1). В истории мировой науки химический синтез каучука, безусловно, дал огромный толчок для развития научной мысли, техники, промышленности и всей цивилизации.

Исследованиями в области синтеза каучука из низкомолекулярных веществ на рубеже XIX-XX вв. занимались многие научные лаборатории мира. Однако первым, кому это удалось, был наш земляк, уроженец г. Вилюйска Иван Лаврентьевич Кондаков (1857-1931 гг.). Его работы по синтезу каучука появились ещё в 1896 г., когда он работал в Юрьевском (с 1919 г. – Тартуском) университете (рис. 2) и привели его в 1900 г. к важному открытию – получению каучука из диметилбутадиена. Вот как об этом пишет в своей статье историк Тартуского университета Туллио Илометс: «В 1900 г. Ивану Кондакову удалось получить при полимеризации 2,3-диметил-бутадиена-1,3 первый в мире синтетический каучук» [1, с. 174]. Академик А. Е. Арбузов также упоминает об этом событии в своей кни-

ге: «В 1900 г. И. Л. Кондаков (Дерпт) получил диизопропенил действием спиртового раствора едкого кали на тетраметилэтилендихлорид. При нагревании полученного спиртовым раствором едкого кали Кондаков наблюдал частичную полимеризацию диизопропенила с образованием твёрдой белой массы» [2, с. 103]. Работа И. Л. Кондакова, опубликованная в 1901 г., вызвала среди химиков чрезвычайно большой интерес. Английский химик Вебер сле-



Рис. 1. Иван Лаврентьевич Кондаков (08.10.1857—14.10.1931 гг.)

дующим образом охарактеризовал значение открытия Кондакова: «Следовательно, мы здесь имеем продукт, который, выражаясь химически, несомненно, нужно принять за первый известный гомолог каучука и который даёт первое конкретное представление о приближающейся и до сего времени непредвиденной возможности осуществить на деле приготовление синтетического каучука» [2, с. 104]. В статьях, опубликованных в Германии [3] и России [4] в 1901 г., И. Л. Кондаков подробно



Рис. 2. Юрьевский университет (1893–1918 гг.)

описал своё открытие и сделал смелое и исключительно ценное в научном отношении обобщение. Он также является первым автором монографии о синтезе каучука (рис. 3). В этой работе И. Л. Кондаков считает 1860-1900 гг. первым периодом получения синтетического каучука полимеризацией изопрена. Посвящая этому целую главу, он подробно описывает, в каком положении находились исследования того времени. Работа в области полимеризации углеводородов и открытие И. Л. Кондакова легли в основу работ других научных лабораторий мира. А. М. Максименко подчёркивает этот факт, выделяя приоритет И. Л. Кондакова в получении синтетического каучука: «Кондаков был первым, кто смело связал свойство полимеризации и получение эластомеров со структурой дивинила. Именно после работы Кондакова учёные стали обращать внимание на способность полимеризации соединений с систе-

мой сопряжённых двойных связей» [5, с. 134]. Аргументы, выдвинутые автором, подкрепляются результатами исследований из трудов учёного в виде формул химических реакций. Профессор И. М. Агаянц в кратком историческом очерке также выделил приоритет Кондакова [6].

Ввиду того, что Эстония после революции 1917 г. не вошла в состав РСФСР, первенство открытия синтетического каучука долгие годы приписывалось Сергею Владимировичу Лебедеву и, по сути, начало восстанавливаться в сторону И. Л. Кондакова только в наше время [7, 8, 9]. Следует отметить связь между этими двумя учёными. Сам С. В. Лебедев очень уважительно относился к научному наследию И. Л. Кондакова, о чём неоднократно упоминал в своих научных трудах [10]. Также он указывал на то, что для его исследований были важны результаты работ И. Л. Кондакова. Так, в своей дипломной работе, написанной в 1900 г., и в научной работе 1913 г. «Исследование в области полимеризации двуэтиленовых углеводородов» С. В. Лебедев был приверженцем кольцевого («кольчатого») строения каучука, в отличие от И. Л. Кондакова, выдвинувшего гипотезу о цепочечном строении каучука. И только в 1920 г. учёные признали цепочечную макромолекулярную теорию строения полимеров Штаудингера. В одной из последних своих статей советский историк химии профессор Ю. С. Мусабеков пишет: «Окончательное экспериментальное доказательство выводов И. Л. Кондакова принадлежит С. В. Лебедеву. Однако классические исследования последнего по полимеризации диеновых углеводородов, явившиеся научной основой для технического синтеза каучука, были бы невозможны без достижений И. Л. Кондакова. Во время Первой мировой войны в Германии было организовано произ-



Рис. 3. Первая в мировой науке монография о синтетическом каучуке. Автор — И. Л. Кондаков (г. Юрьев, 1912 г.)

водство искусственного каучука самопроизвольной полимеризацией 2,3-диметилбутадиена. По этому методу до конца войны было получено около 3 000 тонн метил-каучука, из которого изготовлялись аккумуляторные коробки для подводных лодок. Разумеется, И. Л. Кондаков в организации этого производства никакого участия не принимал (он в своё время даже не запатентовал своё основополагающее изобретение), однако в основе производства этого первого в мире технического каучука лежали научные исследования Кондакова, которого Лебедев назвал "отцом этого типа каучука". С. В. Лебедев стал автором метода получения синтетического каучука, который позволил организовать крупномасштабное производство и получил мировое признание, в то время как метод Кондакова был сложным и дорогостоящим, реакция имела низкий уровень выхода основного продукта, а резины на

его основе значительно уступали по своим свойствам резинам из натурального каучука» [11, с. 113].

Основные работы И. Л. Кондакова были посвящены синтетической органической химии, и, прежде всего, синтезу и превращениям непредельных углеводородов. Его большой вклад как учёного химика-органика и, особенно, как исследователя, положившего начало быстрому и эффективному развитию производства каучука и резины, оценён в таких монографиях как «Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона», «Выдающиеся химики мира» [12], «История химии» [13], «Синтетический каучук (исторический очерк)» [14], «Большой справочник резинщика»(2012 г.) [6] и, как уже упоминалось, в многочисленных трудах С. В. Лебедева [10].

Профессор И. Л. Кондаков является автором более 150 научных трудов на русском, немецком, чешском и французском языках. Работы публиковались до конца его жизни. Некоторые начатые им направления научной деятельности получили дальнейшее развитие в Эстонии. Под его руководством были выполнены диссертации по отдельным вопросам синтетического каучука и вопросам фармации в Юрьевском университете [15].

Научное наследие И. Л. Кондакова огромное и заслуживает большого внимания и дальнейшего исследования. Так, несмотря на заметную роль, которую И. Л. Кондаков сыграл в русском научном обществе, многие страницы его биографии до сих пор остаются невыясненными, особенно научная и преподавательская деятельность за рубежом. Наличие значительных фактических ошибок и неточностей без привлечения архивных источников отмечается в сухих строчках отдельных статей. Отсутствие исследовательских работ, которые целостно охарактеризовали бы его научный путь, неполный учёт

архивных документов, определение места и роли его в истории отечественной науки ощутимо затрудняют изучение научного наследия этого крупного исследователя.

Создание научной биографии учёного, летописи его жизни и деятельности – дело трудоёмкое и долговременное, и всё это невозможно без проверки уже известных сведений, без обнаружения новых на основе, прежде всего, архивных данных. Мы уверены в том, что часть научного наследия И. Л. Кондакова содержится в архивах и библиотеках не только Прибалтики, но и европейских стран. Основной фонд учёного находится в Историческом архиве Эстонии и архиве Тартуского университета, Музее медицины в Риге, который основал ученик И. Л. Кондакова Я. Майзите (1883–1950 гг.). Некоторые материалы имеются в архиве РАН (отд. СПб.), Российском государственном историческом архиве (отд. Санкт-Петербурга), а также в Российской государственной и национальной библиотеках, научной библиотеке Санкт-Петербурского университета. Неизвестны факты пребывания Ивана Лаврентьевича в Воронеже, куда эвакуировали его лабораторию во время Первой мировой войны.

Наряду с архивными документами, источниковедческой базой явились бы труды самого И. Л. Кондакова, мемуары современников, эпистолярное наследие, а также работы отечественных и зарубежных учёных. Однако многие материалы о жизни и научной деятельности И. Л. Кондакова, опубликованные в различных иностранных газетах и журналах, зачастую остаются пока недоступными для российских исследователей.

В настоящее время в Якутии создана группа, которая начала исследования жизни и деятельности

И. Л. Кондакова. В её состав входят сотрудники Национального архива РС(Я), Национальной библиотеки РС(Я), Института проблем нефти и газа СО РАН, Института гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, администрация и краеведы Вилюйского района, преподаватели и учащиеся Вилюйской гимназии им. И. Л. Кондакова.

В дореволюционном фонде Российской государственной библиотеки нами были найдены 29 научных трудов учёного. В фонде Российской национальной библиотеки Санкт-Петербурга выявлены ещё 4 его научных труда по фармакологии. Кроме крупных научных работ и открытий, И. Л. Кондаков имеет заслуги в реорганизации и модернизации преподавания фармации в Тартуском университете (рис. 4). Во время его руководства фармацевтический институт достиг мирового уровня [16]. В Российской национальной библиотеке находится рукопись учёного по устройству Юрьевского университета. Также были найдены уникальные по своему содержанию документы — полемические и критические его статьи, а также ценные рецензии на некоторые статьи Ивана Лаврентьевича. Отдельные факты его научной биографии отражены в протоколах заседаний Общества естествоиспытателей при Юрьевском и Варшавском университетах, издававшихся с 1890 г. на русском языке. По ним можно проследить его активное участие в работе этого общества. И. Л. Кондаков избирался председателем и секретарем на съездах русских естествоиспытателей (1889,1894, 1901, 1909 гг.) и часто выступал с научными докладами в разных областях химии, фармакологии и биологии. Для химиков эти съезды были прообразами будущих Менделеевских химических съездов.

Сотрудниками Национального архива РС(Я) были доставлены письма И. Л. Кондакова к профессору В. Е. Тищенко из Варшавы. Также мы обнаружили место нахождения его писем к Д. И. Менделееву, А. Е. Фаворскому и С. В. Лебедеву. Это эпистолярное наследие раскроет нам неизвестные подробности из жизни Ивана Лаврентьевича. Последней удачной находкой явилось «Студенческое дело Ивана Кондакова» и его формулярный список 1916 г. в филиале Академии наук Санкт-Петербурга. В целом перечень найденных материалов об И. Л. Кондакове даёт лишь некоторое представление о масштабе личности этого человека.

В год 120-летия со дня открытия синтетического каучука И. Л. Кондаковым, наша инициативная группа планирует издать фотоальбом о нём. Это будет первая попытка собрать документальные факты о жизни и научной деятельности Ивана Лаврентьевича и предста-

вить их широкому кругу читателей.

Список литературы

- 1. Илометс, Т. Иван Лаврентьевич Кондаков / Т. Илометс // Труды по химии. — 1969. — Т. 5, вып. 235. — С. 171—175.
- 2. Арбузов, А. Е. Краткий очерк развития органической химии в России / А. Е. Арбузов. М.: Изд. АН СССР, 1948. С. 103-104.
- 3. I.L. Kondakov // J.prakt. Chem. – 1901. –64. – C. 109.
- 4. Кондаков, И. Л. Учёные записки Императорского Юрьевского университета. 1902. № 2. С. 139—146.
- 5. Максименко, А. М. Развитие проблемы синтеза каучуко-генов / А. М. Максименко // Главы из истории органической химии: Сб. М., 1975. С. 132–143.
- 6. Агаянц, И. М. Пять столетий каучука и резины / И. М. Агаянц. — М.: Изд-во «Модерн-А», 2002. — 432 с.

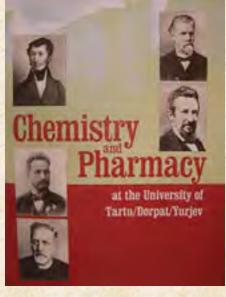


Рис. 4. Заслуги профессора И. Л. Кондакова в преподавании фармации в Юрьевском университете занесены в эту книгу. Авторы: Т. Илометс, В. Паст, Х. Танклер (г. Тарту, 2009 г.)

- 7. Резниченко, С. В. Большой справочник резинщика / С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. — М.: ООО Издательский центр «Техинформ» МАИ, 2012. — Ч. 1. — 744 с.
- 8. Соколова, М. Д. И. Л. Кондаков автор первых работ по синтезу каучуков / М. Д. Соколова, С. К. Курлянд, В. В. Павлова // Каучук и резина. 2017. № 5. С. 324—328.
- 9. Первооткрыватель синтетического каучука И. Л. Кондаков уроженец г. Вилюйска / М. Д. Соколова [и др.] // Наука и техника в Якутии. 2017. № 2 (33). С. 59—62.
- 10. Лебедев, С. В. Жизнь и труды / С. В. Лебедев. Л. : «ОНТИ Химтеорет», 1938. — 779 с.
- 11. Мусабеков, Ю. С. Деятельность И. Л. Кондакова и И. И. Остромысленского в Прибалтике / Ю. С. Му-

- сабеков // Из истории естествознания и техники Прибалтики. – Рига, 1971. – Т. 3. – С. 113.
- 12. Волков, В. А. Выдающиеся химики мира / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова. М. : Изд. «Высшая школа», 1991. 656 с.
- 13. Микеле, Джуа. История химии / Джуа Микеле. М.: Изд. «Мир», 1966. 452 с.
- 14. Сергиенко, С. Р. Синтетический каучук (исторический очерк) / С. Р. Сергиенко. М.: Госхимиздат, 1940. 224 с.
- 15. Ряго, Н. Я. Из истории химического отделения Тартуского университета / Н. Я. Ряго // Труды Института истории и техники. М., 1956. Т. 12. С. 125.
 - 16. Илометс, Т. Указ. соч. / Т. Илометс. С. 171.

НОВЫЕ КНИТИ



Соколов, Анатолий Дмитриевич. По следам государевых ямщиков / Анатолий Соколов. – Изд. 4-е, исправл. и доп. – Якутск : Медиа-холдинг «Якутия», 2020. – 408 с.

Настоящая книга по просьбе многочисленных читателей переиздаётся в четвёртый раз и является продолжением прошлых трёх изданий. В книге впервые собраны разрозненные сведения о хозяйственной и культурной деятельности первых русских ямщиков, о становлении и работе на Иркутско-Якутском почтовом тракте. В третьей части книги подробно описана жизнь и быт приленских ямщиков в суровых условиях Якутского края того времени, а также дано описание и характеристика многих ямщицких станций от Якутска до Иркутска.



Светлана Ефимовна Соколова – библиотекарь, краевед, летописец / [сост. : В. В. Лапшина, И. В. Никитина ; гл. ред. И. В. Никитина ; отв. ред. А. И. Слепцова ; МБУ «ЦБС» ГО «город Якутск»]. – Якутск, 2020. – С. 192 : фот. – (Якутская ЦБС. Жизнь в профессии).

Настоящий сборник является четвёртым в продолжающейся серии «Якутская ЦБС. Жизнь в профессии». Он посвящён Светлане Ефимовне Соколовой, руководившей 44 года Табагинской сельской библиотекой. В книгу вошли воспоминания коллег, односельчан, друзей, родных, близких, мемуарные записи Светланы Ефимовны о своём детстве, о школьных годах, о создании музея при библиотеке. Содержатся рукописные отзывы читателей и публикации из газет. Она автор стихов, вошедших в книгу.

Сборник адресован тем, кто интересуется историей г. Якутска и его пригородов, кто профессионально связан с библиотечным делом.

КРАСИЛЬНИКОВ ДМИТРИЙ ДАНИЛОВИЧ — ВОИН, УЧЁНЫЙ, ЧЕЛОВЕК

А. Д. Красильников, кандидат физико-математических наук; С. П. Кнуренко, кандидат физико-математических наук

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-43-48

Красильников Дмитрий Данилович родился 25 октября 1920 г. в с. Мугудай Чурапчинского района Якутской АССР. Семья была большой, одних детей – восемь человек. Жилось трудно. В 1930 г. Дмитрий поступил в школу. Под влиянием старшего брата Иннокентия, окончившего с отличием в 1937 г. Чурапчинское педагогическое училище, у него выработалось серьёзное отношение к учёбе и постоянная тяга к знаниям. Уже тогда свои скромные знания он пытался использовать для общего дела и привлекался в качестве секретаря сельского совета в родном Мугудае. По окончании Чурапчинской семилетней школы в 1937 г. Дмитрий поступил на рабфак при Якутском педагогическом институте и, закончив его, работал учителем математики и русского языка в неполных средних школах Усть-Алданского и Чурапчинского районов ЯАССР.

Тяжёлые условия жизни в трудные предвоенные и особенно в во-

енные годы трагически сказались на судьбе его семьи. Об этой поре Дмитрий Данилович так писал в своих дневниках: «20.05.1940. ...Умер отец, безобидный, бедный труженик. Умер брат Костя, жизнерадостный, неугомонный зубоскал Костя! Умер, сражённый безжалостной косой смерти, словно едва раскрытый цветок. 16.06.43 г. Умер Кеша. Умерли Гаврил, Василий, Кеша маленький, Ситти, Боркоя, Кичика, Кеша средний... О, сколько смертей за три года! Остались я, да немногие... Вы, оставшиеся, выживите, иль вам суждена та же участь! О, ужас! А я! Нет! Не умру! Не погибну! Я выживу, выдержав жестокие удары, безжалостные шквалы волн жизни. Как ива молодая выдерживает благодаря своей гибкости порывы урагана и выходит победителем в битве за жизнь свою, за своё место под солнцем. Так и я. Вернусь триумфатором с поля битвы за счастье, за жизнь!»

В 1943 г., после неоднократных неудачных попыток отправиться на фронт добровольцем, Дмитрий всё же



Дмитрий Данилович Красильников (1920—1985 гг.) — известный учёный в области исследования космических лучей сверхвысоких энергий, лауреат Ленинской премии, заслуженный деятель науки ЯАССР, участник Великой Отечественной войны

был призван в ряды Советской Армии. В своём дневнике буквально на следующий день по возвращении с фронта он пишет: «7.10.44 г. Молодец Я! Вчера вернулся из армии по ранению. Итак, я своё обещание выполнил. Очень рад! Меня отсюда направили в военное училище. В Забайкалье нас не приняли, набора нет. Оставили в пехоте. Учились на стажёра (в 386 ЗСП). 28 ноября меня определили в маршевую роту. Я, было, обрадовался, как и все. Лучше на фронте попытать своё счастье, чем сдыхать с голоду и от мучений в тылу.

Приехали 26 января, через 40 суток на фронт. Сразу нас зачислили в 17-ю Духовщинскую Краснознаменную стрелковую дивизию на пополнение. 10 дней учились и формировались. Хорошо «пополнение», когда из старого состава полка только два повара остались до нас! Меня сделали писарем 48-го стрелкового полка. Находились в «мешке» под Витеб-

ском. Стояла мягкая зима 44-го года. Моросил дождь. Спали в лесу на снегу. 30 января заняли оборону, сидели в траншеях. Кормили ничего, мёрзли, не спали. Насквозь промокли. 3 февраля бросили нас вместе со всеми в наступление на Витебск после получасовой артиллерийской подготовки. 48-й стрелковый полк в первый день был во втором эшелоне. Не выпустили ни одного патрона. А немцы нас так и крыли минометами и орудиями. Из 73 человек в роте осталось только 20 к исходу дня. На другой день нас, оставшихся, бросили в атаку. Начали вяло. Наша артиллерия била мало. К 10-ти часам меня ранили в левую ногу под колено. Сразу подбили, упал. Ой, сколько было боли! Чуть не плакал навзрыд. Отчаянно кричал, звал санитаров. Сам отполз и покушал. К 6-ти часам вечера нашёл свою санроту. Лежал в полевых госпиталях в Смоленске (месяц), в Москве (месяц) и в Красноярске (4 месяца). Теперь отпустили меня подчистую. Белобилетник. Я хромаю. Коленный сустав работает



Д. Д. Красильников (слева) с товарищем по палате в эвакогоспитале (г. Красноярск, май 1944 г.)

ограниченно. Повреждены б/берцовая и м/берцовая кости. Освобождён по 11 "в" и 43 статьям. Пока нога при себе, но мало надежды на заживление, гниёт кость. Врач сказал: «Может сама заживёт». Но как бы то ни было, я остался жив, выдержал (хоть как-нибудь) испытание огнём и сталью, прошёл через поле смерти, выполнил свой гражданский долг, храня свою честь в чистоте, согласно своей совести служил и воевал больше года. Я горд сознанием выполненного долга. Мне теперь не стыдно смотреть прямо на людей, на вещи... Да, война есть величайшее испытание всех сил и возможностей народов и отдельных людей. На фронте, кроме вероятности гибели, есть мучение беспрерывного, до истощения движения, отсутствие сна, еды, постоянное нервное напряжение. В сравнении с этим любая трудность в тылу только кажущаяся, просто иллюзия капризного!

Ой, сколько жертв! Да, очень, очень дорого заплатили мы за свою государственность, за свою советскую жизнь. Трижды будут прокляты те, кто останутся после войны живыми и не сделают свою жизнь хорошей, действительно человечной, которой можно было гордиться! Они сделают позорное предательство, осквернение памяти миллионов, безымянно павших на полях сражения воинов, если жизнь свою не устроят согласно тем идеалам, за которые боролись и гибли наши солдаты. Надежда только на будущее!..

Ох, труден удел нашего солдата! Не говорю, что наш солдат очень умелый — нет. Но зато храбрее, беззаветнее нет солдата в мире. Другие более или менее шкурники, а мы — нет. Просто просимся на смерть. Только это и спасло нас. Только это. Наш низший и средний комсостав ниже своего призвания. Умения и организованности мало. Волокиты, бардака больше. Это плохо. У немцев не то. Они организованней, дисциплинированнее. У них комсостав действительно закалённый, хороший. Они воюют умело, крепко. Но их дело проиграно. Да, близок час расплаты. Скоро, скоро грянет священная месть за всё!

Ох сколько побито, разрушено, поругано! Война принесла неисчислимые бедствия. Нет, ничем нельзя заплатить, возместить за реками пролитую кровь, за ручьями текущие слезы матерей и близких людей! Кто вернёт отнятую хоть маленькую, но всё же светлую для каждого жизнь миллионов?! Кто поверит, что без новых сражений и горя восстановим разрушенное хозяйство?! Когда самая богатая, цветущая половина страны превращена в пустыню, в пепел. Когда самая трудоспособная часть населения вырезана. Когда так мала оставшаяся горсточка мужчин... Но выживем..., будем надеяться! Выстоим! Выдержим, как и всегда!»

Война оставила в душе молодого паренька неизгладимый след, изменила его. Он много думал о смысле жизни, о своём месте в ней, мечтал хоть о маленьком, но счастье. Осенью 1944 г. он записал в своём дневнике:

«Ну вот, я вернулся. Как будто бы всё при себе осталось. Но... Но здоровье своё оставил там, вместе со своей кровью, вместе с потом своим в пустынных степях сурового Забайкалья, в болотах Белоруссии, вечно сырой. Прежнего меня уже нет. Суровость армейской, солдатской жизни коснулись своим ледяным смрадом и дыханием всего, что годами лелеял я. Да, жизнь сурова! Она – арена схваток за лучшее место под солнцем. Грызутся все, бьются всем, чем обладают. А я? И раньше не бился и сейчас сомневаюсь. И раньше отвечал и сейчас готов сорваться. К чему? Не всё ли равно? И до армии жил согласно своей совести, которую проповедует книжная мораль. Из поля брани вынесла меня судьба. Лично от меня никаких усилий не приложилось постольку, поскольку не требовалось оно. Я очень худой, слаб, меня беспокоят лёгкие. По рентгенограмме правая половина не работает. Неужели судьба моя так благодарно вырвав из когтей смерти, с поля битвы меня живым, пожелает, чтобы я стал здесь жертвой туберкулёза. Неужели это возможно? Это ли не будет несправедливостью, если вообще существует таковая? Но, как и всегда, будь оно в мирной жизни, будь оно под свист пуль, под вой мин и разрывов снарядов, во мне кричит голос самоуверенности, надежды выпутаться целым из трудностей. Я полагался и полагаюсь на свою счастливую судьбу (надеялся и уверился горячо, что она такая). Итак, будем живы, будем года считать без устали. Итак, передо мною стоит вопрос: «Как прожить мне судьбою данные года?». Дорог, мелких тропинок много. Одни дороги не дальние, для короткой жизни. Другие – для дальнего следования. А мне какой из них следует идти? Насколько крепко моё здоровье, на сколько лет на моё имя выписан чек жизни? Вот этот вопрос постоянно мучит меня. И в состоянии ли я даже думать о дальней дороге? О, этот проклятый вопрос изгрыз меня за последние 5-6 лет. Я сам не рассчитываю на большую будущность. Не пожинать мне лавров славы. Я – обыватель, мещанин, скромненький житель Земли. Мне надо немного. Я молю свою судьбу дать мне немножечко пожить. Я не прошу, не надеюсь на увенчанную громкой славой столетнюю старость. Я не создан для лавров, бронзовых бюстов и глубокой, всё испытавшей старости.

Дай мне, судьба, люб<mark>имую девушку, жену, домаш-</mark> ний очаг – мой свободный уголок, и сына-якутёнка – мою надежду, моё завещание будущему, дань моему маленькому народу – вот и всё, о чём мечтает и горюет моё исстрадавшееся, простое солдатское сердце. Ведь это немного. Но выполнение этого страстного желания составит моё счастье. Я был бы вполне удовлетворён жизнью и считал бы себя счастливым. Я тогда не жаловался бы, хоть был бы бедненьким, безымянным. Живой, вырванный из рук смерти, я наполовину счастлив. Но имея любимую жену, платящую мне тем же, сынка и свой очаг, я стал бы вполне счастливым. Я этого заслуживаю. Я раньше страдал порядочно – неудавшаяся за 9 лет любовь, смерть почти всех родных, трудности армейской и фронтовой жизни! Справедливость требует, чтобы оставшуюся половину жизни я не страдал. Я надеюсь на такую жизнь! Я мечтаю о такой жизни! И, возможно, судьба даст, добьюсь!»

В ноябре 1944-го Дмитрий поступил на физико-математический факультет Якутского педагогического института. Об этом времени в своём дневнике он пишет следующее: «Вот уже прошло две недели, как я начал учиться в институте. Приехал 17 ноября, через двое суток после выезда из дома. ... Путешествие очень понравилось. Ехать было очень хорошо. Как близок мне этот милый пейзаж! Всё бело, царит торжественная тишина и везде разлита голубая печаль. Щемящая боль расширяет грудь, тайная грусть волнует сердце, никнет беспомощная голова и затуманивается взор при виде твоём, о край родной, мой край безмолвный, суровый и величавый! А ты, сирый, без сынов, прославляющих тебя! Ты лишён славы, и дни твои пропадают безымянно, как тысячи <mark>т</mark>воих сынов. А ты, родимый, всё также спишь равнодушно, сурово хмуря седые брови.

Приняли без хлопот. А. Е. Мординову и Ф. Г. Дьяконову моё благодарение за участие и внимание. Пока трудно. Не понимаю, что читают лекторы. Да к тому же как-то неважно читают. Занят, главным образом, списыванием конспектов. Живу у Павла Гаврильевича Яковлева — фининспектора НКФ ЯАССР по улице Ворошилова, 7, кв.1. Плачу по 75 рублей за месяц».

После успешного окончания института в 1948 г. Дмитрий Данилович возобновил свою трудовую деятельность в качестве младшего научного сотрудника станции космических лучей при Якутской научной базе АН СССР. Свои исследования он начал с изучения метеорологических эффектов в космических лучах и экспериментально подтвердил теорию метеорологических эффектов Фейнберга-Дормана в вариациях интенсивности космических лучей.

По рекомендации Л. Е. Фейнберга в 1953–1956 годах Дмитрием Даниловичем была выполнена работа по

изучению ионизационных толчков, в которой он показал, что в создании таких толчков доминирующую роль играют электронно-ядерные ливни. Результаты этих исследований были обобщены им в кандидатской диссертации «Большие ионизационные толчки в сферических камерах и энергетический спектр мюонов в области энергий 10¹¹ - 10¹³ эВ», успешно защищённой в 1963 г. в научно-исследовательском институте ядерной физики МГУ. Здесь особо следует отметить предположение молодого учёного о возможности прямой генерации мюонов при высоких энергиях, впоследствии подтверждённое как советскими, так и зарубежными исследователями

Один из соратников и друзей Дмитрия Даниловича Г. В. Скрипин по этому поводу вспоминает: «Его кандидатская диссертация была признана специалистами первоклассным образцом для подражания. Восхищает то, что на таком малозаметном экспериментальном материале, как толчки космических лучей в ионизационной камере, он получил ценные сведения о взаимодействии ядерно-активных частиц в атмосфере. Это диссертационное исследование послужило мощным импульсом к развитию целого научного направления работ в ИКФИА – широкие атмосферные ливни в космических лучах. Правда, немало труда и нервов пришлось потратить Дмитрию Даниловичу для организации и строительства грандиозной уникальной установки. Были жаркие споры по данному вопросу на учёных советах институтов СО АН СССР, в Новосибирске и Москве. Финансовые средства и материалы добывались с большим трудом».

С 1953 г. под научным руководством профессора Сергея Ивановича Никольского (ФИАН, Москва) предметом исследований Д. Д. Красильникова стали широкие атмосферные ливни (ШАЛ). В 1954–1958 годах для исследования временных вариаций космических лучей в области энергий 10¹⁴ – 10¹⁶ эВ в Якутске была создана экспериментальная установка ШАЛ, на которой начались непрерывные наблюдения. На материалах этих



На даче, как утверждал Дмитрий Данилович, думается всегда легче (1969 г.)

наблюдений Д. Д. Красильниковым вместе с его сотрудниками были показаны изотропия космических лучей при энергиях $10^{14} - 10^{15}$ эВ с точностью до 0,05% и излом спектра мощностей ШАЛ в области $5\cdot10^5$ частиц на уровне моря.

Опыт исследований вариаций ШАЛ якутской группой под руководством Д. Д. Красильникова был замечен Научным советом АН СССР по проблеме «Космические лучи». Именно этой группе было предложено реализовать идею создания гигантской установки ШАЛ для устранения «белого пятна» в изучении космических лучей предельно высоких энергий. О том периоде Г. В. Скрипин вспоминает так: «В те далёкие времена в институте наступали горячие дни. Первый отряд ШАЛовцев во главе с Иваном Слепцовым приступил к работе. Жили в палатках, обедали в Октёмской столовой. Построили гараж, котельную, столовую и другие хозяйственные объекты. Здесь отличились Михаил Гоммерштадт, Василий Корякин, Алексей Павлов и трагически погибший на Октёмском полигоне Алексей Рымарь.

Потом нагрянули отряды разработчиков, монтажников, наладчиков. Были мобилизованы все лучшие инженерно-технические силы не только нашего, но и московских институтов. Отладкой же и установкой черенковских детекторов, предназначением коих являлась регистрация свечений от ливневых частиц высоких энергий в ночной атмосфере, занялся отряд «черенковцев» во главе с Иваном Слепцовым.

Мне в то время приходилось часто бывать на полигоне. Наша группа устанавливала в центре детекторы нейтронов, мюонов и электронов. В качестве секретаря учёного совета отдела приходилось присутствовать на всех совещаниях и обсуждениях. Запомнились бурные диспуты по различным вопросам. Строить ли установку со сгущениями в центре или растаскивать станции на периферию? Какие усилители лучше — московские или свои, испытанные в условиях полигона? На каких радиоволнах и как перехватывать мастерный импульс, сигнализирующий центру об одновременном приходе ливневых частиц?

Составлялись чёткие графики работ, соревновались отрядами. «Черенковцы» отличились. Они первыми рапортовали в апреле 1971 г.: «Все 14 черенковских детекторов функционируют исправно, получено 170 часов регистрации, зарегистрировано 700 ливней». Это была явная победа: установка начала выдавать ценную научную информацию о дальнем галактическом Космосе. Первая очередь установки была принята Госкомиссией в 1973 г. Полученные результаты ставили новые экспериментальные и теоретические задачи. Установка совершенствовалась, расширялась. Были её вторая и третья очереди.

Материала хватало всем. Защищались кандидатские и докторские диссертации, публиковались статьи, монографии, сотрудники участвовали в международных конференциях по астро- и космофизическим исследованиям. Пришло мировое признание».

По этому поводу академик Г. Ф. Крымский в своих воспоминаниях утверждает: «В то время не было ни одной заметной конференции по космическим лучам в нашей стране или какой угодно другой, где бы не произносилось слово «Якутск». Чаще всего это означало, что цитируются научные результаты, полученные на знаменитой установке ШАЛ».

Тогда в Якутске ожидалось проведение всесоюзного семинара по космическим лучам (КЛ), и по этому случаю должны были прибыть ведущие специалисты в области их изучения: академик Вернов, член-корреспондент АН СССР А. Е. Чудаков, профессор С. И. Никольский из ФИАНа, профессор Г. Б. Христиансен из МГУ. На семинаре должны были заслушать доклады по результатам первых наблюдений КЛ в области сверхвысоких энергий (выше 10¹⁷ эВ), провести государственную приёмку Якутской установки ШАЛ и наметить дальнейшие планы её работы.

Дмитрий Данилович умел подбирать и расставлять сотрудников в группы и по направлениям исследований, и этим достигалось наиболее прорывное наступление в деле развития установки и анализа данных. Он везде видел перспективу и каждому её объяснял, поэтому в лаборатории люди работали как на самих себя, так и на общее дело. Особое внимание уделялось молодым сотрудникам. С одной стороны – ускоренное освоение физических и математических методик, с другой - развитие и использование тех способностей и новых знаний, которые привносили в лабораторию молодые специалисты. Особенно это проявилось в ходе подготовки докладов на всесоюзный семинар в Якутске, а также при подготовке физического проекта второй очереди установки. Была проделана огромная работа, результаты которой превзошли ожидаемое, во многом опередив результаты зарубежных установок ШАЛ. Чтобы увидеть масштаб работ тех насыщенных трудовым порывом дней, достаточно назвать квазикалориметрический



Дискуссия на научном семинаре (полигон ШАЛ, 1972 г.)



Президент АН СССР А. П. Александров вручает диплом и нагрудный знак лауреата Ленинской премиии Красильникову Дмитрию Даниловичу. «Да не оскудеет рука дающего!» — говорит Дмитрий Данилович, имея ввиду возможность дальнейшего финансирования проекта (Москва, Кремль, май 1982 г.)

метод оценки энергии первичной частицы, образующей ШАЛ, метод изучения продольного развития ливня по его черенковскому излучению, приложение метода обратных задач к восстановлению каскадной кривой, применение черенковского излучения ШАЛ для определения прозрачности атмосферы и другое.

В ходе этих работ стала видна и перспектива дальнейшего развития установки. Были начаты работы над проектом по наблюдению сильнонаклонных ШАЛ и созданию нескольких оптических детекторов для регистрации черенковского света ШАЛ, приходящего под большими зенитными углами. Только через 10 лет в Америке была создана установка, чем-то напоминающая наш детектор, правда в технически новом качестве и с усовершенствованной физической идеей.

Вердикт академиков на семинаре был однозначным: развивать установку дальше, просить Сибирское отделение АН СССР о дальнейшем финансировании проекта. Несколько неожиданным было предложение академика Вернова отметить государственную приёмку Якутской установки защитой кандидатских диссертаций тех научных сотрудников, которые принимали активное участие в её строительстве. Таковыми были сотрудники лаборатории ШАЛ, которой руководил Дмитрий Данилович, – Т. А. Егоров, В. А. Орлов и И. Е. Слепцов.

Благодаря этим первым результатам, якутскую установку стали посещать известные исследователи косми-

ческих лучей из Японии, Аргентины, Боливии, Англии, США, Германии, учёные из социалистических стран: Венгрии, Болгарии, Польши и др. Особенно хочется отметить посещение известного американского учёного, лауреата Нобелевской премии Джеймса Кронина.

Вклад Дмитрия Даниловича Красильникова в копилку якутской науки огромен. Он внёс определяющий вклад в разработку проекта Якутской комплексной установки ШАЛ (ЯКУШАЛ), предназначенной для наблюдения космических лучей с энергией 10¹⁷ — 10²⁰ эВ. Под его руководством и при личном участии были разработаны детекторы частиц, приёмники атмосферного черенковского света ШАЛ и основные схемы регистрации установки. Он уделял много внимания дальнейшему развитию и модернизации экспериментальной базы, на всех уровнях ставил вопросы о необходимости скорейшей реализации второй очереди Якутской комплексной установки ШАЛ, проект которой разрабатывался под его руководством.

По результатам исследований широких атмосферных ливней на Якутской установке Дмитрий Данилович подготовил докторскую диссертацию «Исследование энергетического спектра и анизотропии в направлениях прихода космических лучей с энергией 10 ¹⁷ - 10 ²⁰ эВ».

Д. Д. Красильников является одним из основателей Якутской школы космофизиков и организатором исследований широких атмосферных ливней космических лучей в Якутии. Им был подготовлен ряд высококвалифицированных специалистов по физике космических лучей. Под его научным руководством защищены восемь кандидатских диссертаций.

Он был членом Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Космические лучи», Координационного совета по исследованию космических лучей сверхвысоких энергий наземными установками, неоднократно избирался в состав партбюро ИКФИА, руководил методологическим семинаром института.



Дмитрий Данилович в своём рабочем кабинете (Якутск, 1984 г.)

К 75-летию Великой Победы

Д. Д. Красильников имел постоянную связь с видными отечественными и зарубежными учёными, принимал активное участие в работе международных конференций и симпозиумов по космическим лучам в Финляндии (1960), Японии (1961), Венгрии (1969), Австралии (1971), Франции (1972), США (1973), Польше (1974), ФРГ (1975), Великобритании (1976), Болгарии (1977), Японии (1979), Италии (1982), Индии (1983), где достойно представлял советскую науку.

Научные труды Д. Д. Красильникова получили широкое признание среди специалистов по физике космических лучей не только в нашей стране, но и за её пределами, о чём свидетельствуют многочисленные ссылки на его труды, одобрительные отзывы и персональные приглашения на участие во всех международных конференциях и симпозиумах по космическим лучам.

Дмитрий Данилович Красильников скоропостижно скончался 6 марта 1985 г. Один из видных специалистов по космическим лучам, профессор Джон Линсли (США), узнав о смерти Дмитрия Даниловича, написал: «Я глубоко огорчён вестью о неожиданной кончине Дмитрия Даниловича Красильникова. Я знал его недолго, меньше 15 лет, но считал его своим дорогим другом. Кроме всего, испытывал чувство глубокого уважения за силу духа, замечательное мужество, остроту его научной мысли, оригинальность ума... Это невосполнимая потеря».

У Дмитрия Даниловича среди учёных-космиков был широкий круг друзей. Однажды, уже после смерти Д. Д. Красильникова, С. П. Кнуренко довелось быть на конференции по космическим лучам в Японии. Во время конференции, узнав о смерти Дмитрия Даниловича, многие подходили и выражали свои соболезнования якутским учёным.

Трудовая деятельность и боевые заслуги Д. Д. Красильникова отмечены медалями, Почётными грамотами Президиума Верховного Совета ЯАССР. Ему присвоены почётные звания заслуженного деятеля науки ЯАССР, заслуженного ветерана СО АН СССР. За участие в цикле работ «Исследование первичного космического излучения сверхвысокой энергии» Д. Д. Красильникову в 1982 г. присвоена высшая награда страны – звание лауреата Ленинской премии СССР в области науки и техники.

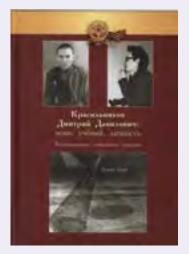
В памятные даты Д. Д. Красильникова в родном ему Институте космофизических исследований и аэрономии СО РАН проводятся дни его памяти, научные семинары, где его коллеги делают научные доклады о новых результатах по любимой им физике космических лучей. Многие его ученики начинают свои лекции студентам и школьникам с упоминания о лауреате Ленинской премии Д. Д. Красильникове, отдавая дань тем достижениям, которые были получены этим замечательным и увлечённым человеком, приобщая тем самым научную молодёжь к знаниям и продолжению исследований космических лучей.

Именем Д. Д. Красильникова названы улицы в г. Якутске и в его родном Чурапчинском улусе, ему установлен памятник на родине и школа носит его имя.

Его детищу — Якутской комплексной установке ШАЛ — присвоено имя Дмитрия Даниловича Красильникова — ветерана и инвалида Великой Отечественной войны, почётного гражданина Чурапчинского улуса, замечательного учёного и Человека!

В статье использованы дневниковые записи Д. Д. Красильников<mark>а з</mark>а 193<mark>9—</mark>1945 гг.

НОВЫЕ КНИТИ



Красильников Дмитрий Данилович: воин, учёный, личность (воспоминания, избранные статьи) / [сост. А. Д. Красильников]. — Якутск : Издательский дом СВФУ, 2015. — 180 с.

Настоящая книга посвящена памяти Дмитрия Даниловича Красильникова, выдающегося якутского учёного-физика, фронтовика, лауреата Ленинской премии СССР по науке и технике. В книгу вошли воспоминания друзей, коллег и родных, записи из личного дневника за 1939—1979 годы, также представлены избранные статьи учёного.

Предназначена для широкого круга читателей.

<u>Предисловие редакции.</u> Предлагаем читателям ознакомиться с отрывком из автобиографической книги д.г.н., проф., акад. АН РС(Я) Марии Кузьминичны Гавриловой «Моё поколение с обожжёнными крыльями» (Якутск, Бичик, 2007). Она рано лишилась отца, расстрелянного по ложному обвинению в 1938 г., испытала тяготы и невзгоды, которые пришлось переносить детям в военное время. Пусть эта публикация будет данью памяти ей и всем детям, пережившим самую страшную и жестокую войну в истории человечества и не дожившим до этого светлого дня — 75-летия Великой Победы.



Мария Кузьминична Гаврилова (1928–2010 гг.), выдающийся учёный-мерзлотовед и климатолог, доктор географических наук, профессор, действительный член Академии наук РС(Я)

ЯКУТИЯ ВО ВРЕМЯ ВОЙНЫ

М. К. Гаврилова

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-49-55

Как пишут во многих воспоминаниях, день 22 июня 1941 г. запомнился ясным и солнечным. Был ярок он и в Якутске. Мы жили тогда почти за городом, в частном секторе по 4-й линии (это сейчас район ул. Жорницкого). С утра ничто не предвещало чрезвычайного. Был хороший воскресный летний день. Хозяйка наша, Татьяна Михайловна Харинова, уехала на Вилюй за вещами; до этого они жили в с. Малыкай, на промысловоохотничьей станции от «Холбоса», где Яков Петрович был бухгалтером. Дядя Яша ушёл с утра в город в гости к родственникам. Дома остались моя мама, я и хозяйские дети Тамара и Вова. Радио тогда в домах было не везде, а телефон тем более.

День прошёл как обычно. Поиграли, пообедали, поужинали. Яков Петрович не возвращается. Подождали, легли спать. Летом «по-дачному» спали под крышей на чердаке. Дядя Яша пришёл поздно, поднима-

ется по лестнице, стучится: «Мария Фёдоровна! Война!»

Пошли ночи, полные лая собак. Это разносили повестки из Военкомата. Мужчины посёлка-новостройки, все в расцвете сил, были мобилизованы в первые же дни. У соседей справа, Тирских, остались дедушка, невестка и маленькая дочурка; у соседей слева, Тетериных, – жена и два мальчика.

Между нынешней улицей Жорницкого и дорогой на аэропорт был большой огороженный пустырь, который и до войны назывался «военным лагерем». Вот тут и был сбор будущих фронтовиков. Так как это было совсем рядом с нашими домами, то мы целый день проводили здесь, разыскивая знакомых. Однажды мама встретила поэта Кудрина-Абагинского, которого провожала жена.

Проходило комплектование подразделений, шла перекличка, строились, маршировали. В перерывах



«Проводы мобилизованных в 1941 году». П. В. Попов. 1943 г. (http://wwii.space/картины-и-рисунки-ссср-часть-8/9/)

шли к семьям, которые терпеливо ожидали по краю поля, у кустарника. Поражало полное спокойствие: никакой паники, истерики, слёз. Все были уверены, что это какое-то недоразумение, что скоро всё кончится, и все благополучно вернутся. Ночью снимались и шли колоннами на пристань грузиться на баржи. Многие, конечно, так и не увидели больше Якутска и своих родных.

По официальным данным, в 1941—1945 гг. из Якутии было мобилизовано 62 343 человека, 37 965 человек (61 %) были убиты или пропали без вести. В первый год брали на фронт поголовно, в последующем появилась «бронь» для партийных работников, учителей, геологов, жителей северных районов и других категорий населения.

Не пригодных к военной службе «белобилетников» военкоматы стали брать на «трудовой фронт», в том числе мобилизовывали и женщин. Их отправляли на оборонное строительство аэродромов и пристаней, грузопогрузки в морской порт Тикси, на рыбозаводы в Булунский район и другие места, угольные шахты Сангар, в леспромхозы Олёкминского и Ленского районов, на аэрогеодезические и геологические работы. Многие родственники моего мужа, проживавшие в Усть-Алданском районе, в том числе его тётя Мая Горохова, были отправлены на рыбную ловлю по р. Алдану. Два его брата, заболевших после рыболовства, были отправлены на лесоповал в Южную Якутию, откуда вернулись еле живыми.

Проходит 3-4 месяца – война не кончается. Фашисты захватывают город за городом. Зимой пошли первые «похоронки». В нашем доме первой такое извещение получила семья Дьяконовых. Их сын Борис, талантливый студент-математик, погиб на поле брани, но мать до конца жизни ждала его. Однажды утром принесли извещение семье Кузьминых. Пожилая пара отправила на фронт единственного сына, многообещавшего учёного, заместителя директора Якутского пединститута. Мать сразу лишилась сознания. Отец, бухгалтер, уже ушел на работу. Соседи обсуждали, как ему объявить о случившемся. Но опередили дети: только старик вошёл во двор, они всё и выпалили.

У наших хозяев Даниловых три племянника ушли на фронт одновременно, похоронные на них тоже пришли вместе. Мать их, казалось, не воспринимала этого. Я водила её в военкомат для уточнения пособия. Кстати, один из них, Алексей Попов, только что окончил театральную студию при Якутском драмтеатре. Он был первым мужем танцовщицы Марии Птицыной, матери будущего главного балетмейстера Якутского театра оперы и балета. И хотя отцом ребёнка был педагог музыки Андрей Филиппович Костин, мать дала сыну имя погибшего воина — Алексей Попов. Под Сталинградом был убит племянник моей мамы Гаврил Дмитриевич Дубинский (Харитонов), активист Намского улуса.

В городе начали заканчиваться продукты. До 22 июня в магазине по 3-й линии (в будущем – известный магазин на ул. Жорницкого) все стены от пола до потолка были уставлены крабовыми консервами в го-

лубых банках («Снатка») – никто их не брал. Через несколько дней все прилавки опустели.

Ввели карточки разного вида и калибра: «рабочие», «служащие», «иждивенцы», «детские». Нормы на хлеб, крупу, сахар и другое в течение войны менялись, конечно, постепенно снижаясь, а иногда карточки и не отоваривались. Но главная проблема была с хлебом. Необходимость в нём была каждый день, поэтому за ним всегда стояла большая очередь. Сначала раздачу хлеба пытались организовать по учреждениям. Затем стали прикреплять к магазинам по месту прописки. Мы отоваривались почему-то не в ближайшем магазине по 3-й линии, а в дальнем — в магазине по дороге в авиапорт. К концу войны открылось снабжение по чинам и ведомствам. Лучше снабжались, конечно, магазины партийной верхушки, Рыбтреста, Якутзолота, Ленского речного пароходства и др.

За хлебом ходили в основном школьники (родители были на работе). Самым вожделенным было получить маленький добавочный кусочек — «довесок». Его можно было с чистой совестью съесть по дороге домой. На довесок надеялись и опухшие от голода люди без карточек, в основном из районов, скромно стоявшие у прилавков и даже не попрошайничавшие, а молча надеявшиеся на понимание...

Зиму 1941/1942 гг. пережили более или менее. Сельчане зарезали последний скот. На базаре можно было ещё купить мясо и масло. Однако война всё не кончалась. Летом разразилась страшная засуха. Нормы уменьшились. Мама оказалась на работе в артели, где занимались переработкой овощей, видимо, для столовых. Директор Сухушин разрешил работникам брать зелёные листья капусты. Мама варила из них щи. Заглядывавший к нам полуголодный мамин родственник Конон Харитонов после войны с благодарностью вспоминал эти супы, говоря, что было очень вкусно...

Во вторую зиму начался голод в районах. В городе всё-таки были карточки, а в сельской местности — ничего. Беспаспортная система колхозов не позволяла жителям уходить в город. На западе страны голод был больше в городах, в деревнях всё-таки были огороды и кое-какая живность. Там городские отправлялись в село менять вещи на продукты. В Якутии же тогда огородничество не было развито. Осенью ещё ставили силки на зайцев, да ловили карасей, но к зиме стало совсем туго. В колхозных складах было зерно, но его не разрешали выдавать, хранили для весенней посевной. Выдача грозила тюрьмой («разбазаривание социалистической собственности»)...

Голод в Якутии в военное время сильно подорвал численность якутского народа. По предварительным расчётам, в Якутии от голода во время войны умерло примерно 69 тысяч человек, т. е. даже больше, чем было призвано в армию... Если по переписи 1939 г. численность якутов составляла 413 115 чел., то в послевоенные годы она уменьшилась до 300 тысяч, или снизилась более чем на 100 тысяч. Лишь в последние годы, т. е. через полстолетия, она достигла довоенного уровня. Считается, что в Белоруссии, где шли жаркие

бои, в Великую Отечественную войну погиб каждый 4-й житель. Но это же произошло и в далёкой от фронта Якутии...

По подсчётам Н. Дьяконова (Саха Сирэ, 19 мая 1944 г., с. 3), наибольший голод был в 1941—1943 гг. Тогда, например, по Вилюю погибло более 7 тыс. человек: Сунтарский р-н — 2631, Нюрбинский — 1154, Верхневилюйский — 1514, Вилюйский — 1737. В Центральной Якутии смертность была ещё выше. В некоторых населённых пунктах люди умирали сотнями, хоронили их в общих ямах. Но всё это было под строгим секретом.

Рождаемость в Якутии во время войны, естественно, снизилась почти в 3 раза. Велика была смертность и среди родившихся детей. Так, до 1944 г. в возрасте до 5 лет умерло 45,5 % детей, при этом среди них до 1 года — 54,3 %. Я помню, что смерть грудных детей в знакомых мне семьях была тогда довольно обычной, всё это воспринималось естественно и не вызывало больших эмоций.

Как всегда, во время войны увеличилось число инфекционных заболеваний: дифтерит — в 1,5 раза, скарлатина — в 2 раза, сыпной тиф и коревая краснуха — в 3 раза (последней переболела и я), цинга — в 9 раз. Но особенно свирепствовал туберкулёз. Не было ни одной семьи, где кто-нибудь не болел этой болезнью. Попала в их число и моя мама.

6 января 1942 г. вышло постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) «О развитии рыбных промыслов в бассейнах рек Сибири и Дальнего Востока». По всему Северу были созданы рыбзаводы, но кадров не было. Решающей силой явились «трудовики», эвакуированные, переселенцы и заключённые. В Якутию с запада было переселено 6 тысяч человек. В основном это были переселенцы с Прибалтики — «ненадёжные» представители буржуазии и интеллигенции, департированные в течение 48 часов вместе с семьями при присоединении к СССР территорий Латвии, Литвы и Эстонии.

Вначале их называли «поляками», а затем «литовцами». Во дворе дома по ул. Петровского, 11, где мы жили, был полуразвалившийся одноэтажный дом. Здесь размещался какой-то штаб и жил староста переселенцев. В этот дом потянулись какие-то люди в несколько необычных европейских одеяниях. Особенно нас, детей, поражали ватные подплечники, делавшие плечи, «как доски». Потом эти люди исчезли.

Судьба прибалтийских переселенцев была тяжёлой. К осени их погрузили на баржи и увезли на Север. Но там уже начиналась зима, а для них не было ни домов, ни продуктов. Местные власти даже не были предупреждены. Больше повезло тем, кто оказался близ каких-то жилищ. Местное население как-то поддерживало их. Помогало построить жильё, научило охотиться, рыбачить...

Бывший секретарь обкома партии Андрей Иванович Захаров рассказывал, как однажды он был послан в командировку в Булун. Из-за плохой погоды остановились в каком-то поселении. Это был лагерь прибалтов. То, что он увидел, привело его в ужас: жалкое подобие жилищ, а в них лежали люди, не в силах встать. Весь

двор был в «поленницах» из трупов. Несколько бывших коммунистов скрывались. Захаров провёл экстренное заседание партячейки, разработал план выживания. На следующий день с ближайшей метеостанции под дулом пистолета заставил дать радиограмму в обком.

В таком же положении оказались и участники «чурапчинской трагедии». В народе говорят: «Беда одна не приходит». Так, в годы войны, в 1941-1943 гг., в Центральной Якутии разразилась сильная засуха, начавшаяся, по существу, в 1939 г. Особенно пострадал Чурапчинский район: пересохли озёра, нечем было поить скот, начался падёж. Пользуясь постановлением СНК и ЦК ВКП(Б) о развитии рыбных промыслов на Севере, правительство решило переселить чурапчинцев вместе со скотом в Кобяйский, Жиганский и Булунский районы. Сказано – сделано. Гибель началась уже с бестяхского берега, где люди находились в неизвестности несколько недель. Их, как и прибалтийцев, выбросили в низовьях р. Лены уже в начале зимы без пищи и крова. Из переселённых в 1942 г. 5318 человек вернулись на родину в 1944 г. менее 3000, 44 % переселенцев умерли. Из больших семей остались живыми единицы. Среди моих знакомых это Ирина Оконешникова и Григорий Пудов из Института мерзлотоведения, известный художник, детдомовец Афанасий Мунхалов и другие.

Впоследствии во всех этих безобразиях стали винить ОК ВКП(б) во главе с I секретарём И. Л. Степаненко и Наркома земледелия, а также бывшего секретаря Чурапчинского РК ВКП(б) Н. Н. Барашкова...

В апреле 1943 г. вышло постановление ЦК ВКП(б) «Об ошибках в руководстве сельским хозяйством Якутского обкома ВКП(б)» за подписью секретаря ЦК А. А. Андреева. В постановлении говорилось, что из-за неправильных действий руководства в республике резко сократилось (почти в 3 раза) поголовье скота, внедрялись более теплолюбивые южные культуры (пшеница и овёс) вместо проверенных скороспелых (ячмень и рожь), в холодные арктические районы насильно вменялось полеводство и т. д. ...

В результате с работы были сняты: І секретарь ОК ВКП(б) И. Л. Степаненко, председатель Совнаркома В. А. Муратов, зав. отделом обкома Маркеев, нарком земледелия Анашин, секретарь горкома ВКП(б) Артёмов, редактор газеты «Социалистическая Якутия» Родохлеб, ответственные работники В. Имулин, Н. Морозов, В. Смоляников и др. Первым секретарём Якутского обкома ВКП (б) был избран приезжий русский Г. И. Масленников, а председателем Совнаркома – местный якут И. Е. Винокуров. С тех пор в руководстве республики обязательными стали якут и русский (обычно из приглашённых). Пленум обкома ВКП(б) от 24—27 мая 1943 г. произвёл большой эффект на жителей Якутии. Оживилась работа на селе, резко снизилась смертность в районах...

1 сентября 1941 г. я пошла в 5-й класс школы № 16 г. Якутска (до недавнего времени двухэтажное деревянное здание её виднелось по дороге в авиапорт). Здесь мы увидели первых эвакуированных. Это была жена директора школы В. К. Чернявского Елена Антоновна

(учительница немецкого языка) и многодетная семья учителя Н. С. Миненко из Таганрога. Все жили при школе. Никита Сергеевич был нашим классным руководителем, его жена – учительница начальных классов; одна дочка, Августина, училась со мной, две старшие – в школе № 10 в Рабочем городке. Одна из них, Алевтина, живёт до сих пор в Якутске, стала женой известного учёного Николая Сергеевича Иванова.

Но вообще эвакуировали в Якутию не так уж много людей... Сказывалось, безусловно, расстояние и отсутствие массовой транспортной системы. Приезжали, по-видимому, по собственному желанию и в основном те, у кого были какие-то связи. Так, приехала из Ленинграда семья якутского лингвиста Семёна Андреевича Новгородова – жена Мария Павловна и дочь Елена. Их опекала будущий доктор наук племянница Новгородова Е. Н. Коркина. Елена поступила в пединститут и окончила его. Затем они вернулись обратно. Приехала и дочь М. Н. Андросовой историк О. В. Ионова и здесь вышла замуж за А. Е. Мординова.

В 1942 г. приехала из Москвы, после скитаний по Башкирии, семья моего дяди Г. О. Лукина — жена, два сына, тёща и её внук от другой дочери. Вначале они пожили у В. О. Лукиных, а затем получили квартиру. Сам Гавриил Осипович, будучи в отпуске в столице в июне 1941 г., вступил в Московское ополчение. Затем узнали, что он мерзлотовед-дорожник, и отправили его в Забай-кальский военный округ.

Когда начался перегон самолётов «Аляска — Сибирь — фронт», Гавриила Осиповича послали в Якутск на мерзлотную станцию. Дело в том, что при перелёте американских самолётов основными пунктами посадок были: Фэрбенкс (Аляска) — Уэлькаль (Чукотка) — Якутск — Красноярск и т. д. Но при плохой погоде и вынужденной посадке необходимы были запасные аэродромы. Вот их-то и надо было подготовить на территории Якутии. Говорят, что, например, в Олёкминске в отдельные дни

накапливалось до 200 самолётов... А вообще, с 1942 по 1945 годы из Америки было перегнано по лендлизу 8094 военных самолёта. Из них было составлено более 250 полков на западном фронте, отправлены они были и на восточный фронт (бои с Японией). При перегоне 115 лётчиков погибло. Катастрофы происходили в основном в Верхоянье. До сих пор находят останки воздушных кораблей высоко в горах, в совершенно безлюдных местах.

Школы в Якутске топились дровами. Дров не хватало, было холодно, сидели в пальто, чернила замерзали. Где-то под потолком тускло горела керосиновая лампа, иногда пользовались и свечами. Но занятия шли полным ходом. Не стало хватать тетрадей — в ход пошла всякая бумага. В амбаре у дяди Васи Лукина я нашла

какие-то холбосовские отчёты отца и сшила из них вполне сносные тетради.

С осени 1941 г. под лозунгом «Всё для фронта – всё для победы» начались всевозможные сборы. Взрослые подписывались на заём, собирали деньги на самолёты, танки, орудия, сдавали одежду – телогрейки, шапки, валенки и др. Школьники собирали металлолом (помню, во дворе школы № 16 стоял старшеклассник и делал царапины на предметах – цветной металл в одну кучу, простой - в другую), мелкую одежду (мама сшила несколько рукавиц), кисеты (девочки иногда вышивали и вкладывали записки). Потом пошёл сбор бутылок (оказывается, туда заливали какую-то горючую смесь и бросали в танки). Затем сказали, что на фронте не хватает ваты, и её можно заменить сфагновым мхом, обернув в марлю; поехали за город драть «белый мох». Осенью участвовали в заготовке дров для школы, сборе грибов для какой-то артели, в копке картошки и т. д...

В школах были введены военное дело и санитария: учились делать перевязки, охраняли ночью военный кабинет, изучали оружие, противогаз, на парадах демонстрировали чёткую маршировку. Почему-то не было «политчасов», учителя не информировали о положении дел на фронте (может, потому что шло отступление). Только после освобождения Ленинграда учительница немецкого языка Ирина Конрадовна Юнгман (родом из этого города) вошла радостная в класс и написала на доске «Es lebe Genosse Zukov». Мы поняли, что маршал Жуков причастен к этим событиям. С 1943 г. были введены школьные обеды. Особенно организованно они проходили в школе № 17.

Так как у меня были слабые лёгкие, я каждый год болела крупозным воспалением. В результате каждую весну я проводила в больнице, а лето — в детском санатории. Но весной 1942 г. бог миловал. Мама решила пристроиться где-нибудь на даче. Но дач тогда было мало, семьи жили сами, сдавать, как в Москве,



Перелёт над Верхоянским хребтом по трассе АЛСИБ (https://topwar.ru/119723-alsib-desyat-tysyach-kilometrov-muzhestva-k-75-letiyu-trassy-alyaska-sibir.html)

не было принято. Были горсоветовские дачи, но их выделяли только большому начальству. Побродили один выходной день по Сергеляху – безрезультатно. На несколько недель согласились приютить меня знакомые семьи Ксенофонтовых и Келле-Пелле.

Мама выделила мне мои карточки и отправила на Сергелях. Хлеб покупали в большой очереди в дачном магазине. На обед ходили иногда на дачи НКВД. Там был столовый павильон. Вырезали карточку «крупа» и давали суп. Однажды мы что-то несколько дней не ходили туда, у меня, по-видимому, от сухомятного хлеба, начались рези в желудке. Помучилась несколько дней. Пришла из города мама, и мы поплелись в столовую. Одной тарелки супа оказалось достаточно для моего выздоровления...

Весной 1943 г., ещё до конца учебного года, я всётаки заболела. Летом меня отправили в туберкулёзный санаторий «Красная Якутия». Обстановка здесь была прекрасная — двухэтажный корпус в сосновом лесу на берегу озера. Гуляли в лесу, катались на лодке, на открытой веранде играли в бильярд, шахматы, разные игры. Была библиотека. Много лечилось интеллигенции. Здесь я познакомилась с писателем Суорун-Омоллоном, учёным Георгием Башариным, его женой Калисфеной, пианисткой Галиной Кривошапко, её мужем Захаром Тюнгюрядовым и другими.

Врачи и персонал прилагали все усилия, чтобы подлечить и подкормить людей. Организовали подвоз кумыса из Хатасс, варили хвойный настой, засадили большой огород. Несколько раз мы, ходячие больные, отправлялись на капусту, чтобы очистить рассаду от гусениц. Так как я была подростком, то женщины из палаты меня с охотой опекали. В конце смены уговорили врача оставить меня на второй срок...

Осенью мама от Коопинсоюза (организация инвалидов) поехала драть мох, собирать грибы и взяла меня. Высадили нас у деревни Владимировка. Здесь была уже большая бригада школьников. Жили в палатках. Но вскоре все уехали, мы остались одни. Мама попросилась в дом к одной семье в деревне. Это была русская семья: муж, жена и двое детей. Жена болела туберкулёзом. Однажды муж поймал евражку, семейство устроило пиршество. Мама не могла на это смотреть, и мы на попутной машине уехали в город...

Муж моей двоюродной сестры М. В. Ивановой (Харитоновой) Дмитрий Устинович Иванов ушёл на фронт. Мария Васильевна осталась с двумя дошколятами, Алей и Борей. Квартира в новом доме была холодной, надо было доставать много дров. Всё это было в тягость. Однажды тётя Маня приходит к нам и говорит: «Встретила намского знакомого Данила Сафроновича Протопопова. Он сейчас, оказывается, председатель Нюрбинского райисполкома. Узнав, что я машинистка, пригласил меня на работу в Нюрбу. Обещал помочь и как красноармейке. Я согласилась, квартира пусть пропадает. Но я одна с двумя маленькими детьми боюсь ехать. Поехали со мной. Работа и жильё там найдутся».

Маме не очень хотелось ехать. Но, с другой стороны, и терять вроде нечего. В нашей полукомнате стало

тяжело жить. У Даниловых осела их родственница Попова, жена брата хозяйки. К тому времени её невестка умерла, муж умер, три сына погибли на фронте. Старушка осталась совсем одна, запсиховала, стала пить, ругаться. Мама, я и Тихон решили ехать.

Мария Васильевна была совсем беспомощной. Пришлось ей помогать. На все сборы остался один день. В один сундучок мама уложила наиболее ценные вещи и отнесла к подруге Марии Эверстовой. Остальное рассовали по ящикам и сгрудили в общем дворовом амбаре (потом его, конечно, взломали, и всё наше добро украли).

Постоянного расписания судов тогда не было. Просто сказали, что пойдёт ещё один пароход на Вилюй. Приехали на пристань Даркылах и прождали здесь целую неделю. Все сгрудились в пристанском сарае. Желающих уехать было много. Уже наступила осень. В сарае одна печка-буржуйка. Все на ней пытались готовить или хотя бы вскипятить чайник. Но печкой нахально овладела семья Гоммерштад-Камзель (тёща, дочь, зять, дети). Камзель был в своё время фотожурналистом газеты «Социалистическая Якутия». Время от времени вокруг печки вспыхивали ссоры. В то же время все перезнакомились друг с другом, а некоторые и надолго. Наконец подошёл пароход с баржей. Все ринулись в трюм. Это была грузовая баржа, никаких коек. Каждая семья скучковалась на полу. Из чемоданов и тюков устроили себе спальные места. Ехали довольно дружно...

Через несколько дней подъехали к Верхневилюйску... Следующий пункт наш – Нюрба. Подъехали где-то во второй половине дня. Берег полон народу. Приветствуют последний пароход, едут дальше в Сунтар. Нас встречают Протопоповы. Ведут к себе домой. У председателя райсовета своей квартиры нет, снимает жильё в частном доме. В одной комнате живут хозяева, в другой – Протопоповы. Да ещё тут вваливаемся мы, 6 человек. Ивановым вскоре подыскали жильё, а мы остались у Протопоповых. Как-то Данил Сафронович увидел мою тетрадь, всю в «пятёрках», и очень уважительно стал относиться ко мне. Зимой было завершено строительство частного дома Протопоповых, и мы все переехали туда. Хозяева дали нам с мамой одну комнату, а сами разместились в другой. Жили хорошо. Данил Сафронович председательствовал, часто был в командировках. Жена его, эвенка, тётя Маруся, была чудесной женщиной, весёлой, остроумной. Она была домохозяйкой, сидела с детьми...

В первое утро приезда в Нюрбу пошли познакомиться с селом. Улицы Нюрбы довольно прямые. Село вытянулось вдоль берега, самые большие дома занимают райком партии и райсовет (одноэтажные) и средняя школа (двухэтажная), во дворе которой начальная одноэтажная школа. Жилые дома, в основном частные, довольно аккуратные, вымазаны голубоватой глиной «туой». Через речку Нюрбинку – комплекс больницы и тубсанатория...

Мы прожили в Нюрбе два года. С продовольствием здесь было хуже, чем в Якутске. К тому же райпотребсоюз проворовался. Бухгалтер, красивая девушка из



Учащиеся 7-го класса Нюрбинской средней школы (1944 г.).
Первый ряд: Павел Теленков, Лия Рожина; второй ряд: Петр Рудых,
Соломон Жирков, Людмила Подваркова, Мария Титова; третий ряд:
Татьяна Попова, Мария Гаврилова, Мария Кондратович,
Валентина Протодьяконова

благородной семьи местного фельдшера Попова, занималась какими-то махинациями, её посадили. Хлеб давали то мукой, то зерном, в мизерном количестве. В каждом доме были жернова — маленькая мельница. Крупы не было. Вместо сахара в конце войны стали выдавать конфеты «подушечки». В день Победы жители наварили из них бражки. Масло и мясо надо было доставать самим. Иногда привозили из наслегов, но продавали только по указанию хозяев, где продавцы останавливались: «Этому дай, тому нет». Соль была кемпендяйская, из Сунтарского района. К концу войны в Нюрбе построили спичечную фабрику. Палочки были без коробок, кучкой, сера — шкуркой.

Промтоварных карточек почти не было. Выдавали иногда ткань уезжавшим на фронт и на учёбу по направлению. Однажды маме дали всё-таки талон на обувь. Упросили продавца выдать мне сапоги. Но обувь эта была, видимо, местного производства. Через неделю вылезли страшные гвозди, ходить в них было невозможно.

Электричества тогда в Нюрбе не было, керосина тоже. Пользовались, в основном, свечами, иногда делали их сами. А у бедных хозяев были, по старинке, даже лучины...

Весной 1944 г. наши благодетели Протопоповы уехали в Якутск. Данила Сафроновича назначили заместителем министра сельского хозяйства. Дом они продали главному зоотехнику района Пантелеймону Андреевичу Кангаласову, попросив, правда, оставить нас хотя бы до лета... Он только что женился на молоденькой русской девушке, окончившей строительный техникум в Якутске и строившей телятники по району. Кангаласовы согласились приютить нас, но молодая хозяйка, конечно, с

нетерпением ждала конца учебного года.

И опять начались наши скитания по чужим квартирам. Пока было тепло, мы прожили в домике летнего санаторного лагеря, где мама и я во время каникул работали медсёстрами. Но к осени надо было подыскать чтото капитальное. Мама встретила знакомую по Якутску, Ирину Андреевну, младшую сестру друга нашей семьи, известного врача Марии Андреевны Яковлевой. Оказывается, она вышла замуж за нюрбинца и жила здесь. Муж – какой-то мелкий интеллигент, собиратель фольклора, - мотался по районам. Ирина жила в своём доме одна с тремя «ущербными» детьми. Первая дочь (уже в подростковом возрасте) была от первого мужа, немца Штогберга, который рано умер. Лаура в малолетнем возрасте выпала из окна 2-го этажа. Осталась жива, но была «малость не своя», нигде, конечно, не училась. Младшие были от второго мужа. Мальчик болел кост-

ным туберкулёзом, ковылял на костылях. Девочка была совсем малышка, ещё не ходила.

В доме был хозяйственный пристрой - юрта. Ирина предложила в ней перезимовать. Кое-как утеплили, заделали щели, обмазали и зажили втроём. Но всё равно было холодно. Камелёк пожирал много дров, а своего топлива не было. Дом стоял на берегу речки Нюрбинка, за ней был лес. Мы с Тихоном после школы, пока светло, шли в лес, находили жердины и тащили их домой. Этого хватало на один день. Но потом выпал снег, и стало ещё сложнее. Наконец на работе маме разрешили заготовить кое-какие дрова. Где-то нашли бычка, и привезли одни сани. Но этого было, конечно, мало. Света не было, вечером над камельком подвешивали лучину. В конце концов, я, конечно, простыла и заболела воспалением лёгких. Врач Терентьевская, у которой работала мама, приютила меня в своём тубдиспансере на всю зиму. Весной... мама подыскала другое жилище, у «пашенной» из Якутска нюрбинского происхождения Золотарёвой. С её сыном Юрой мы учились вместе во 2-м классе в городе, но он отстал от меня на один год. Юрий с Тихоном остались самыми близкими друзьями на многие годы...

Предмайские дни 1945 г. были полны какого-то ожидания. Наши шли по Германии. 1-го мая была довольно оживлённая демонстрация. Меня попросили выступить от имени школы. Я училась тогда в 8-м классе. Многие до сих пор вспоминают это выступление с трибуны на площади. Главное, что поразило всех, это речь без бумажки. Я сказала, что советская молодёжь достойно проявила себя на войне. Сейчас Красная Армия у самого логова врага — Берлина, и мы находимся накануне великих событий.

К 75-летию Великой Победы



Больные и персонал Нюрбинского санатория (1945 г.).

Первый ряд: Мария Фёдоровна (в халате), Муся Гаврилова (третья), Александр Миронов (четвёртый)

9-го мая утром, как обычно, отправились в школу. Приходим – говорят: «Победа!» Все пошли в клуб. Был митинг. Затем объявили всеобщее гуляние. Целый день показывали бесплатное кино. Вечером был концерт. По домам – праздник (вот где заработали конфеты «подушечки»), уже с первомайских дней настаивалась бражка, на столах картошечка и капуста...

Затем был радостный Ысыах Победы. В Нюрбе очень хороший парк, заложенный накануне войны тогдашним председателем райсовета, известным якутским

поэтом Сергеем Васильевым. Здесь были митинг и просто гуляние. А настоящие Ысыахи были в наслегах...

Летом 1945 г. вся молодёжь ринулась на учёбу в Якутск. Отделы райсовета щедро выписывали направления во все техникумы и другие учебные заведения столицы. Меня вызвали в районо и сказали: «Пришла телеграмма. В Якутске открывается спецшкола для способных учащихся, с интернатом. Просят прислать отличников. Направим тебя». Конечно, согласились. Всётаки родной город, да если с интернатом, то будет где приютиться.

Райторг всем выезжавшим по путёвкам дал талоны на два метра белого материала и три метра серого материала под названием «молескин». Все отъезжающие, как сговорившись, понашили рубашки-кофты и шаровары. Получилось как униформа. Если в таком одеянии, значит студент.

Мама и Ивановы ещё остались в Нюрбе. Расстались немножко со слезами, но ничего. Впереди — надежды на светлое. Погрузились на пароход. На этот раз баржа была пассажирская — с койками в трюме. Ехали дружно. Состав был молодёжный. Были и знакомые. Девушка напротив моей койки опекала меня: кипятила чай, варила картошку. Мама насушила мне на дорогу мяса. Оказалось кстати, подмешивали в варево. Все ехали на подножном корму, никаких буфетов, конечно, не было. На стоянках тоже ничего не давали, всё было по карточкам. Это был первый мой самостоятельный путь в далёкую дорогу...

НОВЫЕ КНИТИ



Железняк, М. Н. Геотемпературное поле и криолитозона Вилюйской синеклизы / М. Н. Железняк, В. П. Семёнов — Новосибирск : СО РАН, 2020. — 123 с.

В монографии обобщены и проанализированы результаты многолетних исследований, начиная с 1950-х годов по настоящее время, выполненных коллективом сотрудников лаборатории геотермии криолитозоны ИМЗ СО РАН и геологоразведочных организаций. Рассмотрены основные факторы формирования геотемпературного поля, изложены применяемые методические и методологические приёмы, геокриологическая изученность региона. На основании геотермических исследований по 46 разведочным площадям, 112 глубоким скважинам проведён анализ и дана оценка мощности многолетнемёрзлой толщи отдельных месторождений, структур и Вилюйской синеклизы в целом. Выявлены особенности температурного режима нестационарных мёрзлых толщ региона. В монографии представлены результаты массовых определений теплофизических свойств основных типов горных пород в интервале глубин от первых десятков до 2000 метров. Используя данные теплофизических и геотермических исследований, дана оценка распределения плотности внутриземного теплового потока в пределах Вилюйской синеклизы. Настоящая монография является первой обобщающей научной работой по геотермии криолитозоны Вилюйской синеклизы.

Книга предназначена для мерзлотоведов, геофизиков, географов.



М. Д. Ефремова, пресс-секретарь ФИЦ ЯНЦ СО РАН; В. В. Лепов, д.т.н., действительный член АН РС(Я), директор ИФТПС СО РАН DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-56-59

В 2019 г. исполнилось 150 лет со дня рождения выдающегося российского и советского учёного, основоположника современной аэромеханики и аэродинамики, академика АН СССР, Героя Социалистического Труда, заслуженного деятеля науки РСФСР Сергея Алексеевича Чаплыгина (1869-1942 гг.). В федеральном исследовательском центре «Якутский научный центр СО РАН» 13 февраля 2020 г. состоялся круглый стол для аспирантов и молодых учёных, посвящённый этому знаменательному событию. В мероприятии приняли участие академики АН РС(Я): заведующий кафедрой философии ЯНЦ СО РАН Е. М. Махаров; директор ИФТПС СО РАН В. В. Лепов; главный научный сотрудник ИМЗ СО РАН и главный редактор журнала «Наука и техника в Якутии» В. В. Шепелёв, а также академик Академии духовности АН РС(Я), профессор кафедры философии В. Д. Михайлов и главный учёный секретарь ФИЦ ЯНЦ СО РАН П. Г. Мордовской. Со стороны ЯГСХА в работе круглого стола участвовали руководитель Департамента по экономико-правовому и гуманитарному образованию ЯГСХА А. Г. Пудов и старший преподаватель кафедры общественных наук В. П. Старостин. Среди выступающих и слушателей были учителя и учащиеся базовых школ РАН – Физико-технического лицея им. В. П. Ларионова и Якутского городского лицея, а также аспиранты и молодые учёные институтов ФИЦ ЯНЦ СО РАН, СВФУ и ЯГСХА.

Открывая круглый стол, заведующий кафедрой философии ЯНЦ СО РАН, доктор философских наук Е. М. Махаров отметил, что такие мероприятия организуются на постоянной основе, поскольку это место встречи молодых исследователей, аспирантов с крупными учёными. Он обратил внимание на то, что выдающийся русский и советский математик С. А. Чаплыгин внёс огромный вклад в современную аэромеханику и аэродинамику.



Заведующий кафедрой философии ЯНЦ СО РАН, д.филос.н., профессор, академик АН РС(Я) Е. М. Махаров открывает работу круглого стола

На фото вверху – рабочий момент круглого стола

Юные участники круглого стола, учащиеся 9 «б» класса Якутского городского лицея Богдан Китаев и Олег Ефимов рассказали о детстве и школьных годах Сергея Алексеевича Чаплыгина. Он родился 5 апреля 1869 г. в г. Раненбурге Рязанской губернии (ныне город Чаплыгин). Детство у будущего академика было нелёгким, т.к. отец его рано умер. Мать повторно вышла замуж, и хоть отчим и не обижал мальчика, Серёже с ранних лет пришлось зарабатывать на жизнь репетиторством. Уникальность таланта Чаплыгина проявилась уже в детстве. У него была феноменальная память и очень легко давались все предметы, но особую любовь он питал к математике. В заключение докладчики отметили, что биография Чаплыгина их очень впечатлила и в дальнейшем они хотели бы добиться таких же выдающихся успехов, как и он.



Доклад о детстве и школьных годах Сергея Алексеевича Чаплыгина представили учащиеся 9 «б» класса Якутского городского лицея Б. Китаев и О. Ефимов

Аспирантка Института горного дела Севера СО РАН Рада Дягилева представила обстоятельный доклад о трудовой деятельности учёного. Она отметила, что Сергей Алексеевич был великолепным организатором науки. Начав свою трудовую деятельность с должности приват-доцента по прикладной математике, Чаплыгин параллельно работал в Московском Екатерининском институте (среднем учебном заведении для благородных девиц), где получил бесценный опыт в преподавании. В 1901 г. его пригласили в качестве профессора механики на Московские высшие женские курсы, тогда ещё являющиеся частным заведением, а в 1905 г., во времена подъёма революционных настроений в обществе, Сергей Алексеевич был назначен директором этих курсов. Он организовал массовую подготовку специалистов-женщин и получил от правительства участок на Девичьем поле, где построил одно из самых красивых и дорогих на тот момент в Москве учебных зданий с современными лабораториями и учебными классами стоимостью сотни тысяч рублей, хотя первоначально обладал суммой около 60 тыс. рублей. Организационный талант С. А. Чаплыгина сказался и в том, что в 1911 г. он пригласил на курсы большинство преподавателей Московского университета, оставивших его после конфликта с министром народного просвещения Л. Кассо. В 1912 г. Чаплыгин добился того, чтобы выпускники курсов имели статус окончивших университет. С 1900 по 1913 г. число слушательниц курсов возросло с 223 до 7155 человек, а к 1918 г. на курсах обучались уже 8,3 тысячи и по численности они уступали только МГУ. Это позволило С. А. Чаплыгину в сентябре 1918 г. преобразовать курсы во 2-й Московский государственный университет, которым он продолжал руководить вплоть до реорганизации 1919 г. В 1930 г. на базе 2-го МГУ был создан первый Московский государственный педагогический институт.

Революция внесла существенные изменения и в направление научных работ, и в трудовую деятельность С. А. Чаплыгина. Он включился в работу



Выступление аспирантки Института горного дела Севера СО РАН Р. Дягилевой

Научно-технического отдела Высшего совета народного хозяйства, а когда был создан Центральный научно-технический совет при этом отделе, Сергея Алексеевича избрали его председателем. В 1922 г. Чаплыгин был назначен членом коллегии НТО ВСНХ.

После смерти своего наставника Н. Е. Жуковского С. А. Чаплыгина единогласно избрали председателем Коллегии Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), т.е он стал руководителем всей советской авиационной науки. За короткий срок с коллективом, состоявшим полностью из молодых инженеров, С. А. Чаплыгин создал полный комплекс лабораторий, оборудованных по последнему слову техники. ЦАГИ получил наиболее мощные в мире аэродинамические трубы, первоклассную лабораторию для испытания материалов, моторную лабораторию и опытный завод, на котором можно было построить самый крупный самолёт.

В 1926 г. С. А. Чаплыгин был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, а в 1929 г. – академиком. В Академии наук СССР Чаплыгин с момента избрания и до 1935 г. возглавлял работу группы техники. С конца 1935 г. он работал председателем комиссии технической терминологии, а с мая 1937 г. являлся председателем комиссии по гидромеханике и аэрогидромеханике. В 1928 г. Всероссийский центральный исполнительный комитет присвоил С. А. Чаплыгину звание заслуженного деятеля науки и наградил его орденом Трудового Красного Знамени РСФСР. В том же году Моссоветом ему была подарена квартира. В 1941 г. в честь 50-летия научной деятельности Сергею Александровичу было устроено торжественное заседание в большом зале Московского дома авиации. В этот день С. А. Чаплыгину, первому из учёных, было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

На вопрос профессора В. Д. Михайлова о том, что мешает молодым людям, — учащимся старших классов и студентам, заниматься репетиторством, как это делал С. А. Чаплыгин в свои юные годы, тем самым оттачивая свой педагогический талант, Р. Дягилева ответила, что, скорее всего, нынешней молодёжи мешает элементарная лень, а также увлечённость новыми технологиями, отнимающими всё свободное время.

Посвятив своё выступление студенческим годам учёбы выдающегося учёного, д.г.-м.н., проф. В. В. Шепелёв подчеркнул, что Сергею Алексеевичу очень повезло с преподавателями, поскольку тогда в МГУ работали такие яркие личности, как физик мирового уровня Александр Столетов, отец русской авиации Николай Жуковский, выдающийся биолог Климент Тимирязев и др. Виктор Васильевич так резюмировал своё выступление: «Крупных учёных формирует среда, учителя и наставники».

Доктор технических наук В. В. Лепов в своём докладе осветил научную деятельность С. А. Чаплыгина. После окончания в 1890 г. с дипломом первой степени механико-математического факультета Московского университета, он был оставлен Н. Е. Жуковским при кафедре прикладной математики для подготовки к профессорскому званию. В 1893 г. С. А. Чаплыгин сдал магистерские экзамены и написал свою первую научную работу, посвящённую изучению движений твёрдого тела в жидкости, за которую от факультета получил премию профессора Н. Д. Брашмана. В 1898 г. С. А. Чаплыгин защитил диссертацию на степень магистра прикладной математики по теме «О некоторых случаях движе-



В. В. Лепов в своём выступлении осветил научную деятельность С. А. Чаплыгина

ния твёрдого тела в жидкости», в которой предложил решение одной из труднейших задач гидромеханики и сконструировал прибор, изображающий перемещение тела в жидкости. В дальнейшем это привело его к фундаментальным открытиям в области построения общих уравнений механики. В 1903 г. Сергей Алексеевич защитил докторскую диссертацию «О газовых струях», в которой предложил метод исследования струйных движений газа при любых дозвуковых скоростях. Позднее Чаплыгин открыл метод вычисления реальной подъёмной силы крыла самолёта.

В 1918 г. Николай Жуковский привлёк Сергея Алексеевича к работе в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ). Сергей Алексеевич разрабатывал теории крыла моноплана, разрезного крыла, решетчатого крыла.

В. В. Лепов вспомнил годы своей работы в подмосковном предприятии (конец 80-х годов ХХ в.), когда часто ему приходилось посещать прославленный ЦАГИ для решения вопросов испытаний моделей в уникальной сверхзвуковой аэродинамической трубе. Сегодня научная школа выдающегося учёного развивается в Сибирском научно-исследовательском институте авиации им. С. А. Чаплыгина в Новосибирске. В частности, там проходили силовые испытания самолёта фирмы «Сухой» SUPER JET 100.

Отвечая на вопрос В. Д. Михайлова о состоянии математического моделирования в то далёкое довоенное время, докладчик подчеркнул, что вычислительной техники тогда не существовало, и все свои расчёты С. А. Чаплыгин делал вручную, на бумаге.

В своём выступлении доктор философских наук В. Д. Михайлов на примере жизни и деятельности С. А. Чаплыгина подчеркнул важность популяризации науки учёными и их особую роль в подготовке научных кадров.



Выступление д.филос.н., профессора, действительного члена Академии духовности РС(Я) В. Д. Михайлова

Кандидат философских наук А. Г. Пудов сделал интересное сообщение о роли учёного и популяризатора науки С. А. Чаплыгина, как одного из ярких представителей эпохи русского Ренессанса, которая началась в России после отмены крепостного права в 1861 г. и продлилась около 50 лет. В этот период было сделано

Совещания, конференции, заседания

много важных открытий и изобретений, изменивших ход мировой истории. Сравнивая события этой эпохи с современным положением науки и образования, Алексей Григорьевич сделал вывод о том, что наблюдаемое сейчас развитие культуры, искусства и литературы в Республике Саха (Якутия) знаменует новый Ренессанс, в соответствии с которым должна наступить эпоха ещё более активного развития науки и технологий.

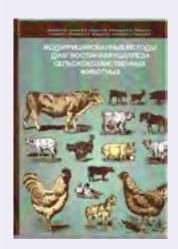
После этого заключительного выступления состоялась небольшая итоговая дискуссия. Говорили не только об огромном вкладе С. А. Чаплыгина в науку, но и о его патриотизме и преданности родной стране. Он был очень горд и счастлив тем, что его собственные исследования и работы учеников и сотрудников, сливаясь с усилиями всего народа, укрепляли военную мощь страны, содействуя славе и процветанию Родины. Во время войны он даже отказался покинуть Москву с другими

крупными учёными, а остался в ЦАГИ и все свои силы отдавал развитию военно-воздушных сил. После того, как институт пришлось переместить в Новосибирск, Чаплыгин помогал строить новый ЦАГИ, и его удалось возвести в кратчайшие сроки.

Следует отметить, что вклад академика С. А. Чаплыгина в развитие науки, техники и обороноспособности страны был отмечен присвоением его имени улицам в Москве и Новосибирске, а 2 октября 1948 г. родной город выдающегося учёного Раненбург был переименован в Чаплыгин. В 1970 г. в ознаменование огромного вклада С. А. Чаплыгина в мировую науку, Международный астрономический союз назвал его именем кратер диаметром 123 км на обратной стороне Луны.

Фото выполнены С. Н. Алексеевым – старшим специалистом пресс-службы ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

НОВЫЕ КНИТИ



Аскерова, С. А. Модифицированные методы диагностики бруцеллёза сельскохозяйственных животных: монография / С. А. Аскерова, М. И. Гулюкин, А. М. Гулюкин, М. И. Искандаров, К. А. Лайшев, Е. С. Слепцов, Н. В. Винокуров, В. И. Фёдоров, О. И. Захарова, А. И. Павлова. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2019. — 262 с.

В данной монографии изложены материалы многолетних исследований по бруцеллёзу сельскохозяйственных животных в Российской Федерации. Обоснованно и убедительно аргументируется ведущая роль методов диагностики для борьбы с данной инфекцией. Большое значение в борьбе с бруцеллёзом сельскохозяйственных животных имеет своевременное полное выявление и убой животных. В монографии подробно описаны современные методы диагностики и результаты исследований, где наиболее полно отражены позитивное значение применения розбенгал пробы (РБП), реакции агглютинации (РА), реакции связывания комплемента (РСК), реакция иммунодиффузии (РИД), реакции непрямой гемагглютинации (РНГА) и молекулярно-генетической диагностики а также целесообразность и перспективное направление дальнейшего поиска и усовершенствования методов диагностики.

Монография адресована сотрудникам научно-исследовательских учреждений и вузов, магистрам и аспирантам, занимающимся проблемами бруцеллёза сельскохозяйственных животных.



Альбертин, М. П. Иммунологическая, патоморфологическая оценка эффективности противобруцеллёзных вакцин и совершенствование средств и методов специфической профилактики бруцеллёза животных : монография / М. П. Альбертян, А. М. Гулюкин, М. И. Искандаров, А. Д. Забережный, К. В. Племяшов, Е. С. Слепцов, Н. В. Винокуров, В. И. Фёдоров, А. И. Павлова, Л. П. Корякина. — Новосибирск : Изд. АНС «СибАК», 2019. — 436 с.

В данной монографии изложены материалы многолетних исследований по бруцеллёзу сельскохозяйственных животных в Российской Федерации. В сравнительном аспекте с применением иммунологических, иммуноморфологических методов исследования на крупном рогатом скоте, овцах и морских свинках изучены реактогенные, вирулентные, антигенные и иммуногенные свойства вакцинных штаммов В. abortus 19, 104 М, 82, В.melitensis Rev-1, 9/23, 56, «К-24», «Н-12». Изучены патоморфологические и гистохимические характеристики органов и тканей проведённых опытов. Предложены эффективные методы иммунизации и реиммунизации вакцинами из штаммов 19 и 104 М в пониженных дозах конъюнктивальным и подкожным способами в комплексе мер борьбы с бруцеллёзом сельскохозяйственных животных.

Монография адресована сотрудникам научно-исследовательских учреждений и вузов, магистрам и аспирантам, занимающимся проблемами бруцеллёза сельскохозяйственных животных.

ОШИБКА ЭЙНШТЕЙНА

ЧАСТЬ 2. НЕЙТРОННЫЕ ЗВЁЗДЫ И ТЕОРИЯ СТРУН

В. В. Лепов DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-60-67



Валерий Валерьевич Лепов, доктор технических наук, директор Института физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН — обособленного подразделения ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», профессор кафедры философии ФИЦ ЯНЦ СО РАН, действительный член Академии наук РС(Я), г. Якутск

Общие понятия о тёмной энергии и тёмной материи, а также об основных классических и квантовых теориях гравитации изложены автором в предыдущей статье [1]. К сожалению, на первом рисунке статьи было помещено ошибочное изображение, поэтому распределение материи и энергии во Вселенной, соответствующее современной стандартной модели ЛСDM¹, вновь показано на рис.1.

Доля чёрных дыр (ЧД) в массе галактик и их скоплений растёт и будет быстро увеличиваться в ходе дальнейших открытий, в частности, российского космического телескопа «Спектр-РГ», коллаборации LIGO-Virgo и других перспективных проек-

тов, что позволит объяснить существенную часть тёмной материи (CDM).

Однако физическая природа тёмной энергии, обозначаемой космологической постоянной Л, остаётся одним из главных вопросов теоретической физики. И если можно обойтись без Л, то необходима ли вообще для описания гравитации общая теория относительности Эйнштейна²? Хотя множество экспериментальных фактов, включая искривление лучей света вблизи массивных объектов, существование чёрных дыр и недавнее обнаружение гравитационных волн, свидетельствующих в пользу верности теории Эйнштейна, появились как



Рис. 1. Современное распределение энергии (материи) во Вселенной. Небольшой сектор справа (0,03 %) — доля тяжёлых элементов

¹ \(\text{\CDM}\) (читается «Лямбда-СиДиЭм») — сокращение от Lambda-Cold Dark Matter, современная «стандартная» космологическая модель, в которой пространственноплоская Вселенная заполнена, помимо обычной барионной материи, тёмной энергией
(описываемой космологической постоянной \(\Lambda\) в уравнениях Эйнштейна) и холодной
тёмной материей (англ. Cold Dark Matter). Согласно этой модели, возраст Вселенной
равен 13,7 млрд лет. Модель \(\Lambda\)CDM стала стандартом вскоре после открытия ускорения расширения Вселенной в 1998 г., так как противоречия стандартной модели были
просто и естественно в ней решены количеством тёмной энергии.

² Общая теория относительности (ОТО), предложеннная Альбертом Эйнштейном в 1915 г., является геометрической теорией, описывающей движение равноускоренных тел в трёхмерном пространстве как проекций, равномерно движущихся в четырёхмерном пространстве-времени. В ней показывается, в частности, что гравитационные силы эквивалентны, неотличимы от инерциальных, и тем самым связаны с деформацией самого пространства-времени.

дополнения стандартной модели, объясняющие тёмную энергию, так и гипотезы, пытающиеся обойтись вовсе без геометрической теории.

1. Чёрные дыры, нейтронные звёзды и фазовые переходы

На неразрешимые математические проблемы современной теории относительности, в частности, возникновение гравитационной сингулярности³, обращал внимание академик С. С. Григорян [2]. Им построена количественная модель нейтронных звёзд⁴ и «чёрных дыр», основанная на классической механике и законе всемирного тяготения Ньютона, современной теории элементарных частиц и представлении о силовом воздействии гравитационного поля на фотоны. Правда, для этого использовалась интересная, но пока не подтверждённая гипотеза о коллапсе вещества нейтронной звезды до твёрдого «кваркового газа», в результате чего образуется невидимая «тёмная звезда» Митчела-Лапласа с намного более плотным ядром и меньшим радиусом, что предотвращает возникновение сингулярности.

Обнаружение в августе 2019 г. слияния неизвестного объекта 2,6 солнечной массы с чёрной дырой в 23 солнечных массы может частично свидетельствовать в пользу существования таких звёзд [3].

Идея существования более плотных, чем ядра атомов, состояний вещества, и «многослойности» нейтронных звёзд, таким образом, не нова, но сложности возникают с экспериментальными фактами. Создать в лаборатории аналогичные условия вряд ли удастся, и теория атомного ядра здесь также не работает. На самом деле эксперимент LIGO был направлен и на исследование возможных состояний вещества, возникающего при столкновении таких массивных объектов, как нейтронные звёзды, что пролило бы свет и на их внутреннюю структуру. Это мог бы быть коктейль из кварк-глюонной плазмы, составляющей суть протонов и нейтронов, но возможны и более экзотические варианты (рис. 2).

Все сигналы с LIGO до случая с нейтронными звёздами были получены от чёрных дыр, объектов, предсказуемых с вычислительной точки зрения. Но в порождении сигнала, зарегистрированного в августе 2017 г., участвовали более лёгкие объекты, и продолжался он гораздо дольше, чем происходит объединение чёрных дыр. Когда две чёрных дыры сближаются по спирали, то они теряют энергию посредством излучения гравитационных волн. Однако в последнюю секунду нового,

полученного LIGO сигнала, каждый объект испытал нечто необычное – он деформировался. Растяжение и сжатие материи звёзд создало энергоёмкие волны, которые ускорили столкновение, но эффект этот оказался слаб и едва заметен, поскольку размер нейтронных звёзд весьма мал, а материя находится в очень плотном, сжатом силами гравитации состоянии, препятствуя приливному растяжению.

Но даже теоретический анализ по измеренной мягкости материи нейтронной звезды не даёт о ней полной информации. Исследование статистики результатов для различных моделей (а рассмотрено более 2 млрд вариантов) при столкновении нейтронных звёзд по данным об электромагнитных и гравитационных волнах, проведённый в 2017 г. [5], показал ограничения на радиус нейтронной звезды (около 1,6 солнечной) и маловероятность кварк-глюонного фазового перехода. Но недавнее обнаружение гигантских нейтронных звёзд массой 2,6 солнечной [3], ставит эти результаты под сомнение.

В любом случае, коллапс вещества нейтронной звезды может представлять собой не что иное, как фазовый переход или даже серию фазовых переходов в условиях сверхвысокого давления. Единственное, чего природа не может допустить в принципе — это сингулярности, и даже в чёрных дырах она представляет собой лишь ограничение модели общей теории относительности. Данный



Рис. 2. Необычное ядро нейтронной звезды (ни теория, ни эксперимент пока не могут подтвердить гипотезу) [4]

³ Сингулярность (космологическая, технологическая, плотности, напряжений и др.) – от лат. Singularis – отдельный, особенный. Математически выражает собой точку, в которой какой-либо параметр или характеристика стремятся к бесконечности. Космологическая С. представляет собой точку, предшествующую Большому Взрыву, а гравитационная С. – точку в центре чёрной дыры, где кривизна пространства времени бесконечна согласно уравнениям общей теории относительности, и даже свет не в состоянии её покинуть. Сингулярность напряжений в вершине трещины присутствует и в теории хрупкой прочности Гриффитса, лежащей в основе современной механики разрушения.

⁴ Нейтронная звезда – космическое тело, представляющее собой результат эволюции звезды массой от 1,4 до 2,16 солнечных и состоящее из нейтронного ядра и тонкой оболочки из тяжёлых элементов. Звёзды меньшей массы (<1,2 солнечной, предела Чандрасекара) превращаются в белого карлика, а большей (предел Толмана – Оппенгеймера – Волкофа) – в чёрную дыру. Радиус нейтронной звезды составляет всего 10–13,5 км.

факт выражен Принципом космической цензуры⁵, смягчённом для вращающихся чёрных дыр в 2017 г. [6].

Но теория фазовых переходов достаточно хорошо разработана и может быть применена даже для мало-исследованных форм материи, которые возникают при высоких давлениях. Прежде всего, фазовые переходы в соответствии с теорией Ландау [7], трактующей фазовый переход как следствие изменения симметрии, характеризуются появлением в точке перехода параметра порядка, равного нулю в менее упорядоченной фазе и изменяющегося до ненулевых значений в более упорядоченной. Теория, в частности, использована автором для описания природы низкотемпературного вязкохрупкого перехода в стали, как фазового перехода [8]. Но, не зная свойств образующейся новой фазы, мы не можем ввести и новый параметр порядка.

Однако вне области применимости теории Ландау работает флуктуационная теория фазовых переходов второго рода [9]. В ней аномальное поведение физических величин вблизи точки фазового перехода связывается с сильным взаимодействием флуктуаций параметров порядка, радиус корреляции которых неограниченно растёт и обращается в бесконечность в самой точке фазового перехода. В частности, в полупроводниках относительно небольшие внешние воздействия порождают сильный скачок теплоёмкости и проводимости, но могут ли таким образом возникнуть особые состояния вещества при сверхвысоких давлениях?

Во многих работах утверждается, что при высоких давлениях (150-170 Гпа, что соответствует миллионам атмосфер) возникает высокотемпературная (при 215-245К, 260К и вплоть до комнатной) сверхпроводимость гидридов некоторых металлов лантаноидной группы [10-12]. Сверхпроводимость вещества, близкого по структуре к металлическому водороду, но находящегося под действием высокого давления, может быть обнаружена и при умеренно высоких температурах, свойственных нейтронным звёздам. Согласно теории, металлический водород обладает комнатной сверхпроводимостью, не требующей дополнительного охлаждения. Переход металлического водорода в молекулярный сопровождается выделением огромного количества энергии – в 20 раз больше, чем при сжигании водородно-кислородной смеси (216 МДж/кг). В процессе обратного перехода вещество звезды резко охлаждается.

Этим могут объясняться свойства магнетаров (и пульсаров), – нейтронных звёзд, обладающих необъяснимо сильной магнитной и радиоактивностью [13], ответственных за так называемые быстрые радиовсплески, когда за миллисекунды выделяется столько энергии, сколько Солнце испускает в течение нескольких десятков тысяч лет. Фазовые переходы вещества, вращающегося с большой скоростью на поверхности таких объектов, будут провоцировать возникновение сильных токов и магнитных полей в сверхпроводящих структурах [12], причём магнитное поле будет периодически выталкиваться, согласно эффекту Мейснера⁶, что может объяснять гигантские энергии, периодичность выбросов такого излучения, а также достаточное быстрое исчерпание активности и затухание магнетара.

Сегодня в ходе миссии Solar Orbiter – совместного проекта NASA и Европейского космического агентства, рассчитанного на семь лет, в течение которых аппарат будет наблюдать за солнечной активностью и полярными областями нашей звезды, подтверждена сложная структура поверхности Солнца. Кроме выбросов плазмы в виде «пятен» и характерных ячеек, обусловленных конвективным теплообменом, в ней присутствуют неоднородности меньшего масштаба, значительно отличающиеся по температуре и составу. Устойчивость таких структур обеспечивается, видимо, электрическими и магнитными вихрями в замкнутых проводящих плазмоидах, но сами исследователи считают, что об их природе говорить пока рано [13].

Согласно ОТО, чёрные дыры не обладают структурой, а представляют собой прокол в пространстве-времени. Однако считается, что червоточинами обладают только некоторые чёрные дыры, но доказательств существования их не найдено. Горизонт событий вокруг чёрных дыр отсекают электромагнитные и гравитационные волны из их глубин, и исследования результатов их столкновений по тем же причинам ограничены. Однако если чёрная дыра обладает массой и плотностью, то должна иметь и структуру, а также фазовый состав. Радиус Шварцшильда⁷ прямо пропорционален массе чёрной дыры, поэтому с её увеличением средняя плотность уменьшается. Так, для чёрной дыры массой более 10¹⁰ масс Солнца её средняя плотность будет меньше плотности воздуха. Примерно такой массой обладает знаменитая чёрная дыра в центре галактики М87, фотография которой была получена

⁵ Принцип космической цензуры (ПКЦ) – способ избежать несоответствия ОТО А. Эйнштейна реальности при описании чёрных дыр. Сильный ПКЦ введён Роджером Пенроузом в 1979 г. для игнорирования возникновения в чёрной дыре за горизонтом событий горизонта Коши, когда пространство-время перестаёт существовать, а уравнения Эйнштейна – выдавать единственное решение, и где Вселенная фундаментально непредсказуема. Пенроуз решил, что это математическая особенность решения, а не реальное описание физического мира. В реальности горизонт Коши будет нестабилен, и любые гравитационные волны спровоцируют его коллапс в сингулярность. Однако в 1979 г. группой математиков из Принстонского университета было показано, что для вращающихся несимметричных черных дыр допускается «слабая» сингулярность на горизонте Коши, и пространство-время в ОТО продолжается за его пределы.

⁶ Эффект Мейснера – полное вытеснение магнитного поля из объёма проводника при его переходе в сверхпроводящее состояние. Впервые явление наблюдалось в 1933 г. немецкими физиками В. Мейснером и Р. Оксенфельдом.

⁷ Радиус Шварцшильда – гравитационный радиус, или радиус горизонта событий невращающейся чёрной дыры. В 1916 г. Шварцшильдом впервые получено точное решение уравнений ОТО для статического сферически-симметричного случая и получено выражение для критического радиуса тела, при котором свет не может покинуть его поверхность в окрестности массивного невращающегося тела.

в 2017 г. в рамках международного проекта «Event Horizon Telescope».

Для вращающейся чёрной дыры применяются решения Керра или Керра-Ньюмена⁸, которые достаточно сложны. Однако они кажутся физически не реализуемыми с учётом реальной дискретной структуры пространства-времени, поэтому пока исследователи опираются на гладкие уравнения ОТО и их решения.

Логично предположить, что на самом деле состав и строение ядра чёрной дыры мало чем будут отличаться от нейтронных звёзд, однако оболочка от горизонта Коши до сферы Шварцшильда будет намного легче и состоять из вращающихся лёгких и тяжёлых элементов. Такое представление более реально с точки зрения физика и материаловеда по сравнению с гладкой математической моделью Эйнштейна.

Таким образом, тёмная материя может быть объяснена большим числом «тёмных звезд», находящихся в промежуточном состоянии между нейтронной звездой и чёрной дырой. Длительность эволюции и существования таких объектов может быть весьма продолжительной и даже превышать возраст известной нам Вселенной.

2. Теория массивной гравитации

Другая гипотеза С. С. Григоряна касалась того, что фотоны, как и материя, испытывают воздействие тяготения, поэтому лучи света при прохождении вблизи массивных объектов будут отклоняться [2].

В январе 2020 г. поддержку международного научного фонда Блаватника для молодых учёных получила работа по развитию теории массивной гравитации [14] профессора Клаудии Де Рам из Лондонского королевского колледжа. А два года назад за свою диссертацию Клаудия получила Премию Адамса — одну из престижных наград Кембриджского университета. Теория массивной гравитации математически дополняет общую теорию относительности Эйнштейна, предполагая, что гравитоны обладают собственной массой, следствием чего является ослабление гравитации на больших расстояниях и ускоренное расширение Вселенной. Тем самым тёмная энергия (пресловутая космологическая постоянная Л) становится лишней.

Пока данная теория не получила экспериментального подтверждения, тем не менее, следует отметить, что оценка дисперсии гравитационных волн от взаимодействия массивных тел со сверхвысокими относительными скоростями (более 0,5 скорости света), произведённая в 2016 г. международной коллаборацией

LIGO, не противоречила сделанным ранее измерениям, а также верхней границе массы гипотетического гравитона ($<1,2\times10^{-22}$ эВ) [15].

Понятно, что масса фотона должна быть намного меньше по величине как гравитона, так и нейтрино (а обнаруженная только в 2019 г. масса последнего примерно 1,5·10⁻³⁶ кг, или 0,086 эВ [16]). Таким образом, современные методы измерения и те, которые, возможно, появятся в ближайшие десять-двадцать лет, неспособны будут её обнаружить. Отсутствие экспериментальной проверки теории означает, что достоверных доказательств её верности пока нет.

3. Квантовые теории гравитации: М-теория и SYK-теория

Отличием квантовых теорий гравитации от ОТО Эйнштейна является замена точечных частиц их конечными дискретными, или квантовыми аналогами. Это позволяет обойти ограничения, присущие математическим моделям Вселенной и приводящим к возникновению сингулярных решений, когда величины обращаются в бесконечность.

Сегодня с очень большой вероятностью можно предполагать, что тёмная энергия является энергией вакуума, но если в классической физике вакуумом является мир без частиц, то в квантовой всё усложняется. Соотношения неопределённости не препятствуют флуктуациям энергии и импульса даже в пустых областях пространства, причём чем меньше будут рассматриваемые размеры области и короче промежутки времени, тем более сильные возможны флуктуации.

Применительно к электромагнитным волнам, соотношение неопределённостей утверждает, что амплитуда волны и скорость изменения амплитуды связаны тем же самым отношением обратной пропорциональности, которое выполняется для координаты частицы и её скорости. Чем точнее указана амплитуда, тем менее точно мы знаем скорость, с которой она изменяется. Если область в пространстве пуста, то и поле имеет нулевую интенсивность, т.е. амплитуды всех волн, проходящих через данную область, равны нулю. Однако точно известные амплитуды, согласно соотношению неопределённостей, и могут принимать любое значение, поэтому в следующий момент времени амплитуда в данной области уже не может быть нулевой.

Амплитуда таких флуктуаций по мере уменьшения расстояний и промежутков времени, в которых наблюдается процесс, будет увеличиваться, а согласно формуле

⁸ Решение Керра-Ньюмена — наиболее общее решение уравнений Эйнштейна для конечного состояния равновесия электрически заряжённой вращающейся сферической чёрной дыры (решение Керра относится к вращающейся чёрной дыре без заряда). Решение порождает особую метрику, которую можно аналитически продолжить так, чтобы в чёрной дыре соединялось бесконечно много «независимых» пространств как «других» Вселенных, так и удалённых частей нашей Вселенной. Там могут быть замкнутые времениподобные кривые: путешественник может попасть в своё прошлое, то есть встретиться с самим собой. Вокруг горизонта событий также существует область, эквивалентная эргосфере, а находящийся там стационарный наблюдатель обязан вращаться вместе с чёрной дырой с положительной угловой скоростью.

⁹ Гравитон – гипотетическая безмассовая элементарная частица, переносчик гравитационного взаимодействия без электрического и других зарядов. Возникает как квант гравитационного поля, но в отличие от электромагнитного фотона, должен обладать спином 2 и двумя возможными направлениями поляризации. До сих пор гравитон не найден ввиду слабости гравитации, однако недавнее открытие гравитационных волн (см. LIGO-Virgo в [1]) даёт надежду на его обнаружение, хотя неопределённость параметров остаётся достаточно высокой [4].

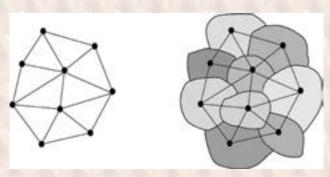


Рис. 3. Кванты пространства в представлении Карло Ровелли / © Carlo Rovelli/ Class.Quant.Grav. 28 (2011)

 $E = mc^2$, энергия, заключённая в таких кратковременных флуктуациях, может быть преобразована в массу путём мгновенного образования пары, состоящей из частицы и соответствующей античастицы, которые затем быстро аннигилируют, чтобы сохранить средний баланс энергии.

В 1986 г. Абэй Аштекар разработал квантовую формулировку уравнений поля ОТО Эйнштейна. В 1988 г. физики Ли Смолин и Карло Ровелли расширили этот подход, показав к 1990 г., что с его помощью гравитация квантуется. Это можно увидеть при помощи спиновых сетей Роджера Пенроуза (рис. 3). Так теория получила название петлевой квантование трёхмерной пространственной геометрии ОТО, вычислена энтропия чёрной дыры, предсказан Большой отскок в момент Большого взрыва вместо сингулярности.

Кроме указанных преимуществ, петлевая квантовая гравитация имеет и свои проблемы. Например, с её помощью не удаётся описать время, которое либо действительно не существует, либо появятся средства для его описания. Возможно, что время — лишь временный, или присущий только человеческому восприятию феномен. Однако нет сомнения, что по мере дальнейшего развития этой теории, её решения должны совпасть с теорией струн. Это будет самым главным триумфом физики, приближающим построение Единой теории.

Теория струн возникла также как замена точечных фундаментальных частиц одномерными объектами, «отрезками нити», названных струнами, с толщиной порядка планковской длины (10-35 м). При этом они могут быть как замкнутыми, так и открытыми. Колебания этих струн будут характеризовать определённые частицы. Энергия колебаний зависит от амплитуды и длины волны; масса частицы, таким образом, определяется модой колебания струны (рис. 4).



Рис. 4. Моды колебаний струны определяют характеристики частицы

Конечность области взаимодействия ликвидирует не имеющие физического смысла бесконечные решения в ОТО. Кроме энергии (массы) частицы, тип колебаний определяет также электрический заряд и константы слабого и сильного взаимодействий. Одна из мод колебаний струн в точности соответствует характеристикам гипотетического гравитона, что естественным образом объясняет гравитацию. Физика теории струн построена на скрытых измерениях.

Немецким физиком Т. Калуца ещё в 1919 г. при разработке единой теории поля было введено четвёртое пространственное измерение. Его идею развил шведский физик-теоретик О. Клейн, создав первую теорию квантовой гравитации. Современный вариант теории струн требует, чтобы струны могли совершать колебания по 9 независимым направлениям, т.е. пространство должно иметь 9 измерений: три из них — это привычное трёхмерное пространство, а остальные 6 — скрытые, «свёрнутые» в настолько маленький объём, что недоступны для наблюдения. Плюс ещё одно измерение — время.

Таким образом, Вселенная, согласно современной теории струн, должна иметь не менее 10 измерений. Дополнительные пространственные измерения не могут быть свёрнуты произвольным образом. Уравнения теории струн существенно ограничивают геометрическую форму, которую они могут принимать. Этим уравнениям удовлетворяет один конкретный класс шестимерных геометрических объектов, которые носят название пространств (или многообразий) Калаби-Яу (Calabi – Yau shapes). Названы они так в честь двух американских математиков Э. Калаби и Шин-Туна Яу, работы которых, выполненные ещё до появления современной теории струн, сыграли центральную роль в понимании этих пространств (рис. 5).

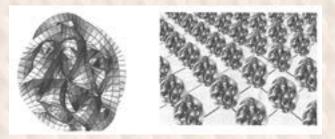


Рис. 5. Шестимерные многообразия Калаби-Яу

Существовало не менее 5 вариантов теории струн, различающихся существенными деталями. Самые последние достижения связаны с объединением этих 5 вариантов в один, который получил название *М-теории*. М-теория, кроме колеблющихся струн, включает колеблющиеся двумерные объекты — «браны» (от слова «мембраны»). Для этих объектов пришлось ввести ещё одну скрытую (свёрнутую) пространственную координату, поэтому М-теория работает с 11-мерным пространством-временем.

Объединённая теория струн, или М-теория обязана своим названием Эдварду Виттену (рис. 6), настоящему

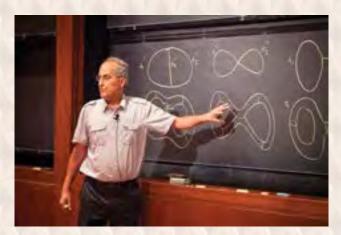


Рис. 6. Эдвард Виттен, «отец» М-теории, объединивший теории струн

герою струнных теоретиков, которому дали право так назвать её примерно в 1995 г. Правда, он так и не объяснил своё название этой теории. Одни предположили, что М означает «мистическая», «магическая» или «материнская». Другие предположения — «матричная» и «мембранная». Как бы то ни было, М-теория объединила различные версии теории струн на основе самых общих принципов и позволила с другой точки зрения взглянуть на многие знакомые вещи.

Можно сказать, что основными объектами М-теории являются мембраны, некие объекты в виде пузырей, внутри которых время и пространство деформируются. То, что происходит внутри пузыря, эквивалентно тому, что отражается на его поверхности. Фактически она также, как и ОТО, является геометрической теорией, однако построена на более фундаментальных и понятных принципах. Одним из основных в теории струн и их дальнейшем развитии является выдвинутый в 1993 г. знаменитым голландским физиком-теоретиком Джерардом Хоофтом голографический принцип [17], который доказывается математически, а физически выражается в том, например, что физические законы на поверхности и внутри пузыря будут одни и те же, однако гравитация на поверхности будет отсутствовать, появляясь только в трёхмерном мире.

Пояснить этот факт можно балансом тепловой и механической энергии: $\Delta E=T\Delta S-P\Delta V$. Изменение достаточно большого объёма при изменении любой координаты X на его поверхности приблизительно можно выразить как $\Delta V \cong A\Delta X$, где A — общая площадь поверхности. При неизменной энергии системы получим, что $T\Delta S=(PA)\Delta X=F\Delta X$. Таким образом, изменение энтропии вызывает силу, направленную против перемещения, которую можно трактовать, как гравитационное притяжение. Тем самым гравитация становится статистической энтропийной величиной, а не реальной силой, нуждающейся в некоторых носителях взаимодействия.

Голографический принцип состоит из двух утвержлений [17]:

1) вся информация, содержащаяся в некой области пространства, может быть представлена как «Го-

лограмма» – теория, которая «живёт» на границе этой области:

2) теория на границах исследуемой области пространства должна содержать не более одной степени свободы на площадь Планка.

По мере развития физики элементарных частиц стало очевидно, что голографический принцип не только удобен как теоретический инструмент для изучения чёрных дыр, но и применим к пространству-времени любой размерности. Вселенную можно представить как трёхмерную голографическую проекцию, представляющую собой внешнюю границу четырёхмерного пространства. Теоретические исследования коллектива Хуана Малдасена из Принстонского университета дали результат, вписывающийся в голографический принцип: физические законы гипотетической вселенной с пятью измерениями и её четырёхмерной проекцией совпадают [18]. Этот принцип назвали калибровочно-гравитационным соответствием, или голографической дуальностью: два существенно разных описания для физики одной и той же системы даны на языке гравитации и на языке квантовой теории, причём первое на одну размерность больше.

Этот принцип в 1998 г. был применён для объяснения пропорциональности энтропии ЧД площади её горизонта событий. Таким образом, горизонт событий ЧД может хранить всю информацию о попавших внутрь объектах, и они могут быть восстановлены при наличии соответствующей технологии. Так, на основе AdS/ СFT решён известный информационный парадокс Хокинга для чёрных дыр, а также дан существенно иной сценарий эволюции вселенной — без Большого Взрыва, но с нескончаемыми циклами взаимопревращений для сцепленной пары гигантских чёрных дыр космологического масштаба.

Далее, в 1993 г. физики конденсированного состояния материи Субир Сачдев и Джинву Йе предложили модель для анализа материи в топологической фазе квантовой жидкости [19], а в 2015 г. Алексей Китаев, специалист по квантовым вычислениям, дал на основе подхода AdS/CFT и своих более ранних разработок (за которые ему в 2012 г. была присуждена Премия Юрия Мильнера) модель квантовой голографии, объединяющую квантовую теорию поля и гравитацию, а также показал её точное решение [20].

С тех пор эту модель, впервые объединившую абстрактные теории калибровочных полей и совершенно конкретную физику гравитации нашей реальности, называют SYK (Сачдева-Йе-Китаева). Новейшая разработка А. Китаева оказалась настолько удачной, что все известные теоретики физики струн и квантовой теории поля ринулись её изучать и публиковать свои варианты её развития.

Самое же любопытное здесь то, что именно в SYK ныне стали находить свои места все ранее припрятанные открытия из 1990-х. Причём здесь они обнаруживаются уже не разрозненно, а во взаимно согласованных дополнениях, как существенно важные элементы единой конструкции [21].

Так, например, в основе М-теории лежит модель Хоравы — Виттена (рис. 7), а принципиально важная суть его заключается в том, что пространство мира должно быть представлено в раздвоенном виде — как две параллельные браны, при этом трубки-перемычки в разных проекциях выглядят как струны. Замкнутая струна (частица-фермион) в данной картине представляет собой «поперечный срез» перемычки, а открытая струна, с концами, прикреплёнными к бране (бозон), является «продольным срезом» трубки-перемычки. Справа на рис. 7 представлена конструкция, открытая еще в 1916 г. Карлом Шварцшильдом как простое и красивое решение эйнштейновых уравнений гравитации, а рис. 8 иллюстрирует механизм образования чёрной дыры с червоточиной.

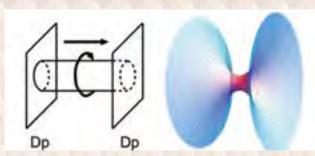


Рис. 7. Слева – схема Хоравы – Виттена для дуальности открытых и замкнутых струн, справа – мост Эйнштейна – Розена



Рис. 8. Механизм образования чёрной дыры с червоточиной

Заключение

Таким образом, наука сейчас находится на перепутье. Все ждали свидетельств Новой физики от грандиозных экспериментов на БАК, но сегодня большие надежды возлагаются на регистрацию результатов слияния уникальных космологических объектов, а также подробности существования ранней Вселенной.

Вообще происходящие время от времени подтверждения теории Эйнштейна верны в частностях, но не в крайних проявлениях (на квантовом и космологическом масштабах). Квантовая же теория, несмотря на изначальную логичность и красоту, с каждым открытием

становится всё сложнее и запутанней. Универсальная модель, или Теория Всего, должна работать одинаково точно на всех масштабах и основываться на универсальных объективных законах природы.

Ближе всего к разгадке гравитации подобрались квантовые теории – М-теория, SYK и теория квантовой гравитации, но в них имеются свои проблемы, и, прежде всего, сложность математики высоких измерений. Тем не менее, они могут описывать физическую реальность на всех масштабах пространства.

Однако мог ли кто-то из великих ошибаться в формулировке, например, закона гравитации? Эйнштейн лишь обобщил закон Ньютона на искривлённое четырёхмерное пространство-время, но его эмпирическая основа осталась прежней. Прежде всего, поэтому, пересмотру подвергают закон всемирного тяготения Ньютона. В 1983 г. физиком из Израиля Мордехаем Мильгромом для объяснения загадки тёмной материи была предложена модифицированная ньютоновская динамика (MOND). Однако изложение развития этой теории и полученных экспериментальных доказательств заслуживает отдельной статьи.

[Продолжение следует]

Список литературы

- 1. Лепов, В.В.Ошибка Эйнштейна. Часть 1. Тёмная энергия и тёмная материя / В.В.Лепов // Наука и техника в Якутии. 2019. 2 (37). С. 57–62.
- 2. Григорян, С. С. О природе «чёрных дыр», «тёмной материи» и динамике Вселенной / С. С. Григорян // Пространство и время. 2015. 3 (21). С. 92—102.
- 3. Abbott et al, GW190814: Gravitational Waves from the Coalescence of a 23 Solar Mass Black Hole with a 2.6 Solar Mass Compact Object // The Astrophysical Journal Letters, 896:L44 (20pp), 2020 June 20.
- 4. Joshua Sokol. Squishy or Solid? A Neutron Star's Insides Open to Debate. Quanta magazine, 30 Oct 2017. URL: https://www.quantamagazine.org/squishy-or-solid-aneutron-stars-insides-open-to-debate-20171030
- 5. The interior of dynamic vacuum black holes I: The Co stability of the Kerr Cauchy horizon. arXiv.1710.01722, 4 Oct 2017.
- 6. Andreas Bauswein, Oliver Just, Hans-Thomas Janka, and Nikolaos Stergioulas. Neutron-star Radius Constraints from GW170817 and Future Detections // The Astrophysical Journal Letters, 850:L34 (5pp), 2017 December 1.
- 7. Ландау, Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. М. : Наука, 1995. Ч. 1. 608 с.
- 8. Лепов, В. В. Основы вязко-хрупкого перехода и моделирование разрушения / В. В. Лепов, В. С. Ачикасова, К. Я. Лепова // Хладостойкость. новые технологии для техники и конструкций Севера и Арктики: труды Всероссийской конф. с межд. участием, посвящённой 70-летию профессора-механика, д.т.н. А. В. Лыглаева, 29-30 сентября 2016. Якутск: Издательство СВФУ, 2016. С. 67–72.

- 9. Паташинский, А. З. Флуктуационная теория фазовых переходов / А. З. Паташинский, В. Л. Покровский. М.: Наука, 1982. 382 с.
 - 10. https://arxiv.org/abs/1808.07039, 21 Aug 2018.
 - 11. https://arxiv.org/abs/1808.07695, 23 Aug 2018.
- 12. Sheng Ran, et al. Nearly ferromagnetic spin-triplet superconductivity // Science 365 (6454), pp. 684-687. 16 Aug. 2019.
- 13. Ninja Menning. Solar Orbiter's first images reveal 'campfires' on the Sun. The European Space Agency. URL: https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Solar_Orbiter/Solar_Orbiter_s_first_images_reveal_campfires_on_the_Sun
- 14. Claudia de Rham, Gregory Gabadadze, and Anrew J. Tolley. Resummation of Massive Gravity // Phys. Rev. Lett., 1011. 106, 231101.
- 15. Abbott B.P. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) et al. Observation of Gravitational

- Waves from a Binary Black Hole Merger // Physical Review Letters, 2016. V.116. 6.
- 16. Arthur Loureiro et al. Upper Bound of Neutrino Masses from Combined Cosmological Observations and Particle Physics Experiments // Phys. Rev. Lett., 2019. 8(123). 081301-07.
- 17. Susskind, Leonard. The World as a Hologram // Journal of Mathematical Physics, 1995. 36 (11). 6377–6396.
- 18. Maldacena, Juan. The Illusion of Gravity // Scientific American, 2005. -293 (5). 56–63.
- 19. Sachdev S. and Ye J. Gapless spin-fluid ground state in a random quantum Heisenberg magnet // Phys. Rev. Lett., 1993. 70. 3339-3342.
- 20. Kitaev A. A Simple Model of Quantum Holography. Talks at KITP, April 7, 2015 and May 27, 2015. URL: http://online.kitp.ucsb.edu/online/entangled15/kitaev/
- 21. G'abor S'arosi AdS2 holography and the SYK model. arXiv:1711.08482v6 [hep-th] 15 Feb 2019.

НОВЫЕ КНИТИ



Фундаментальные исследования в эндокринологии: современная стратегия развития и технологии персонализированной медицины: материалы конференции с международным участием. 26–27 ноября 2020 года, г. Новосибирск. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2020. — 78 с.

Распространённость эндокринной патологии в мире увеличивается в эпидемических масштабах. Раннее выявление и подтверждение диагноза эндокринной патологии требует использования современных молекулярно-генетических, биохимических и патофизиологических исследований, которые позволяют осуществить персонализированный подход к выбору метода лечения.

Цель конференции — ознакомить широкий круг специалистов с новейшими данными научных и клинических исследований в области этиологии, клиники, современных методов диагностики и лечения заболеваний эндокринной системы.

Во время работы конференции проводится школа для врачей «Maturity Onset Diabetes of the Young (MODY): молекулярно-генетические детерминанты и персонализированный подход к ведению пациентов».



Савельев, В. В. Усовершенствование диагностической и лечебной тактики при панкреонекрозе с использованием методов физико-химической биологии (на примере многопрофильного хирургического центра Республики Саха (Якутия)): монография / В. В. Савельев, М. М. Винокуров. — Якутск: Издательский дом СВФУ, 2018. — 388 с.

В монографии представлены новые, ранее не используемые в ургентной панкреатологии методы ранней диагностики панкреонекроза и его осложнений, мероприятия организационного, диагностического и лечебного характера на этапах оказания медицинской помощи в условиях центральной районной больницы, межгоспитальной транспортировки пациента и в условиях специализированного многопрофильного хирургического центра. Учтены региональные особенности тактики оказания квалифицированной и специализированной хирургической помощи при панкреонекрозе.

Предназначена для студентов и преподавателей высших медицинских учебных заведений, а также практикующих врачей различных специальностей и направлений.

ЭДУАРД АНТОНОВИЧ БОНДАРЕВ: ТАЛАНТЛИВЫЙ УЧЁНЫЙ И НЕОРДИНАРНАЯ ЛИЧНОСТЬ

В. В. Шепелёв,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, действительный член Академии наук РС(Я), главный редактор журнала «Наука и техника в Якутии»

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-68-70

Прошло уже более года, как смерть забрала от нас очень самобытного человека и талантливого учёного, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ и Республики Саха (Якутия) Эдуарда Антоновича Бондарева (1936-2019 гг.) Он был крупным специалистом в области механики жидкости и газа, членом Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, автором более 350 опубликованных научных трудов, в том числе 12 монографий.

Я знал Эдуарда Антоновича с 1980 г., то есть почти 40 лет. Это было тяжёлое время, частично захватившее два столетия и даже два тысячелетия.

Оно вместило в себя такие катастрофические реформенные периоды в жизни нашей страны, как горбачёвская перестройка, распад СССР, последующая галопирующая инфляция, грабительская приватизация и начало строительства олигархического капитализма в России. Казалось, что в подобных условиях ни о какой эффективной научной работе не могло быть и речи. К счастью, были учёные, которых тяжелейшая социально-экономическая и политическая обстановка в стране не смогла выбить из привычного творческого ритма. Они не только духовно не сломались в трудные реформенные времена, а, напротив, приобрели повышенную психологическую устойчивость, стали настоящими лидерами в своих научных коллективах и притягательной силой для молодых исследователей. Может быть, благодаря именно таким учёным, нам удалось в 90-е годы XX столетия и в начале нового века сохранить многие академические институты, уникальные отечественные научные школы и российскую науку в целом.

Э. А. Бондарева с полным правом можно отнести именно к таким учёным. Он обладал огромным интеллектуальным ресурсом, богатство которого неуклонно росло, поскольку постоянно пополнялось вне зависи-



Эдуард Антонович Бондарев (14.07.1936–09.05.2019 гг.) – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Саха (Якутия)

мости от изменяющихся внешних условий (политических, социальных, экономических, бытовых и др.). Меня, например, всегда восхищал его высокий профессионализм и весомые результаты творческой деятельности в тех научных направлениях, в которых он работал. Это, прежде всего, касается его пионерных фундаментальных исследований в области разработки теории газогидратообразования и борьбы с этим природным процессом при эксплуатации газопроводов и газодобывающих скважин в криолитозоне. Очень важные результаты им были получены в изучении газо- и геофлюидодинамики, взаимодействия инженерных сооружений с мёрзлыми горными породами и др.

Авторитет Эдуарда Антоновича среди учёных, занимающихся исследованиями в указанных научных направлениях, был очень высоким. Я прекрасно помню Всероссийскую научно-практическую конференцию «Теоретические и практические проблемы изучения газовых гидратов», которая проходила в августе 2011 г. в Якутске и была посвящена 75-летию Э. А. Бондарева. Поздравить юбиляра приехали учёные из Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Томска, Тюмени, Иркутска и др. городов России. В своих выступлениях они подчёркивали, прежде всего, огромный вклад Эдуарда Антоновича в разработку теоретических основ гидратообразования и прикладной газодинамики. В то же время, они отмечали такие его личностные качества, как научная принципиальность, добросовестность, добропорядочность, открытость. Следует сказать, что со многими из своих российских коллег Э. А. Бондарева связывала многолетняя творческая дружба. Она выражалась в совместном проведении исследований по проектам Российского фонда фундаментальных исследований и интеграционным программам Сибирского отделения РАН, в написании монографий и статей.

Выдающиеся деятели науки и техники Якутии



Э. А. Бондарев с коллегой и другом – профессором А. Ф. Воеводиным в Институте гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН (г. Новосибирск, 1987 г.)

Так, дружба Эдуарда Антоновича с доктором наук, профессором из Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН (г. Новосибирск) А. Ф. Воеводиным насчитывала несколько десятилетий. За это время ими были написаны и изданы три крупных научных монографии, подготовлены и опубликованы десятки научных статей и докладов.

Эдуард Антонович был, безусловно, патриотом своей страны и говорил, что тот, кто не любит свою Родину, не может любить уже никого и ничего. Однажды на эту тему у нас с ним состоялся откровенный разговор. В 1992 г., будучи участниками научной конференции, проводившейся в Москве, мы оказались с ним в одном двухместном номере гостиницы «Академичес-

кая». После заседаний вечерами мы, как правило, обсуждали различные вопросы и проблемы. В те годы происходил развал страны во всех сферах, в том числе и в науке. Шла массовая миграция отечественных учёных в США, Израиль, Англию и др. страны. Причём из некоторых наших академических институтов за рубеж уезжали не только отдельные люди, но и коллективы научных лабораторий вместе с оборудованием. Обсуждая с Эдуардом Антоновичем подобные удручающие явления, я сказал, что всё это напоминает побег крыс с тонущего корабля. На данную мою ремарку он отреагировал мгновенно: «То, что бегут крысы – это хорошо, поскольку жить вместе с ними противно. Нам же важно сохранить страну на плаву». Необходимо отметить, что Эдуард Антонович неоднократно, особенно в 90-е годы XX в., получал приглашения на работу от своих зарубежных коллег. Однако его ответ на подобные предложения был всегда отрицательным. И это, несмотря на обещаемую приличную зарплату, на более благоприятные, чем в России, условия для научной работы и на его хорошее знание английского языка.

Он был прекрасным докладчиком и лектором. Я всегда с большим удовольствием слушал его. Эдуард Антонович никогда не читал текст с листа, а готовился к каждому своему выступлению очень тщательно, продумывая каждую мелочь. Подобная серьёзная подготовка была для него не только данью уважения к слушателям, но и великолепным методом постоянного совершенствования своего лекторского и ораторского мастерства.

Те, кто тесно общался с Эдуардом Антоновичем, не могли не отмечать свойственную ему афористичность. Это качество обычно присуще людям с философским типом мышления и аналитическим восприятием действительности. Хочу привести некоторые его высказывания, которые я записал, слушая Эдуарда Антоновича на различных конференциях, заседаниях, встречах и дискуссиях:

- «В науке должны работать истинные учёные, а не карьеристы. К сожалению, сегодня явное превосходство вторых»;
- «Мерилом деятельности исследователя должно быть не количество опубликованных им работ, а мнение о них его коллег и ценность для общества»;
- «Правильный научный результат должен быть красивым»;
- «В науке важна увлечённость человека темой своих исследований»;
- «Результат научного творчества это некое зачёркивание того, что уже сделано»;
- «Если мы хотим видеть перемены к лучшему, то надо самим, прежде всего, изменяться в этом направлении».



Ученики и коллеги Н. В. Черского (1985 г.) на картине народного художника Якутии Л. А. Кима.
Слева направо: д.т.н. И. Н. Черский, д.т.н. Э. А. Бондарев, д.т.н. Н. А. Петров, д.т.н. В. П. Ларионов, д.т.н. Т. А. Сороко, чл.-кор. АН СССР Н. В. Черский, к.т.н. О. И. Слепцов, чл.-кор. АН СССР Ю. С. Уржумцев, к.т.н. Р. С. Григорьев

Выдающиеся деятели науки и техники Якутии



Э. А. Бондарев с членами диссертационного совета и сотрудниками Института мерзлотоведения СО РАН (г. Якутск, 2002 г.).
Первый ряд (слева направо): чл.-кор. РАН В. Т. Балобаев,
д.г.-м.н. В. И. Жижин, д.т.н. Р. М. Каменский, д.т.н. Г. З. Перльштейн,
к.т.н. Л. Г. Нерадовский, д.г.н. А. П. Горбунов, д.г.-м.н. С. М. Фотиев,
к.т.н. Ю. П. Шишкин; второй ряд: д.г.н. А. В. Павлов,
д.т.н. Э. А. Бондарев, д.т.н. Г. П. Кузьмин, д.т.н. А. М. Снегирёв,
д.г.-м.н. Н. Н. Романовский, д.г.-м.н. М. Н. Железняк, д.г.н. П. П. Гаврильев,
д.г.-м.н. С. Е. Гречищев, к.т.н. А. Н. Цеева, д.г.-м.н. В. В. Шепелёв,
д.г.-м.н. А. Г. Дучков, к.г.-м.н. С. И. Заболотник, к.г.н. М. М. Шац

В своё время великий Фрэнсис Бэкон говорил, что умение легко переходить от шутки к серьёзным вещам и обратно требует большого таланта. Эдуард Антонович обладал подобным талантом в полной мере. Проявить его он мог в ходе представления своего доклада, в дискуссиях, а также при выступлениях коллег, задавая им вопросы с шутливым подтекстом. Я, например, несколько раз был свидетелем того, как Эдуард Антонович задавал подобные вопросы соискателям на за-

седаниях диссертационного совета, действующего при Институте мерзлотоведения СО РАН с 1984 г., членом которого он являлся с момента его создания. Поскольку диссертантам в этот момент было не до шуток, то иногда такие вопросы ставили их в тупик. Видя это, Эдуард Антонович тут же переводил вопрос в серьёзное русло, выручая тем самым соискателя учёной степени. Очень часто он использовал этот свой талант на лекциях, чтобы дать студентам небольшую психологическую разгрузку перед продолжением темы.

Эдуард Антонович серьёзно увлекался музыкой, живописью, шахматами, поэзией, то есть был очень разносторонним человеком, общение с которым всегда было очень полезным и интересным. Говорят, что самый лучший подарок, который делает нам судьба — это люди, которым мы можем сказать: «Спасибо, что Вы есть!». Когда же такие люди уходят в иной мир, мы благодарим их за то, что они были. Прекрасно сказал о таких людях В. А. Жуковский, написав следующие строки:

«О милых спутниках, которые нам свет Своим присутствием для нас животворили, Не говори с тоской: их нет, Но с благодарностию: были!»

Вспоминая Эдуарда Антоновича Бондарева, хочется сказать спасибо судьбе за то, что он был, и особую признательность выразить ей за то, что он большую часть своей жизни был именно с нами.

новые книти



Шепелёв, В. В. Надмерзлотные воды. Особенности формирования, распространения и режима: учебное пособие / В. В. Шепелёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Якутск: Изд-во ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2020. — $80\ c.$

В пособии рассматриваются особенности формирования, распространения и режима надмерзлотных вод, являющихся специфической разновидностью гравитационных подземных вод литосферы.

Пособие предназначено для студентов геологоразведочного факультета и Инженернотехнического института Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова в качестве дополнительного материала к лекционным курсам «Общая гидрогеология», «Гидрогеология и инженерная геология» и «Гидрогеологические исследования», а также для специалистов, занимающихся проведением гидрогеологических, инженерно-геологических, геоэкологических, гидромелиоративных и других исследований и изысканий в области распространения многолетнемёрзлых пород.

ВЗГЛЯД НА КОРОНАВИРУСНУЮ ПАНДЕМИЮ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ САМООРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ

Б. М. Кершенгольц DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-71-78

Есть многое на свете (в природе), друг Горацио, что и не снилось нашим мудрецам. У. Шекспир



Борис Моисеевич Кершенгольц, доктор биологических наук, профессор, вице-президент Академии наук РС(Я), главный научный сотрудник Института биологических проблем криолитозоны СО РАН — обособленного подразделения ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», г. Якутск

В этой статье я не пытаюсь ответить на вопрос об искусственном или естественном происхождении вируса SARS-CoV-2 - возбудителя пандемии COVID-19, о том, является ли он вырвавшимся из-под контроля лабораторным штаммом, или штаммом, возникшим в результате мутаций в природной среде, тем не менее, связанных с человеческой деятельностью. Я, как исследовапытающийся осмысливать происходящие процессы с позиций принципов и законов теории самоорганизации сложных, открытых, сильно неравновесных систем с нелинейной динамикой (синергетики) [1-9], постарался понять, насколько неизбежно само возникновение чего-либо, подобного пандемии COVID-19, как способа образумить человечество в его стремлении бездумно переделывать мир под себя, в стремлении определённой его части к избыточной глобализации в целях всё большего получения прибыли, не понимая, что в жертву ей приносится само существование глобального социума, как самоорганизующейся системы. Собственно, способа, с помощью которого природная планетарная самоорганизующаяся система (включающая и экосистемы, и социум) пытается защитить социум от себя самого. Эта статья является фрагментом будущей планируемой книги с рабочим названием «Социум, как самоорганизующаяся система». Вначале несколько слов о «химической» предыстории возникновения и формирования самого понятия «самоорганизующиеся системы».

В 1951 г. Борис Павлович Белоусов (1893–1970 гг.) проводил исследования биохимического многостадийного процесса окисления пировиноградной кислоты до СО, происходящего in vivo в митохондриях (цикл трикарбоновых кислот; цикл Кребса), пытаясь найти его неорганический аналог. В результате одного из экспериментов при изучении реакции in vitro окисления лимонной кислоты броматом калия в кислой среде в присутствии катализатора - ионов церия (Се+3), он обнаружил самопроизвольные автоколебания. Течение реакции менялось со временем, что проявлялось периодическим изменением цвета раствора от бесцветного (Се+3) к жёлтому (Се+4) и обратно. Эффект был ещё более заметен в присутствии индикатора ферроина (рис. 1).

Продолжительность автоколебаний зависела от абсолютных значений и соотношений концентраций исходных веществ, и при их добавлении в реакционную среду автоколебания возникали вновь. Сообщение Б. П. Белоусова об этом открытии было встречено в советских научных кругах скептически, поскольку считалось, что автоколебания в химических системах невозможны. Статью Белоусова дважды отклоняли в редакциях советских журналов, поэтому опубликовать результаты исследований автоколебательной реакции он смог только в сокращённом виде спустя 8 лет в ведомственном сборнике, выходившем небольшим тиражом. Впоследствии эта статья стала одной из самых цитируемых в данной области, а реакция получила название реакции Белоусова.

Дальнейшее развитие исследований этой реакции произошло, когда профессор физического факультета Московского государственного

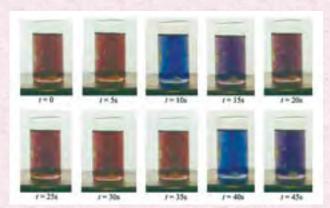


Рис. 1. Изменение цвета реакционной смеси в реакции Белоусова-Жаботинского с ферроином

университета им. М. В. Ломоносова Симон Эльевич Шноль предложил своему аспиранту (в будущем – лауреату Ленинской премии) Анатолию Марковичу Жаботинскому исследовать механизм реакции. От приглашения проводить совместные исследования Б. П. Белоусов отказался, хотя выражал удовлетворение тем, что его работа продолжена. А. М. Жаботинский провёл подробные исследования реакции, включая её различные варианты.

В 1969 г. А. М. Жаботинский с коллегами обнаружили, что если реагирующую смесь разместить тонким плоским слоем, в нём возникают волны изменения концентрации, которые видны невооружённым глазом в присутствии индикаторов, а такой тип реакций получил название «реакция Белоусова-Жаботинского» (РБЖ) (рис. 2).

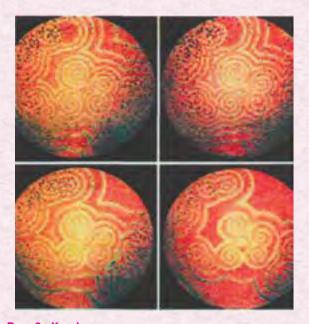


Рис. 2. Конфигурации, возникающие при реакции Белоусова-Жаботинского в тонком слое в чашке Петри. «Химические часы» (реакция Белоусова-Жаботинского)

В 1967 г. А. М. Жаботинский предложил первое объяснение механизма реакции и простую математическую модель, объясняющую её автоколебательное поведение. В дальнейшем описание механизма было расширено и уточнено, а экспериментально наблюдаемые динамические режимы, включая хаотические, были теоретически рассчитаны и показано их соответствие эксперименту. Полный список элементарных стадий реакции очень сложен и составляет почти сотню с десятками веществ и интермедиатов (рис. 3).

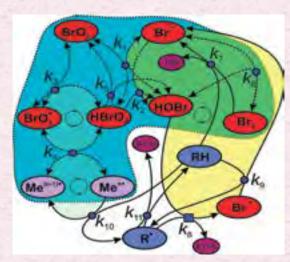


Рис. 3. Примерная схема реакции Белоусова-Жаботинского

Тем не менее, подробный механизм данной реакции до сих пор неизвестен, особенно константы её скоростей, хотя в 1970 г. работа под названием «Явление образования концентрационных автоволн в гомогенной активной химической среде» была признана как научное открытие и занесена в Государственный реестр открытий СССР под № 174. В 1980 г. Б. П. Белоусову (посмертно), А. М. Жаботинскому, А. Н. Заикину, Г. Р. Иваницкому и В. И. Кринскому была присуждена Ленинская премия «За обнаружение нового класса автоволновых процессов и исследование их в нарушении устойчивости возбудимых распределённых систем».

В настоящее время под этим названием объединяется целый класс родственных химических систем, близких по механизму, но различающихся используемыми катализаторами (Ce3+, Mn2+ и комплексы Fe2+, Ru²⁺), органическими восстановителями (малоновая кислота, броммалоновая кислота, лимонная кислота, яблочная кислота и др.) и окислителями (броматы, иодаты и др.), отличающихся тем, что они протекают в автоколебательном режиме, при котором некоторые параметры реакции (цвет, концентрация компонентов, температура и др.) изменяются периодически, образуя сложную пространственно-временную структуру реакционной среды. При определённых условиях эти системы могут демонстрировать очень сложные формы поведения от регулярных периодических до хаотических колебаний и являются важным объектом исследования универсальных закономерностей нелинейных систем. В частности, именно в реакциях Белоусова-Жаботинского (РБЖ) наблюдался первый экспериментальный «странный аттрактор» в химических системах и была осуществлена экспериментальная проверка теоретически предсказанных его свойств. Сейчас известно довольно много реакций типа РБЖ (например, реакция Бриггса-Раушера), но реакция Белоусова-Жаботинского стала одной из самых известных в науке. Её исследованиями занимаются множество учёных, научных групп, дисциплин и направлений (в математике, химии, физике, биологии и др.). Обнаружены её многочисленные аналоги в разных химических системах (например, твёрдофазный аналог - органический самораспространяющийся высокотемпературный синтез). Открытие данной реакции фактически дало толчок к развитию таких разделов современной науки, как синергетика, теория динамических систем и детерминированного хаоса.

Примеры автоколебаний в природе мы видим во всём. Так, в системе планетарного климата [2, 3]: → увеличивается содержание СО₂ в атмосфере → нарастает парниковый эффект -> растёт температура приземных слоёв атмосферы → растёт температура верхних слоёв Мирового океана → увеличивается эмиссия СО₂ в атмосферу из Мирового океана → нарастает парниковый эффект (положительная обратная связь). С прогревом же верхних слоёв Мирового океана и с ростом эмиссии СО2 в атмосферу равновесие в реакции (1), протекающей в этом слое Мирового океана, сдвигается влево, в сторону эндотермической реакции образования карбонатов), поэтому снижается температура верхних слоёв Мирового океана (отрицательная обратная связь), → увеличивается поглощение СО, из атмосферы \rightarrow уменьшается парниковый эффект \rightarrow снижается температура приземных слоёв атмосферы → уменьшается температура верхних слоёв Мирового океана и растёт содержание СО, в них, а равновесие в реакции (1) в верхних слоях воды Мирового океана сдвигается вправо, в сторону экзотермической реакции растворения карбонатов→ растёт температура верхних слоёв Мирового океана →увеличивается эмиссия СО в атмосферу → нарастает парниковый эффект (положительная обратная связь) → и т.д.

$$CaCO_3 + CO_{2 pacts.} + H_2O - Q \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2 + Q$$
 (1)

В системе живого организма после приёма пищи повышается уровень глюкозы в крови \rightarrow активируются регулируемые гормонами процессы синтеза гликогена (глюкоза депонируется), прежде всего в печени и в мышцах, \rightarrow уровень глюкозы в крови снижается \rightarrow активируются регулируемые гормонами процессы расщепления (гидролиза) гликогена \rightarrow уровень глюкозы в крови растёт (нормализуется) \rightarrow ... В этой связи внесены изменения в понятие гомеостаза. Теперь «Гомеостаз (др.греч.о́µоіоота́ої от о́µоіо «одинаковый, подобный» + ота́ої «стояние; неподвижность») — это саморегуляция, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния в определённом диапа-

зоне амплитуды автоколебаний посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия».

В системе популяций, например, численность грызунов также изменяется в режиме автоколебаний в зависимости от кормовой базы и прочих условий среды обитания: ... \rightarrow численность грызунов растёт \rightarrow возникает дефицит кормов \rightarrow снижается уровень иммунитета \rightarrow растёт встречаемость инфекций \rightarrow растёт смертность \rightarrow снижается численность особей в популяции \rightarrow исчезает дефицит кормов \rightarrow восстанавливается уровень иммунитета \rightarrow снижается смертность, повышается рождаемость \rightarrow численность грызунов растёт \rightarrow и т.д.

В 1986 г. бельгийский физик и физикохимик российского происхождения Илья Романович Пригожин (1917-2003 гг.) предложил свою математическую модель, которая в том числе при определённых условиях описывала и РБЖ. Впоследствии модель была названа по названию города, в котором она разработана, моделью «Брюсселятора». Она представляет собой систему, которая при разных значениях параметров может обладать разнообразным поведением во времени и пространстве. С её помощью удаётся выявить условия возникновения процессов самоорганизации, протекающих в режиме автоколебаний в биологических и химических системах. В этом смысле модель является базовой. Основная часть работ И. Р. Пригожина посвящена неравновесной термодинамике и статистической механике необратимых процессов. Одно из главных его достижений заключалось в том, что было показано существование неравновесных термодинамических систем, которые при определённых условиях, поглощая вещество и энергию из окружающего пространства, могут совершать качественный скачок к усложнению (образование «диссипативных структур» за счёт рассеяния энергии внешней среды, т.е. уменьшение энтропии самой системы за счёт увеличения энтропии внешней среды). Причём такой скачок не может быть предсказан, исходя из классических законов. Им была доказана одна из основных теорем линейной термодинамики неравновесных процессов «О минимуме производства энтропии в открытой системе». Для нелинейной области в соавторстве с Гленсдорфом он сформулировал общий критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина, имеющий прямое отношение к процессам самоорганизации сложных систем. За работы по термодинамике необратимых процессов, особенно за теорию диссипативных структур, в 1977 г. И. Р. Пригожину была присуждена Нобелевская премия по химии.

Таким образом, брюсселятор является распределённым триггером со многими устойчивыми состояниями — формами диссипативных структур, а само их образование определяется динамическим считыванием параметрически заданной информации. Например, на её основании процесс деления клетки можно связать с параметрически заданным образованием новой диссипативной структуры, возвращение из которой невозможно в силу гистерезиса.

Исходя из всего вышесказанного, «самоорганизацию» можно определить, как автоколебательный процесс

спонтанного упорядочивания, возникновения пространственных, временных, пространственно-временных или функциональных структур («диссипативных структур»), протекающий в сложных (как правило, фрактально организованных), открытых, нелинейных, сильно неравновесных системах. Нелинейность системы означает, что её эволюция описывается математическими уравнениями, содержащими искомые величины или коэффициенты, зависящие от свойств системы, в степенях, больших 1. Множеству решений нелинейного уравнения соответствует множество путей эволюции системы. Благодаря нелинейности, происходит «усиление флуктуаций», т.е. в результате разрастания малого изменения на уровне элементов системы может возникнуть её новое макроскопическое состояние. Нелинейность означает необратимость эволюции и возможность неожиданных изменений темпа и направления развития, а наличие «точек бифуркации» - точек ветвления путей эволюции. Понятие нелинейности приобретает мировоззренческий смысл. Открытость системы означает наличие в ней источников и стоков обмена энергией и веществом с окружающей средой. В случае самоорганизующихся систем источники и стоки, как правило, имеют место в каждой локальной области этих систем, то есть это объёмные источники и стоки.

Диссипативная структура (от лат. dissipatio - «pacсеиваю, разрушаю») - это открытая система, которая может образоваться только вдали от термодинамического равновесия. Иными словами, это устойчивое состояние, возникающее в неравновесной среде при условии диссипации (рассеивания) энергии, поступающей извне. Диссипативная структура иногда называется ещё стационарной открытой системой или неравновесной открытой системой. Она характеризуется спонтанным появлением сложной, зачастую хаотичной структуры. Отличительная особенность таких систем — несохранение объёма в фазовом пространстве. Простым примером такой системы являются ячейки Бенара. Более сложные примеры: лазеры, капельный кластер, РБЖ, циркуляция атмосферы, биологическая жизнь, социум и др. Последние исследования в области «диссипативных структур» позволяют заключить, что процесс «самоорганизации» происходит гораздо быстрее при наличии в системе внешних и внутренних «шумов» (своего рода флуктуаций).

Процессы самоорганизации могут иметь место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и большим количеством элементов, связи между которыми имеют не жёсткий, а вероятностный характер. Свойства самоорганизации обнаруживают объекты самой различной природы: живая клетка, организм, биологическая популяция, биогеоценоз, экосистема, человеческий коллектив, социум и т.д. Процессы самоорганизации происходят за счёт перестройки существующих и образования новых связей между элементами сложной системы. Отличительная особенность процессов самоорганизации — их целенаправленный, но вместе с тем и естественный, спонтанный характер. Эти процессы, протекающие при взаимодействии системы

с окружающей средой, в той или иной мере автономны, т.е. относительно независимы от среды.

Все самоорганизующиеся сложные системы, к которым относятся некоторые неживые системы, но, прежде всего, все без исключения биологические, социальные системы и экосистемы, стремятся сохранить свою способность к саморегуляции, свой адаптивный потенциал, связанный со структурно-функциональным разнообразием подсистем, их составляющих.

При определённых условиях именно одновременное наличие положительных и отрицательных обратных связей, уравновешивающих друг друга (нелинейности ряда процессов трансформации) приводит к автоколебательному незатухающему режиму трансформаций системы, который и является механизмом самоорганизации в сложных, открытых, термодинамически неравновесных системах.

Рассмотрим это на кинетической модели «брюсселятор». Модель описывает цепь трансформаций состояний сложной фрактально организованной системы (СФОС) любой природы (физической, химической, биологической, социальной) от исходных состояний «A» и «B» к конечным «D» и «E» через промежуточные состояния «X» и «Y»:

$$A + B \rightarrow D + E$$
, (2)
Стадии:

A
$$\xrightarrow{k_1}$$
 X – линейные трансформации (3)

$$B + X \xrightarrow{k_3} Y + D$$
 — более сложные линейные трансформации (4)

$$2X + Y \xrightarrow{k_2} 3X -$$
 положительные обратные связи (5)

$$X \xrightarrow{k_4} E$$
 – отрицательные обратные связи (6)

В модели имеются как стадии линейных трансформаций системы (стадии 3 и 4), так и нелинейные, протекающие с участием отрицательных и положительных обратных связей (стадии 6 и 5). Из рассмотренной модели вытекает то, что при определённых условиях (на фазовом портрете – рис. 4 — это варианты «г» и «е») именно одновременное наличие положительных и отрицательных обратных связей, уравновешивающих друг друга (нелинейности ряда процессов трансформации) приводит к автоколебательному незатухающему режиму трансформаций системы, который и является механизмом самоорганизации в сложных, открытых, термодинамически неравновесных системах.

Для того, чтобы оценить, при каких исходных параметрах подобных систем в них возникают автоколебательные процессы, представим фазовый портрет системы в координатах «A» и «B», являющихся функциями не только интенсивностей исходных состояний $I_{\rm A}$, $I_{\rm B}$, но и констант скоростей стадий 3, 4, 6 трансформации системы: $K_{\rm 1}$, $K_{\rm 3}$, $K_{\rm 4}$ (рис. 4).

Анализ зависимостей, приведённых на рис. 4, показывает, что как только значение «В» переходит некий критический порог и входит в диапазон $(A^2 + 1) < B < (A + 1)^2$,

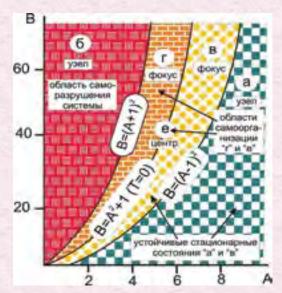


Рис. 4. Фазовый портрет СФОС в координатах «А» и «В», связанных с интенсивностями исходных состояний I_A и I_B и с константами скоростей процессов трансформации $k_{,*}$ $k_{,*}$ $k_{,*}$ стадий 3, 4 и 6, где $A = k_{,*}I_a$, $B = k_{,*}I_g/k_{,4}$

или $B=A^2+1$, стационарное состояние системы ($X_{\rm стац}=A$; $Y_{\rm стац}=B/A$) становится неустойчивым фокусом (либо центром) и система, выходя из этого фокуса, «наматывается» на предельный цикл. Значения X и Y начинают колебаться с отчётливо выраженной периодичностью. Период колебаний зависит от значений k_1 , k_2 , k_3 , k_4 и граничных условий, наложенных на всю систему (I_A и I_B и др.), т.е. за критическим порогом система под действием флуктуаций спонтанно покидает стационарное состояние и при любых начальных условиях стремится выйти на предельный цикл (аттрактор), периодическое движение по которому устойчиво до тех пор, пока сохраняется условие $A^2+1< B< (A+1)^2$ или $B=A^2+1$.

Иными словами, пока система находится в данной области фазового пространства в координатах «А» и «В», она сохраняет способность к автоколебаниям. Ширина этой полосы фазового пространства определяет способность системы сохраняться в состоянии саморегуляции при изменении внешних и внутренних параметров, т.е. её адаптивный потенциал.

При выходе параметров системы за пределы этого интервала она скачкообразно либо стремится к состоянию равновесия (состояния *а* или *в*), либо входит в режим самовозбуждающихся апериодических колебаний, выходит из режима саморегуляции и саморазрушается (см. рис. 4).

Представление фазового портрета подобных систем в координатах «A» и «B» (см. рис. 4) наглядно показывает, что способность к автоколебаниям (т. е. к самоорганизации) возникает только при определённых соотношениях значений координат «A» и «B» (область «a» и кривая «e»), являющихся функцией как интенсивностей процессов трансформации, протекающих в этих системах (I_A и I_B), так и констант скоростей процессов трансформации k_I , k_I , k_I , их соотношений, которые, в свою очередь,

зависят от разнообразия подсистем, составляющих сложную фрактально организованную систему. Причём интенсивности процессов трансформации ($I_{_A}$ и $I_{_B}$) не будут играть существенной роли в этом процессе, так как уже само их протекание даже на уровне слабых «флуктуаций» достаточно для запуска процесса «блуждания» системы по полю возможных траекторий. Важно их структурно-функциональное разнообразие, т. е. разнообразие $k_{_1}$, $k_{_2}$, $k_{_3}$, $k_{_4}$, которое и будет определять в значительной степени ширину области « ϵ » и траекторию кривой « ϵ » на фазовом портрете системы в координатах « ϵ » и « ϵ », то есть сохранять её способность к самоорганизации, находясь вдали от состояния равновесия.

Последнее утверждение вытекает из того, что чем больше вариантов у системы $(A + B \rightarrow C + D)$ с несколько различающимися значениями констант k_1 , k_2 , k_3 , k_4 (флуктуаций), тем выше вероятность того, что при изменении внешних условий найдётся хотя бы одна из подсистем (флуктуаций), параметры которой останутся в пределах области «г» фазового портрета (см. рис. 4.) То есть разнообразие подсистем у подобных сложных систем является количественной мерой их адаптивного потенциала [1]. По-видимому, в этом и заключается основной механизм вклада структурно-функционального разнообразия подсистем сложной системы в формирование её адаптивного потенциала, в саму возможность существования и эволюции её, как самоорганизующейся «диссипативной системы» в неустойчивом стационарном состоянии, особенно в условиях действия на неё экстремальных факторов среды, благодаря сохранению траекторий развития биосистемы в режиме самоорганизации. Вне этого режима СФОС, как эволюционирующая система, существовать не может.

Вероятно, этот вывод можно распространить уже на сообщества автокатализаторов [10], тем более на все уровни организации живых сложных систем, начиная с молекулярного уровня:

- структурно-функциональное разнообразие ферментов, катализирующих один тип биохимической реакции (изоферменты), обладающих различающимися каталитическими свойствами, определяет возможность адаптации протекания биохимических реакций к изменяющимся условиям среды клетки, вплоть до инверсии направления протекания соответствующей реакции;
- структурно-функциональное разнообразие в популяции одноклеточных, как результат мутаций, определяет популяционный адаптационный потенциал, способность популяции к выживанию в различных условиях среды, в том числе к формированию устойчивости штаммов бактериальных клеток к действию антибиотиков;
- структурно-функциональное разнообразие типов клеток в многоклеточных живых организмах определяет само существование таких организмов, как единой системы;
- внутрипопуляционное разнообразие индивидуумов и межпопуляционное разнообразие в рамках вида – фактор устойчивости популяций (вида) благодаря сохранению траекторий развития популяции (вида) в режиме самоорганизации;

 разнообразие видов и экоформ в экосистеме – фактор устойчивости экосистемы благодаря сохранению траекторий её развития в режиме самоорганизации.

И наконец, разнообразие подсистем в социальных системах обеспечивает их развитие в режиме самоорганизации.

Рассмотренная модель «Брюсселятор» является в рамках синергетического подхода одной из наиболее простых. Введение в неё «странных аттракторов» ещё более повышает роль разнообразия подсистем (флуктуаций) в сохранении способности системы функционировать и эволюционировать в области фазового портрета, соответствующего режиму самоорганизации.

Как уже отмечалось, эволюция любой самоорганизующейся системы - это процесс незатухающих автоколебаний в неустойчивом стационарном состоянии (область «г», см. рис. 4), протекающий за счёт диссипации (рассеяния) энергии, поступающей из окружающей среды (в том числе уменьшения энтропии самой СФОС за счёт увеличения энтропии среды), т.е. сама СФОС является «диссипативной структурой» [11, 12]. Вместе с тем, именно неустойчивость стационарного состояния и зависимость существования такой системы от поступления энергии из окружающей среды приводит к тому, что при экстремальных воздействиях со стороны окружающей среды амплитуда колебаний её состояний выходит из области сохранения способности к незатухающим автоколебаниям из-за преобладания положительных обратных связей, в ней развивается динамическое состояние «режим с обострением» (по С. П. Курдюмову) [13]. Далее в подобной системе развивается состояние «динамический хаос», в котором обостряется конкурентная борьба флуктуаций, выходом из которой является доминирование одной из них (в наибольшей степени обеспечивающей существование системы, как самоорганизующейся), и через состояние «точка бифуркации» СФОС переходит в новое состояние «диссипативная структура,», в котором амплитуда незатухающих автоколебаний не выходит за пределы области «г» (см. рис. 4) в новых условиях. Причём сама способность сложной системы переходить в новое состояние «диссипативная структура,» будет зависеть от наличия в спектре флуктуаций того состояния, которое будет наиболее адекватным новым условиям. То есть и при таком подходе разнообразие флуктуаций в состояниях сложной системы будет определять её способность к сохранению способности к самоорганизации при изменении условий среды, в которой она эволюционирует, будет фактически являться мерой её адаптивного потенциала.

Рассмотренная выше зависимость способности сложных, открытых, термодинамически сильно неравновесных систем, в которых происходят нелинейные процессы, сохраняться в режиме самоорганизации (выживать) от разнообразия подсистем, их составляющих, имеет прямое отношение к глобальному социуму, подсистемами которого являются социальные объединения — государства с их экономическими, политическими, социальными, культурными и иными особенностями.

Процесс чрезмерной глобализации, унифицируя экономические, а затем и социальные структуры, уменьшает это разнообразие, снижает адаптивный потенциал системы, устойчивость глобального социума при экстремальных воздействиях, так как нельзя исключить, что именно исчезнувшая при гиперглобализации экономическая подсистема (элемент социальной системы) может оказаться наиболее адаптированной к новым условиям на планете. При этом следует отметить, что, например, для биологической системы сужение адаптивного потенциала — это один из основных механизмов старения [9]. Можно предположить, что и для социальной системы сужение её адаптивного потенциала также является механизмом её старения и деградации.

На социальном уровне это приводит, во-первых, к избыточной монополизации транснациональными компаниями производственной сферы во всём мире, росту безработицы, невостребованности человеческого потенциала, социальной напряжённости, а во-вторых, к избыточной унификации социальной структуры обществ, включая сферы образования, здравоохранения и др., независимо от их исторически сложившихся форм социальной организации. Всё это вызывает повышение уязвимости системы при изменении внешних (например, климатических) условий или различных катастрофах.

^{1 «}Странный аттрактор» – один из видов аттракторов (наиболее характерный для самоорганизующихся систем), фазовый портрет которого представляет собой не точку и не предельный цикл, а некоторую ограниченную область в пространстве состояний системы, по которой происходят «случайные блуждания» (трёхмерный аналог рисунка 4). Для таких аттракторов характерно наличие прогностического горизонта – характерного времени, в пределах которого может быть предсказано наиболее вероятное поведение системы. Вслед за И. Р. Пригожиным, «странный аттрактор» можно назвать «привлекающим хаосом» [10, 11]. Странный аттрактор можно рассматривать как стационарное состояние, но не стянутое к одной точке или кривой (в трёхмерном аналоге рисунка 4), а «размазанное» по области фазового пространства (рис. 5). В природе такие системы распространены гораздо чаще, чем это можно было бы предположить. Пространство странного аттрактора имеет фрактальную структуру. Отличительной особенностью странных аттракторов является то, что траектории эволюции самоорганизующихся систем, «притягиваемых ими», представляют собой незатухающие колебания (описываются иррациональными числами, наиболее известное из которых «золотая пропорция»). При состояниях системы, характеризуемых странным аттрактором, становится невозможным определить их положение и поведение в каждый данный момент, хотя можно быть уверенным, что система находится в зоне аттрактора. С помощью расчётных алгоритмов странного аттрактора наука выхо-

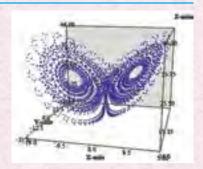


Рис. 5. Классический пример «странного аттрактора» – аттрактор Лоренца (бабочка Лоренца)

дит на описание, например, изменений в климате, прогнозов погодных процессов, движения некоторых небесных тел, поведения многих элементарных частиц, явлений тепловой конвекции, процессов, происходящих в экосистемах и в социуме, и т.д.

При этом глобальный социум, как сложная, фрактально организованная структура, стремится сохранить свой адаптивный потенциал, обеспечивающий ей способность к самоорганизации при изменяющихся условиях среды путём конкурентного взаимодействия флуктуаций — составляющих его разнообразных социально-экономических подсистем.

В доядерный период эволюции глобальной цивилизации мировые войны являлись критическими состояниями («режим с обострением», «динамический хаос»), формирующимися при повышении амплитуды социально-экономических колебаний в СФОС, в которых обостряется «борьба» флуктуаций и благодаря разнообразию которых система может выйти в режим обновленного динамического «диссипативного состояния». (Следует отметить, что в этих состояниях резко возрастает роль личности как триггера возможных, именно тех флуктуаций, которые значительно повышают адаптивный потенциал социальной системы). Если же они не приводили к формированию новой социальной динамической «диссипативной структуры», то, повидимому, глобальная биосоциальная система входила в новый «режим с обострением» или «динамический хаос» (возникновение, например, пандемии «испанка» после Первой мировой войны). После этого, при условии существования достаточно разнообразного спектра флуктуаций в фазовом пространстве глобального социума, формировалась новая динамическая социально-экономическая «диссипативная структура». Причём время её жизни в режиме автоколебаний зависело от широты спектра флуктуаций в системе. Вероятно, потому что Лига наций, созданная после Первой мировой войны, не отражала по факту всё разнообразие социально-экономических укладов 20-30-х годов XX в., ей не суждено было предотвратить Вторую мировую войну.

Организация объединенных наций (ООН), созданная после Второй мировой войны на основе принципа «добровольного и равноправного объединения всех государств для совместного решения общих и даже частных проблем», была организована уже с учётом реального существования биполярного мира (разнообразия флуктуаций в глобальной социально-экономической СФОС), благодаря учёту позиций прежде всего стран - постоянных членов Совета безопасности ООН (право вета). Именно благодаря этому ей удавалось обеспечить поддержание в режиме самоорганизации и эволюцию глобального социума без мировых войн по крайней мере до 1991 г. Однако после развала СССР, СЭВ, Варшавского договора, Организация объединённых наций превратилась в одних вопросах в фактор диктата, в других - в механизм, совершенно неработающий (вооружённые нападения без мандата Совбеза ООН и т.д.), т.е. по факту ООН уже давно не выполняет функцию сохранения политического разнообразия в глобальном социуме.

Вместе с тем избыточная глобализация начала XXI в. приводит к сужению спектра и социально-экономического, и культурного разнообразия в глобальном социуме. Причём это происходит на фоне невозможности ядерной войны и утраты de facto ООН своей

функции по сохранению реального политического разнообразия в глобальном социуме. Никакие другие объединения и союзы, типа НАТО, Евросоюз, «Большая семёрка», ЕВРАЗЭС, ОДКБ и др. (ранее — Варшавский договор, СЭВ и т.д.) этих функций не выполняли и не выполняют, т.к. организованы они по принципу диктата, а не политического разнообразия. Когда же снижение разнообразия происходит и в экономике, и в политике, то это может привести к выходу глобальной экосоциальной системы из режима самоорганизации, к катастрофе, особенно при изменении внешних условий.

Иногда возникает впечатление, что человечество в лице своих «наиболее продвинутых представителей» решило, что оно, перейдя на более высокий уровень организации, уже не подчиняется общим для всей природы законам самоорганизации. Но законы Природы (в данном случае законы самоорганизации в режиме автоколебаний), «работают» независимо от степени гипертрофированности самомнения таких представителей человечества. На то они и всеобщие законы Природы! В соответствии с ними внутренние процессы, происходящие в динамической глобальной экосоциальной системе, начинают активировать механизмы, обеспечивающие сохранение её способности к самоорганизации, в том числе путём сохранения разнообразия «флуктуаций» социально-экономических и политических подсистем.

Не исключено, что одним из таких путей является только на первый взгляд случайное, якобы ничем и никем не мотивированное возникновение пандемии с относительно небольшой летальностью по сравнению, например, с чумой и даже с сезонным гриппом, следствием которой является в определённой степени социально-экономическая автономизация социальных подсистем, приводящая к определённому сохранению разнообразия в рамках глобальной социально-экономической системы, т.е. к сохранению её способности к самоорганизации и её адаптивного потенциала.

Следовательно, пандемию COVID-19 можно рассматривать как своего рода механизм сохранения глобальной экосоциальной системы в режиме самоорганизации за счёт сохранения разнообразия социально-экономических и политических подсистем в условиях избыточной глобализации, стремящейся это разнообразие уменьшить. В этом, по-видимому, заключается позитивная роль пандемий в сохранении эволюции и самого глобального социума в режиме самоорганизации в современном мире, как своеобразная альтернатива военному разрешению конфликтных взаимоотношений флуктуаций (государств и надгосударственных объединений) с применением ядерного оружия.

В условиях пандемии COVID-19, действия социальных подсистем глобального социума (государств и государственных объединений) по закрытию границ, введению, по сути, режима максимальной самоизоляции не только людей, но и социальных подсистем, есть комплекс мер, полностью укладывающихся в реакции СФОС, т.е. направленных на сохранение своей способности к эволюции в режиме самоорганизации, на своё самосохранение, как сложной, фрактально организованной

социальной системы. Следует отметить, что законы самоорганизации в режиме автоколебаний путём расширения разнообразия "флуктуаций" – активных мутантных форм – действуют и в семействе коронавирусов SARS-CoV-2. Всего лишь за полгода уже выделено три устойчивые мутантные формы: «А», «В» и «С».

В заключение можно предположить, что для сохранения способности глобального социума к самоорганизации необходимо, во-первых, организация и эффективная (а не чисто формальная) деятельность общецивилизационных центров, обеспечивающих его реальное динамическое стационарное состояние путём паритетного взаимодействия в рамках глобального социума, но обязательно в рамках как минимум биполярного (как в политическом, так и в социально-экономическом отношении) мира, то есть умеренная глобализация, без диктата. Вовторых, сохранение экономической и политической самодостаточности по крайней мере нескольких структурных (государственных и межгосударственных) центров (флуктуаций), например, группа североамериканских государств; Евросоюз; Россия; Китай и группа стран-лидеров в регионе Юго-Восточной Азии.

Хотелось бы надеяться, что Евросоюз и другие межгосударственные объединения, пройдя в результате пандемии стадию динамического хаоса, реорганизуются и укрепятся на новых основах, исключающих диктат его центральных органов, которые в последние годы уж очень стали напоминать союзные органы СССР. Существенной реорганизации должна быть подвергнута и глобальная политическая система, прежде всего ООН, с восстановлением реального политического разнообразия в глобальном социуме.

На самом деле такой вариант траектории эволюции глобального социума возможен, если в «точке бифуркации» найдутся не менее двух (соблюдение принципа разнообразия) сильных (изначально локальных) лидеров (та самая флуктуация, триггер), которые, организуя на первом этапе выход своих социально-экономических подсистем (государств) из состояния «режим с обострением» или «динамический хаос», смогут, исходя из принципа «роли личности в истории в её критические моменты» инициировать создание эффективного межгосударственного образования, например, путём реорганизации ООН на новых или в чём-то забытых старых принципах политического разнообразия. В истории человечества XX в. такую роль смогли сыграть прежде всего три лидера: Ф. Б. Рузвельт, И. В. Сталин и У. Л. Спенсер-Черчилль, создавшие ООН.

В результате вся система глобального социума сможет перейти в новое состояние «диссипативная структура_,» посредством ароморфоза. Но это будет не как в биологии «за счёт гибели основной популяции и выживания мутантов, дающих старт новой популяции, наиболее адекватной новым условиям», а за счёт реорганизации всего планетарного социума на основе принципов «ноосферы».

Если этого даже, как результата пандемии, не произойдет, то в какой-то (надеюсь, в неядерной) форме мировая война, либо катаклизмы типа извержений сверхвулканов, неизбежны, поскольку планетарной экосоциальной системе такой глобальный социум, выходящий из режима поддержания способности к самоорганизации и потому угрожающий ей самой, не нужен и более того, вреден и опасен!

Список литературы

- 1. Нелинейная динамика (синергетика) в химических, биологических и биотехнологических системах : учебное пособие / Б. М. Кершенгольц [и др.]. изд. 2-е, дополн. Якутск : Изд-во ЯГУ, 2009. 284 с.
- 2. Карбонатно-метановая система саморегуляции планетарного климата / В. Б. Спектор [и др.] // Известия РАН. — 2007. — № 6. — С. 1—12.
- 3. Спектор, В. Б. Карбонатная геохимическая модель планетарного климата / В. Б. Спектор, Б. М. Кершенгольц // Доклады АН. – 2007. – Т. 416, № 3. – С. 1–3.
- 4. Синергетика и электрорефлексотерапевтическая технология ЭМАТ в лечении патологических аддиктивных состояний / Б. М. Кершенгольц [и др.] // Психическое здоровье. 2006. № 6. С. 44—47.
- 5. Чернобровкина, Т. В. Синергетическая медицина: теоретические и практические аспекты в аддиктологии / Т. В. Чернобровкина, А. Ф. Артемчук, Б. М. Кершенгольц; предисловие проф. И. К. Сосина. — Йошкар-Ола: «Фрактал», 2006. — 313 с.
- 6. К фрактальным основам теории самоорганизации систем и к синергетическому анализу первых трёх глав Священного писания / Б. М. Кершенгольц [и др.] // Сознание и физическая реальность. 2007. Т. 12, № 4. С. 2—15.
- 7. Открытая карбонатно-метановая система саморегуляции планетарного климата / Б. М. Кершенгольц [и др.] // Международный журнал проблем эволюции открытых систем. 2008. Т. 1, вып. Х. С. 53—68.
- 8. Кершенгольц, Б. М. Вода и процессы самоорганизации систем / Б. М. Кершенгольц, Т. В. Чернобровкина. Новосибирск: Академическое Изд-во «ГЕО», 2019. 172 с.
- 9. Кершенгольц, Б. М. Старение процесс уменьшения адаптивного потенциала организма как саморегулируемой системы / Б. М. Кершенгольц, О. Н. Колосова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. Ч. 1, № 9. С. 46—53.
- 10. Пармон, В. Н. Пребиотическая фаза зарождения жизни / В. Н. Пармон // Вестник РАН. 2002. Т. 72, № 11. С. 976—983.
- 11 Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. М.: Едиториал УРСС, 2003. 288 с. (Серия «Синергетика: от прошлого к будущему»).
- 12. Николис, Г. Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации / Г. Николис, И. Пригожин. М.: Мир, 1979. 512 с.
- 13. Князева, Е. Н. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. СПб. : Алетейя, 2002. 414 с.

СОЛЬ ЗЕМЛИ ЯКУТСКОЙ

П. Н. Колосов

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-79-81



Пётр Николаевич Колосов, д.г.-м.н., главный научный сотрудник Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

Соль - наиболее широко используемый человеком продукт из всех естественных полезных ископаемых. На территории современной юго-западной части Якутии около 570-520 млн лет назад существовал уникальный морской солеродный бассейн с особым гидрохимическим режимом, не имеющий аналогов в мире. По-видимому, он сообщался с океаном через ряд промежуточных полуизолированных бассейнов. Удивительно, что весьма мощные (до 20-30 м) слои чистой (около 95 % NaCl - галит) каменной соли в Кемпендяйе Сунтарского улуса накапливались за сравнительно непродолжительный промежуток времени (в среднем по 7-9 см в год). Отложение солей происходило после длительного периода концентрации рассолов до стадии насыщения в бассейнах засушливых зон [1]. Редко залежи пластичных солей выжимаются вверх под нагрузкой вышележащих слоёв горных пород, образуя куполовидные соляные структуры, но иногда такие структуры встречаются на дневной поверхности, как, например, обнажение «Таас-Туус» (в переводе с якутского «каменная соль») на

р. Кемпендяй (правый приток р. Вилюй) [2]. Здесь наблюдается высокое содержание соли в рассоле источника, бьющего из-под земли. Соль высшего сорта Кемпендяйский солезавод добывает путём летней садки.

В бассейне р. Лены имеются многочисленные выходы минерализованных вод. Долгие годы люди не знали, что солёные родники по происхождению связаны с существующими на глубине многих сотен метров мощными слоями каменной соли.

В 1923 г. работники Усольского солеваренного завода на р. Ангаре были удивлены, когда одна из скважин на глубине 693 м вскрыла соленосную толщу мощностью 28 м [1]. Наиболее полные сведения о соленосных отложениях вендского (примерно 650-541 млн лет назад) и раннекембрийского (541-520 млн лет назад) возраста были получены в 1960-1980 гг. в результате поискового глубокого бурения на нефть и газ на территориях Иркутской области и Западной Якутии. Установлено, что на юге Сибири каменная соль развита на площади свыше миллиона квадратных километров.



Обнажения каменной соли г. Таас-Туус на р. Кемпендяй. Фото К. Е. Колодезникова



Летняя садка соли высшего сорта на Кемпендяйском солезаводе. Фото автора

Солеваренная промышленность Восточной Сибири базируется на рассолах, добываемых из самых нижних слоёв кембрия. Насыщенность этих слоёв солями очень высока (порядка 60 %). Толщина пластов почти чистой каменной соли составляет несколько десятков метров, достигая иногда ста и более метров [3]. Толщина карбонатных и глинисто-известковых отложений, содержащих разной толщины пласты солей, местами достигает 2,0-2,5 км, из которых на долю самих солей приходится до 700-900 м. В Западной Якутии максимальная суммарная толщина солей в разрезах отложений венда и раннего кембрия местами равна около 250-300 м. Малопроницаемые глинисто-карбонатные породы служат защитной покрышкой для пластов каменных солей, которые обнаружены в разрезах осадочных толщ на Хотого-Мурбайской, Верхневилючанской, Иктехской и других площадях при поисково-разведочном бурении на юго-западе Якутии. На Западно-Ботуобинской площади в скважине № 362-0 пласты соли находятся на глубине 1692-1680 м. На Верхне-Вилючанской площади в скважинах № 602 и 614 нижняя граница появления пластов соли в разрезе венда (юдомия) отмечена соответственно в 180 и 64 м от кровли ботуобинского горизонта венда, а на Иктехской площади в скв. № 650 - в 90 м. В карбонатной части верхней подсвиты бюкской свиты на Верхне-Вилючанской и Иктехской площадях присутствуют пласты соли, которых нет на других разбуренных площадях Ботуобинского нефтегазоносного района [4].

Каменная соль на вид прозрачная, а по структуре крупнокристаллическая. Пласты соли очень плотные и непроницаемые, поэтому служат покрышками, под которыми сохраняются залежи нефти и газа. На месторождении Талакан, например, богатые залежи нефти располагаются под так называемыми «осинскими солями». Область максимального развития кембрийских солей на юго-западе Якутии охватывает территории Ленского, частично Мирнинского районов, Олёкминского, Сунтарского, Нюрбинского и Вилюйского улусов.

Буровые мастера Среднеленской нефтегазоразведочной экспедиции в 70-х годах прошлого века расска-

зывали, что за сутки буровой инструмент покрывался солью толщиной около одного сантиметра. Эта были, по-видимому, соли разного состава, в том числе весьма агрессивные, разъедающие металлы. По мнению гидрогеологов, в слоях горных пород встречаются природные рассолы очень высокой концентрации (до 650 г/л), вызывающие засоленность (ухудшение) коллекторов нефти и газа [5]. В случае значительного выхода на дневную поверхность и попадания в воды рек (Лены, Вилюя и других), рассолы с такой концентрацией различных солей могут вызвать экологическую катастрофу.

Минерализация соляных источников в Ленском районе достигает 6,6 г/л, а в Олёкминском районе в бассейне р. Солянка — 21 г/л, а иногда 70 г/л. Такие солёные

родники могут активно использоваться в бальнеологических целях. Возле г. Олёкминска находится дер. Солянка. В 1968 г. будучи там со своей пятилетней дочерью и указывая на эту деревню, я произнёс: «Вон там находится деревня Солянка». Когда наш теплоход отплывал от пристани, дочь воскликнула: «Деревня Борщ, пока!»

Весьма интересно описывали процесс выварки соли старожилы рабочего посёлка Сользавод Ленского района Якутии. В 1931 г. на берегу р. Пеледуй, «в том месте, где вода одного из родников содержала в себе соляные примеси, установили незамысловатое устройство для выварки соли. Ценный продукт получали тогда в очень небольших количествах. В годы войны... развернули на роднике завод. Работало четыре варницы, производительность выросла до 33 тыс. тонн. Это было очень важным делом, поскольку соль в Якутию не поступала. Пеледуйский сользавод стал снабжать ею не только жителей Ленского района, но и поставлял свою продукцию на многие рыбозаготовительные предприятия Якутии...



Каменная соль с глубины 1692 м в керне скважины Западно-Ботуобинская № 362-0. Фото автора

В большие... ёмкости заливали соляный раствор. взятый из родника, после этого под ней растапливали печь... Вода в варнице должна была кипеть безостановочно. Для этого требовалось много дров. В зимнее время печи всех четырёх варниц «проглатывали» за сутки до 140 кубометров древесины... Трое мужчин кололи дрова днём, трое - ночью (рассказывали, что у одного из дровоколов был прирученный медведь. который помогал в одно время подтаскивать чурки: как услышит заводской гудок, обозначавший начало обеда, сразу бросал чурку и бежал за едой (П. К.))... В конце варки (а длилась она много часов) на дне чанов оставалась чистейшая соль толщиной не более пяти сантиметров... Полученную соль возили на базу в Пеледуй. Летом на пятитонных шитиках (экипаж шитика: лоцман, кормовщик и коногон), зимой – на лошадях» [6, с. 43, 45]. В 1941-1945 гг. пос. Сользавод снабжал солью рыбозаготавливающие предприятия, находящиеся в низовьях р. Лены, а также сам солил рыбу и направлял её на фронт защитникам Родины.

В заключение необходимо отметить, что государства, на территориях которых существуют месторождения каменной соли, с давних времён успешно распоряжались этим природным богатством. Так, соляные пласты на юге Китая ещё во времена династии Цин вскрывали скважинами при помощи механизма, приводимого в движение ногами. Над скважинами строили вышки, в том числе и самую высокую в мире деревянную (высотой 113 м). Рассол из скважин доставали вёдрами из бамбуковых коленец в виде длинной жерди. Жители соленосной провинции Сычуань считают, что для приготовления маринованных овощей выпаренная в течение 5-6 часов соль лучше, чем промышленная, полученная методом вакуум-кристаллизации [7].

Древнегреческий поэт Гомер соль называл божественной, а в начале нашей эры у народов стран Средиземноморского бассейна слово «солёный» означало «вкусный». В XIV-XV вв. в некоторых странах килограмм

золота отдавали за килограмм соли. Из-за недостатка соли и повышения налогов на соль в 1641 г. в России был «соляной бунт» [8]. Он был и в Москве в июне 1648 г. Некоторых участников этого бунта сослали в Якутский округ Иркутской губернии.

Долгое время соль служила символом достатка, богатства, а пожелание «хлеба-соли» означало пожелание благополучия. Вот почему дорогих гостей до сих пор мы встречаем хлебом-солью.

Список литературы

- 1. Яншин, А. Л. О глубине солеродных бассейнов и некоторые вопросы формирования мощных соляных толщ / А. Л. Яншин // Геология и геофизика. 1961. № 1. С. 3—15.
- 2. Полезные ископаемые Сунтарского района и перспективы их промышленного освоения. Якутск : ЯФГУ «Изд-во СО РАН», 2004. 144 с.
- 3. Писарчик, Я. К. О распространении в Иркутском амфитеатре каменной соли на глубинах, доступных для шахтной разработки / Я. К. Писарчик // Материалы по палеогеографии и литологии : труды ВСЕГЕИ. 1967. С. 78—97.
- 4. Колосов, П. Н. Позднедокембрийские микрофоссилии и стратиграфия нефтегазоносных отложений востока Сибирской платформы / П. Н. Колосов. Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. 164 с.
- 5. Новиков, Д. А. По материалам Всероссийской молодёжной научной конференции (8–14.09.2013 г., г. Новосибирск) / Д. А. Новиков // Наука в Сибири. 2013. № 38. 26.09. С. 9.
- 6. Соин, Н. Мы приближали этот день / Н. Соин, С. Черепанов. – Рязань : Новое время, 1995. – 184 с.
- 7. Фан, Ван. Утекшие времена столицы соли / Ван Фан // Китай. – 2014. – № 9 (107). –С. 60–63.
- 8. Эвенштейн, 3. М. Пуд соли / 3. М. Эвенштейн // Здоровье. — 1979. — № 7. — С. 10-11.

НОВЫЕ КНИТИ



Прибыткина, В. В. Память, ставшая судьбой / сост. В. В. Прибыткина, А. В. Кондратьева. – СПб. : Нестор-История, 2020. – 376 с. : ил.

Книга «Память, ставшая судьбой» заслуженного работника культуры РС(Я), члена Союза журналистов России рассказывает о семье и родословной Никифоровых, Винокуровых, Ивановых, знакомит с судьбой дедов автора, один из которых за активное участие в Кронштадтском восстании 1906 г. был сослан в Сибирь, другой – православный потомственный священник – пострадал в годы репрессий.

Трагические страницы в истории семьи нашли отражение в творческой и поисковой работе журналиста, в её авторской программе «Колокола памяти», рассказывающей о судьбах насильственно депортированных народов и отдельных людей, оказавшихся не по своей воле в краю ГУЛАГа.

РЕКА, КОТОРАЯ ВПАДАЕТ В ДВА ОКЕАНА

Н. А. Находкин, Ф. Н. Находкина DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-82-87



Николай Александрович Находкин, кандидат биологических наук, руководитель Якутского отделения Российского союза спасателей, г. Якутск



Фаина Николаевна Находкина, ведущий специалист Министерства по внешним связям и делам народов Республики Саха (Якутия), г. Якутск

Со школьных лет мы знаем, что реки впадают в моря. Аксиомой является и то, что Волга впадает в Каспийское море. Но есть реки, которые могут впадать сразу в несколько морей. Такое явление называется «бифуркация» (от лат. bifurcatio «раздвоение»). Оно встречается в природе не так уж и редко. Классический пример — р. Ориноко, от которой отделяется р. Касикьяре, впадающая в р. Риу-Негру бассейна Амазонки.

Казалось бы, в наш современный космический век невозможны географические открытия. Вся наша планета просматривается, не выходя из-за компьютера, с помощью спутниковых снимков и карт. Но, оказывается, в России есть удивительная река Делькю, которая начинается высоко в горах Сунтар-Хаята, на границе Якутии и Хабаровского края и, разделяясь на два рукава, несёт свои воды в разные океаны (с эвенского языка название реки переводится как «раздвоение» или «штаны»). Так, об этой реке рассказал заслуженный врач Республики Саха (Якутия), краевед и заслуженный турист РФ Г. И. Цыпандин, который сплавлялся с точки бифуркации р. Делькю до Охотского моря, а через несколько лет – с этой же точки к Оймякону, до р. Индигирки. Тем не менее, бифуркация р. Делькю до сих пор оставалась малоизученной. Это объясняется труднодоступностью и сложной климатической обстановкой данного района. Так, в летнее время он постоянно закрыт облаками, идущими с Охотского моря. На вершинах хребта Сунтар-Хаята снег лежит до середины лета, и только к осени ледники в долинах рек тают. А так как участок бифуркации находится на границе Северного полюса холода (Оймяконский район), то уже рано осенью здесь ложится снег. Зимой данный участок реки подо льдом, в снегу, и вообще не просматривается из космоса.

Зимой 2015 г. мы планировали провести тренировки спасателей Якутии на горных реках и рассчитывали совершить сплав из точки бифуркации до р. Индигирки. Учитывая, что внутренний туризм в Якутии с каждым годом развивается, едут туристы, по-разному экипированные, и, на свой страх и риск, сплавляются по самым опасным рекам Якутии. Иногда они попадают в критические ситуации, и нам приходится проводить спасательные работы, а для этого надо иметь соответствующие навыки и технику. Планируя будущую экспедицию, мы решили, что коль скоро мы ищем для испытания новейшей техники и тренировок спасателей экстремальные условия, то можно усложнить задачу: впервые в мире пройти из бассейна Тихого океана через точку бифуркации р. Делькю в Северный Ледовитый океан по внутренним водным путям, т. е. пересечь на лодках весь Евразийский континент, от одного океана до другого, не проходя Берингов пролив. К рабочему плану добавился подъём на моторных лодках по воде на высоту почти полтора километра.

Русское географическое общество поддержало наш проект, и летом 2016 г. состоялась экспедиция «Полюс холода соединяет океаны». Маршрут её проходил по малоисследованным местам. В популярных интернет-ресурсах также оказалось крайне мало информации, и это легко понять, так как от места старта (пос. Охотск) до ближайшего по маршруту с. Оймякон около 800 (!) километров. Между ними безлюдные горы и тайга. С помощью вертолёта МЧС по маршруту (в трёх местах) мы заранее оставили запасы топлива для водомётов и канистру с клеем для лодок (к сожалению, его нашёл и съел бурый медведь).

Наша экспедиция выполнила большую программу по заданию

нескольких научных учреждений республики: Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, Института биологических проблем Севера ДВФО РАН, Музея археологии и этнографии Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова и Международного фонда журавлей.

Экспедиция началась из пос. Охотск 10 июля 2016 г. Нас провожали все жители посёлка. Погода, прямо скажем, нас не очень баловала: всего +16 °С, с холодным сырым туманом, тогда как в Якутске в это время было +35 °С. Удивили нас и некоторые географические факты. Так, многие думают, что Охотск находится на берегу Охотского моря, у устья р. Охота. На самом же деле он расположен в устье р. Кухтуй. Ещё одной интересной особенностью посёлка является то, что в середине июля морские волны выбрасывают на берег живую рыбу. Более того, икрой и рыбой жители удобряют посадки картофеля.

Для достижения цели экспедиция преодолела свыше 2500 км от Охотского до Восточно-Сибирского моря Северного Ледовитого океана (из них 1400 км — севернее полярного круга) (рис. 1). Мы прошли от устьев до верховий пяти северных рек: Охота, Делькю-Охотская (точка океанской бифуркации на р. Делькю), Делькю-Куйдусунская, Куйдусун и Индигирка. По узким водным ущельям пересекли высокогорные хребты: Охотский



Рис. 1. Маршрут экспедиции

(до 2171 м), Сунтар-Хаята (до 2959 м), Черского (до 3003 м), Порожный (до 2664 м), а также Оймяконское нагорье и прошли по отрогам ещё шести горных хребтов: Тас-Кыстабыт, Уолчанский, Силяпский, Иньялинский, Чемалгинский и Момский.

Наша экспедиция состояла из шестнадцати участников. В основном это были опытные спасатели Якутского отделения Российского союза спасателей, а также научные сотрудники и операторы телеканала «Моя планета». На отдельных участках длинного маршрута мы проводили ротацию (замену) некоторых научных сотрудников – гидрологов, археологов, историков. Мы шли на четырёх надувных резиновых лодках «Фрегат». Хочется сказать несколько слов о них. Предварительно мы анализировали разные модели лодок мировых производителей и пришли к выводу, что оптимально нам подойдут отечественные лодки «Фрегат». Они готовились специально для экспедиции. Лодки надувные, имеют девять отсеков, бронированное днище и тоннель, для установки водомётного двигателя в 50 л.с. Грузоподъёмность каждой лодки составляет около тонны. При этом они способны передвигаться по мелководью (10-15 см). В каждой лодке размещались по четыре человека. Груз был распределён таким образом, чтобы при выходе из строя одной лодки экспедиция не теряла своей функциональности. С каждым днём при подъёме к верховью скорость течения увеличивалась. Мы старались пройти маршрут, когда вода на горных реках имела максимальный сток, но это создавало и дополнительные трудности. После обильных дождей по рекам Охота и Делькю-Охотская вода шла по руслу бешеным потоком. По фарватеру неслись деревья, коряги, мусор. Мутная вода и дождь мешали определять направление течения. Когда мусор забивал заборник водомёта, мотор терял силу, и лодку с огромной скоростью несло обратно. В дальнейшем мы научились очищать водомёты на ходу, не выключая двигатели. В результате над ними поднимался фонтан воды, и лодки напоминали стадо китов. Иногда, уклоняясь от несущихся деревьев на фарватере, приходилось срезать углы прямо по затопленному лесу.

Через каждые сто километров по всему маршруту от океана до океана мы брали пробы воды для гидробиологов Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (рис. 2). Кроме того, мы брали пробы льда со всех встречающихся на пути ледников, т.к. по составу можно определить историю их происхождения. Данные пробы анализировались на химический состав воды и фитопланктон. Заведующий лабораторией гидробиологии ИБПК СО РАН д.б.н. В. А. Габышев так отозвался о работе экспедиции: «Пусть гидробиологи всего мира мне завидуют, потому что материал уникальный. Мы возлагаем на него большие надежды. Нам предстоит большая работа. Обработка проб продлится несколько лет». В 2018 г. результаты были опубликованы в основательной монографии В. А. Габышева и О. И. Габышевой «Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири» [1].

Занимательное краеведение



Рис. 2. Отбор проб воды

На реке Делькю-Охотская есть резкий изгиб русла (около 90 градусов), хорошо видимый на карте. Вероятно, он образовался много лет назад в результате тектонических сдвигов. С противоположной стороны реки, в месте изгиба, течёт небольшая речка Кюренджа. Так вот, основная масса красной рыбы во время нереста сворачивает с р. Охоты именно в эту малозаметную речку. По образному выражению местных рыбаков, в это время здесь её так много, что по спинам рыб можно перебежать на другой берег. Может, генетическая память рыб сохранилась, и они устремляются по бывшему руслу?

Русла всех рек являются естественным жёлобом для распространения новых видов животных. Например, обыкновенная выдра встречается в Якутии только на юге, в верховьях р. Лены и на Олёкме. По бифуркации же выдры проникли в бассейн р. Индигирки. Мы видели их в местных районных музеях вплоть до Чокурдаха, а это уже в тундре, недалеко от Северного Ледовитого океана. Явно, через зону бифуркации распространилась в Якутии и бурая оляпка (Cinclus palassi Temminck). Причём, зимует она на незамерзающих полыньях р. Куйдусун у п. Томтор (полюс холода). В то же время даже в южных районах Якутии бурая оляпка не встречается. Этот вид занесён в Красную книгу Якутии.

Одним из научных заданий Института биологических проблем Севера ДВФО РАН участникам экспедиции было определение ареала гнездования белоплечего орлана (Haliaeetus pelagicus) – краснокнижного вида, эндемика Дальнего Востока. По данным спутникового мечения, орланы оставались в среднем течении р. Охота до октября. Это необычное явление, т.к. на всей территории в это время лежит снег. Дальнейшая судьба этих птиц оставалась неизвестной, орнитологические исследования в бассейне р. Охоты не проводились. Мы провели учёт околоводных птиц по всему маршруту. По рекам Охота и Делькю-Охотская нам удалось обнаружить и отметить на карте восемь гнёзд белоплечего орлана (рис. 3). Гнездовой период к 10 июля уже был

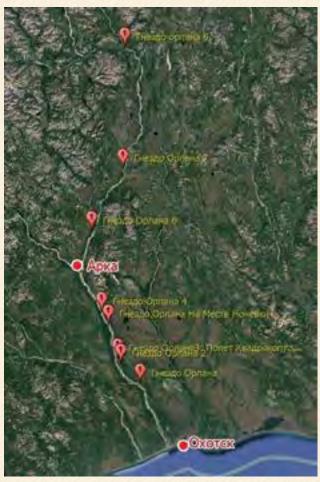


Рис. 3. Гнёзда белоплечего орлана по р. Охота

окончен, но молодые птицы ещё находились в окрестностях гнёзд. С помощью квадрокоптера нам удалось исследовать некоторые из них, но птенцов там не было. Самое дальнее гнездо орлана было обнаружено нами в устье р. Делькю-Охотская. Видимо, оно соответствует тому месту, до которого поднимается на нерест красная рыба.

Точка океанской бифуркации р. Делькю находится на высоте 1405 метров над уровнем моря. Чем выше мы поднимались, тем чаще стали встречаться нерастаявшие ледники по долине р. Делькю-Охотская (рис. 4). На горных вершинах хребта лежал снег. Исток р. Делькю находится в отрогах ледников горы Берилл (2933 м над уровнем моря), примерно в 30 км, но к точке бифуркации река набирает силу. Моторные лодки с трудом шли против течения. Ширина реки составляла 20-30 метров, но вброд невозможно было даже пытаться её перейти. Изучение архивных фотографий показывает, что в разные годы сток воды в сторону разных океанов сильно отличался. В некоторые годы расход воды в р. Делькю-Куйдусунская был в разы больше, чем в р. Делькю-Охотская в сторону Охотского моря. В нашем случае было наоборот (рис. 5). Мы достигли точки бифуркации 17 июля 2016 года.

Занимательное краеведение



Рис. 4. Участники экспедиции на леднике (15 июля 2016 г.)

По заданию Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН на водоразделе двух океанов на глубине одного метра в каменистой почве мы установили температурные датчики-логгеры. В течение нескольких лет они будут записывать температуру мёрзлных пород каждые три часа. По мнению директора института д.г.-м.н. М. Н. Железняка, «установленные экспедицией логеры закроют ещё одно "белое пятно" на мерзлотной карте региона».

Река Делькю-Куйдусунская в верховье была очень мелкой, поэтому нам пришлось сплавляться без мотора. Можно было дождаться дождей, но сплав по полноводной горной реке с неожиданными завалами, «гребёнками» и наледями представлял бы ещё большую опасность.

18 июля 2016 г. мы установили знак Русского географического общества на точке океанской бифуркации (рис. 6) и начали спуск с водораздела по р. Делькю-Куйдусунская до р. Куйдусун. Через два дня мы достигли первого посёлка Куйдусун Оймяконского улуса Якутии, где С. В. Обручев когда-то расчётным путём определил зимнюю температуру вздуха минус 71,2 °C. Посёлок стоит вдали от берега, но пропустить его невозможно. Мы пристали к берегу, пройдя под высоким мостом. Настил моста был выше нас метра на четыре, но уже 22 августа того же года большая вода р. Куйдусун смыла его. (Тогда некоторые спасатели из состава экспедиции со своими «Фрегатами» приезжали туда на спасательные работы). Река здесь имеет быстрое течение и очень коварная. В некоторых местах основное её русло через небольшие проточки уходит в сторону, и сплавщики на полном ходу упираются в сплошные завалы, поэтому от них требуется предельная внимательность.

В 4 км от Куйдусуна расположено с. Томтор. Здесь имеется ледяная пещера в вечной мерзлоте, где годами хранятся ледовые скульптуры, сделанные как будто из мрамора. Также во время Великой Отечественной войны в Томторе был построен аэродром для авиации Алсиба, которая перегоняла самолёты из Аляски на фронт по Ленд-лизу. Иногда здесь собирались сотни самолётов, в основном «Аэрокобры» и бомбардировщики. Во время перегона произошло 279 лётных происшествий, в том числе 39 катастроф, 49 аварий, 131 поломка,



Рис. 5. Место бифуркации. Левый ручей – начало Делькю Куйдусунской



Рис. 6. Знак РГО установлен в точке океанской бифуркации

60 вынужденных посадок. Погибло 115 лётчиков. В сложнейших климатических условиях при отсутствии навигаторов лётчики героически выполняли свой долг, обеспечивая фронт новыми самолётами. Во время экспедиции, по опросным данным, мы установили два места вынужденных посадок самолётов.

При дальнейшем сплаве по р. Куйдусун мы достигли р. Индигирки, а через некоторое время с. Оймякон. Здесь находится знаменитая на весь мир стела «Оймякон – полюс холода». Население встретило экспедицию очень хорошо. Запомнился мальчишка лет пяти – семи. Он бежал за нашими отплывающими лодками, плакал и просил, чтобы взяли его с собой. Верим, что когда он вырастет, то станет настоящим путешественником!

Индигирка в районе Оймякона — уже большая река. Течение быстрое, но нет опасных для сплава участков до самого пос. Усть-Нера. Незадолго до Усть-Неры мы прошли под мостом знаменитой Колымской трассы. Эта дорога была построена в основном заключёнными ГУЛАГа. Сейчас на месте бывших бараков Индигирлага стоят современные кварталы, но, говорят, далеко

в тайге ещё остались развалины лагеря Аляскитовый. Тем не менее, даже существующий музей ГУЛАГа в Усть-Нере оставил тяжёлое впечатление. В конце 40-х годов в Индигирлаге содержались 13 850 заключённых, и очень немногие из них вернулись домой. В музее есть выписка из политической статьи № 58, по которой осуждали людей, и в ней имеются такие сокращения: НШ – недоказанный шпионаж, СВПШ – связи, ведущие к подозрению в шпионаже и т. д., то есть получается, что практически любой человек в то время мог попасть в концлагерь... В 20 км от Усть-Неры мы посетили мемориал на месте массового захоронения узников лагерей.

В настоящее время пос. Усть-Нера является центром промышленного района Оймяконский. Район, как и весь Северо-Восток страны, ещё недостаточно исследован. Даже сам хребет Черского длиной в тысячу километров был открыт только чуть более ста лет назад С. В. Обручевым. Что тут говорить об его полном исследовании? Здесь добывается золото. Самый большой золотой самородок, найденный на Индигирке, весит более 9 кг.

Севернее Оймяконского района (улуса) находятся два сельскохозяйственных улуса Якутии — Момский и Абыйский. Мы приближались к ним под моросящим дождём и мысленно представляли себе какие-то полузаброшенные селения, но первый же посёлок Момского улуса — Чумпу-Кытыл — заставил нас влюбиться в эти края. Он расположился среди белоснежных горных вершин, маленький, аккуратный, на ярко-зелёной поляне. Ни одного кривого забора, ровные штакетники, на домах нет замков, весело раскрашенная детская площадка. Всех порадовал дорожный знак «пешеходный переход» перед детской площадкой, хотя ближайший светофор находится за тысячи километров.

Ниже пос. Чумпу-Кытыл начинается знаменитая «Индигирская труба». Здесь река сжимается в узкое ущелье и на протяжении 30 км представляет собой стремительный кипящий поток, несущийся по порогам. С обеих сторон реку прижимают высокие скалы. Каждый камень на повороте назван именем погибших при сплаве людей, в основном геологов. Ещё на берегу, у Усть-Неры, один местный житель пытался отговорить нас проходить «Индигирскую трубу» на таких ненадёжных, на его взгляд, надувных лодках. Мы серьёзно относились к предупреждениям, но настроены были решительно, и наш расчёт оказался верным. Участники экспедиции в основном были опытными спасателями. Договорились, что если кто-то выпадет из лодки, не вытягивать его сразу обратно, т.к. перевернуться могут все, а вылавливать ниже порогов. Мы выбрали для сплава средний уровень воды, т.к. при низком количество выступающих камней превышает разумные пределы, а при высоком повышается скорость течения и высота стоячих волн. В ущелье мы влетели на бешеной скорости. Сразу начались пороги, но полностью мокрые от брызг, мы благополучно их преодолели. К удивлению, ниже порогов нас подстраховывали на моторных лодках добровольные спасатели из с. Хонуу. Мы были восхищены их мужеством сплавляться по такой реке с подвесными моторами. Надо сказать, что на всём протяжении маршрута рыбаки и местные жители старались нам помочь. Страну с такими людьми нельзя победить!

У самой границы Момского и Абыйского улусов на крутом изгибе р. Индигирки находилась древняя столица Колымо-Индигирского края г. Зашиверск. Все экспедиции первопроходцев (Дежнёва, Стадухина и т. д.) проходили через этот город. После ряда эпидемий он пришёл в упадок. В настоящее время там остались только развалины жилищ, да построена часовня. На данном участке маршрута к нам присоединилась археолог, научный сотрудник Института гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, кандидат исторических наук Е. Строгова. На наш удивлённый вопрос, как она оказалась здесь, последовал спокойный и обстоятельный ответ: «Для любого археолога Зашиверск – особенное место, это кладезь материалов по истории освоения Сибири. Он представляет большую историческую ценность для всех специалистов-историков». Мы выполнили съёмки местности с квадрокоптера для включения Зашиверска в реестр памятников России. В с. Кубергяня Абыйского улуса встретили прямого потомка брата знаменитого Ерофея Павловича Хабарова, который строил город Зашиверск.

Мы с удивлением узнали, что Момский и Абыйский улусы из-за отсутствия границ с Северным Ледовитым океаном не входят в Арктическую зону России, хотя находятся севернее полярного круга. Температура здесь зимой минус 50 °C и ниже. Сюда попасть сложнее, чем до архипелага Шпицберген, ведь туда можно самолётом или пароходом добраться, а в Оймяконье - только самолётом. Было бы крайне несправедливо уравнивать условия проживания здесь и, например, в Краснодарском крае. От имени всех участников экспедиции Фаина Находкина подготовила обращение к руководству Русского географического общества о включении Момского и Абыйского улусов Республики Саха (Якутия) в Арктическую зону России. К нашей радости, в 2019 г. Правительство РФ включило эти и некоторые другие районы Якутии в Арктическую зону. (Возможно, и мы сыграли в этом свою роль).

По берегам р. Индигирки много интересных мест для археологов и палеонтологов. В устье р. Уяндина (левый приток р. Индигирки) когда-то находилось поселение казаков. Съёмки с квадрокоптера выявили среди густой растительности следы строений. Также там были найдены мумии двух маленьких пещерных львят. Впоследствии выяснилось, что возраст их различался на 20 тысяч лет. Много было мест, где из обвалившихся берегов выступали кости мамонтовой фауны...

Во время экспедиции у магистранта МГУ географа Михаила Другова был день рождения. Конечно, после месяца странствий никаких подарков с собой у нас не было. На нашу удачу, под ногами у нас в прямом смысле оказалась часть головы мамонта, и Михаилу подарили настоящий мамонтовый зуб.

По всему маршруту мы проводили опросы населения о миграциях и встречах белых журавлей-стерхов, а в низовьях р. Индигирки сами начали их встречать. Эти редчайшие краснокнижные виды гнездятся

Занимательное краеведение



Рис. 7. На берегу Северного Ледовитого океана

в Аллаиховской тундре. По якутским поверьям, человек, увидевший белых журавлей на природе, будет счастливым. Мы имели счастье наблюдать белых журавлей неднократно. Все данные наших наблюдений переданы орнитологам Международного фонда журавлей.

По всему маршруту по р. Индигирке стояла прекрасная погода. Даже в ветреной тундре четыре дня стоял штиль. Крайним пунктом на нашем маршруте являлся северный посёлок в дельте р. Индигирки Русское Устье. Это уникальное поселение, в котором сохранилось народное творчество и живой русский говор времён Ивана Грозного.

5 августа 2016 г. экспедиция достигла берегов Восточно-Сибирского моря Северного Ледовитого океана (рис. 7). Для полной уверенности мы заплыли на своих лодках подальше в море, чтобы почувствовать солёность воды. Один из участников экспедиции даже искупался в океане. Таким образом, экспедиция РГО

впервые в мире прошла по внутренним водам от океана до океана, открыв миру удивительный край нашей планеты и огромный потенциал для развития туризма на северо-востоке страны.

Результаты работы нашей экспедиции были освещены на Попечительском совете Русского географического общества в Кремле. По результатам голосования экспедиция «Полюс холода соединяет океаны» стала финалистом премии РГО в номинации «Экспедиция» и лауреатом премии РГО в номинации «Народное признание».

Список литературы

1. Габышев, В. А. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири: монография / В. А. Габышев, О. И. Габышева; под ред. Л. Г. Корневой. — Новосибирск: Изд.-во АНС «СибАК», 2018. — 414 с.

НОВЫЕ КНИГИ



Якутский холод: популярная энциклопедия / [сост.: Г. С. Угаров, Н. П. Андросова, У. А. Семёнова; отв. ред. д.г.-м.н. В. В. Шепелёв]. – Якутск: Бичик, 2019. – 208 с.

Откуда берётся холод? Как живут люди и животные в самом холодном обжитом регионе мира — в Якутии? Как строят здания на скованной льдом земле? Как защититься от мороза? Ответы на эти и другие вопросы вы найдёте в энциклопедии «Якутский холод». Сюда вошли удивительные факты, полезные советы, легенды и мифы, связанные с холодом. Благодаря иллюстрациям и уникальным фотографиям холод предстанет перед читателем во всём своём величии. Книга убеждает в необходимости бережного отношения к природе, разумного использования естественных ресурсов, усвоения опыта, знания и мудрости человека, живущего в экстремальных климатических условиях.

Книга представляет большой интерес для школьников, студентов, краеведов, учителей, туристов и путешественников.

СТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Н. С. Данилова, С. 3. Борисова DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-88-90



Надежда Софроновна Данилова,

доктор биологических наук, профессор, действительный член Академии наук РС(Я), главный научный сотрудник Якутского ботанического сада ИБПК СО РАН, г. Якутск



Саргылана Захаровна Борисова, кандидат биологических наук, доцент, начальник отдела Ботанического сада СВФУ, г. Якутск

Территория Якутии расположена в зоне тайги. Основной лесообразующей породой здесь является лиственница. На неё приходится 86 % всей площади, покрытой лесом. Однако любая природная зона не является однородной. В ней всегда имеются вкрапления других растительных сообществ. Так, среди моря тайги встречаются луга, болота - так называемая интразональная растительность, которая произрастает во всех природных зонах. Но, кроме этого, на территории Якутии, в центре зоны тайги существует парадоксальное явление - среди моря лесов имеются отдельные изолированные очаги степной растительности. Это экстразональная растительность, находящаяся вне своей природной зоны. Она является реликтовой, остатком зональной растительности, широко господствовавшей здесь в плейстоцене, но сократившей свой ареал из-за природных катаклизмов.

Степные очаги в Якутии распространены неравномерно, в основном в центральной (долина Средней Лены) и северо-восточной её частях (в бассейнах рек Яны и Индигирки) [1]. Степные участки встречаются в долинах рек, по южным, хорошо обогреваемым склонам их коренных берегов, по периферии аласных котловин, и, наконец, по южным склонам горных сооружений [2].

Наиболее крупный рефугиум¹ степной растительности находится в Центральной Якутии. М. Н. Караваев [3] указывает, что виды, слагающие флору степей Центральной Якутии, в историческом и генетическом отношениях неоднородны. Среди степных элементов он выделяет две группы: автохтонные, генетически связанные преимущественно с горными районами Южной и Восточной Сибири и мигранты, возникшие,

главным образом, в Центральной Азии и проникшие в Якутию в один из ксеротермических периодов. По его мнению, 68 % видов имеют местное сибирское происхождение, остальные 32 % - выходцы из других, более южных и тёплых стран. Наибольшее значение для развития степной флоры Якутии имело восточное крыло Центрально-Азиатской подобласти древнего Средиземья, а именно Даурско-Монгольский флористический центр. Значительно меньше флористическая общность якутских степей со степями Западной Сибири и Казахстана, ещё меньше - с прериями Америки.

Изучению степных сообществ долины р. Лены посвятила свою жизнь В. П. Иванова. Она классифицировала якутские степи и выделила классы формаций - луговые, настоящие и опустыненные степи. Классы формаций подразделены на группы, которые, в свою очередь, объединяют формации. Наиболее распространены и интересны настоящие степи, которые подразделены на дерновиннозлаковые, корневищноосоковые и дерновинноосоковые, разнотравные и полукустарниковые. Уникальны также опустыненные степи.

Наиболее интересными объектами природы, нуждающимися в принятии срочных мер по защите и охране, являются участки дерновиннозлаковых ковыльных и змеёвковых степей, а также опустыненные терескеновые степи.

Ковыльные степи хорошо заметны издалека и выглядят весьма эффектно, особенно во второй половине лета, когда колосится, цветёт и плодоносит ковыль (Stipa capillata). Его длинные лёгкие гибкие ости подчиняются малейшему дуновению воздуха и плавно движутся в одном направлении с ветром на общем

¹ Рефу́гиум (лат. refúgium – убежище) – участок земной поверхности или Мирового океана, где вид или группа видов пережили или переживают неблагоприятный для них период геологического времени, в течение которого на больших пространствах эти формы жизни исчезали.

Занимательное краеведение



Рис. 1. Фрагмент ковыльной степи

неподвижном фоне (рис. 1). Ковыльные степи в начале XX в. были распространены не только на склонах коренного берега, но и на надпойменных террасах и высоких гривах поймы р. Лены. В настоящее время ковыльники сохранились только на южных и юго-западных склонах коренного берега, причём площади их неуклонно сокращаются. Практически остались лишь их фрагменты, настолько малы и ограничены эти участки.

Травостой ковыльных степей высокий и густой, двух-трёхъярусный. Почва сплошь покрывается войлоком из отмерших частей растений. В первом ярусе, обычно сложенном ковылём, иногда имеется примесь полыни замещающей, во втором господствуют мелкодерновинные злаки и часто полынь холодная. В ряде ассоциаций хорошо выражен третий ярус, в котором обычно преобладает осока твердоватая [4].

Уникальными являются змеёвковые степи. Впервые змеёвковые сообщества в Центральной Якутии были описаны В. П. Ивановой [5]. Они распространены на юго-восточных склонах долины р. Лены от Якутска до Кангаласс. На протяжении 40 км здесь можно встретить отдельные участки змеёвковых сообществ. Кроме этого, имеются гербарные образцы змеёвки (Cleistogenes squarrosa), собранные М. Н. Караваевым в 1947 г. в окрестностях Олёкминска. Для змеёвковых степей характерны низкорослый, довольно изреженный травостой и бедность флористического состава. При этом, весной змеёвковая степь выглядит довольно нарядной благодаря цветению ранневесенних видов - прострела, бурачка ленского, лапчатки вильчатой. Однако к лету она приобретает унылый серовато-зелёный фон. Площади, занимаемые змеёвковыми степями, незначительны. Ежегодно они сокращаются из-за весенних палов (змеёвка особенно неустойчива к пожару). Ещё в 70-х годах прошлого века В. П. Иванова указывала на необходимость охраны этих сообществ, находящихся под угрозой исчезновения, но до настоящего времени змеёвковые степи не входят в систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Особый интерес в Центральной Якутии представляют экстразональные опустыненные *терескеновые степи* (Krascheninnikovia ceratoides) (рис. 2). Терескен или крашенинниковия — пустынностепной вид, реликт плейстоценовых лесостепных ландшафтов, местооби-



Рис. 2. Фрагмент терескеновой степи

тания которого приурочены к древним субстратам. Его возникновение относят к концу мела — палеогену. Проникновение вида в Якутию, по мнению М. Н. Караваева [6], произошло в середине плейстоцена, в один из ксеротермических периодов совместно с другими дауро-монгольскими и ангаро-монгольскими степными видами.

Терескеновые степи в Якутии представляют собой немногочисленные небольшие местообитания по долине р. Лены, прерывающиеся на сотни километров от с. Октёмцы в Центральной Якутии до с. Абага в Юго-Западной Якутии. В долине Средней Лены известно пять точек местопроизрастания терескена: окрестности сёл Октёмцы, Ой, Булгунняхтах, Улахан-Ан, а также Абаги и Кятчи [7]. В пределах Центральной Якутии терескеновые степи распространены на крутых (от 45 до 55°) хорошо прогреваемых южных склонах, лишённых снега зимой, где летом почва прогревается до 45 °C, а зимой охлаждается до -50 °C [5]. Для терескеновых степей характерны пустынный облик главных эдификаторов (Psathyrostachys juncea - ломкоколосник, Krascheninnikovia lenensis – терескен, Ephedra monosperma – эфедра односеменная, Orostachys spinosa - горноколосник колючий); травянистый покров разрежен, дернины терескена и ломкоколосника отстоят друг от друга на расстоянии от 25 до 45 см. Редко между ними отмечаются другие виды, чаще почва лишена растений. Терескеновые степи бедны флористически (8-13 видов). Видовое разнообразие в сообществах не проявляет большой изменчивости, отмечается большой процент полукустарников среди постоянных видов.

Все известные терескеновые сообщества в Якутии находятся вне зоны влияния сети ООПТ, поэтому в течение последних десятилетий произошло значительное сокращение площадей обитания терескена. Уникальным реликтовым терескеновым сообществам необходимо придать статус ботанических памятников природы, тем более что в ломкоколосниково-терескеновых степях одновременно с *K. ceratoides* произрастают другие редкие охраняемые в республике виды в центрально-якутских сообществах — *Astragalus lenensis*, *Ephedra monosperma*.

В степях можно встретить много интересных растений. Украшением якутской степи весной является прострел, или подснежник (так его называют в Якутии).

Занимательное краеведение



Рис. 3. Простреловая степь

Рис. 4. Бурачок ленский

Простреловые степи широко развиты как на склонах коренных берегов р. Лены, так и на надпойменных её террасах (рис. 3).

Следом за прострелами раскрываются цветки бурачка ленского (рис. 4), которые покрывают сплошным ковром склоны коренного берега близ Якутска. Одновременно с ним зацветает флокс сибирский, незабудочник шелковистый, тимьян, астрагалы, остролодочники, вероника седая и другие виды (рис. 5).

Среди степных растений много редких и сокращающих свою численность видов. Краснокнижным является гусиный лук малоцветковый, азиатский вид. Его якут-

ский ареал изолирован от основного и расположен на расстоянии тысяч километров. Интересны такие виды как эндемы долины р. Лены, обитатели опустыненных степей – астрагал ленский, кустарничек эфедра односеменная, прострел Турчанинова, луки душистый и стелющийся, термопсис якутский и др.

Список литературы

1. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР / В. Н. Андреев [и др.]. — Якутск : Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. — 155 с.

- 2. Скрябин, С. З. Зелёный покров Якутии / С. З. Скрябин, М. Н. Караваев. Якутск : Якутское книжное изд-во, 1991. 172 с.
- 3. Караваев, М. Н. Краткий анализ флоры степей Центральной Якутии / М. Н. Караваев // Ботан. журн. 1945. Т. 30. № 2. С. 62–76.
- 4. Иванова, В. П. Сохранить ковыльные степи Якутии / В. П. Иванова, В. И. Перфильева // Природа Якутии и её охрана. Якутск : Якутское книжное изд-во, 1972. С. 116—122.
- 5. Иванова, В. П. Степные фитоценозы с терескеном ленским (Eurotia lenensis Kumin.) в долине р. Лены / В. П. Иванова // Учёные записки Якутского гос. ун-та. — Якутск : Якутское книжное изд-во, 1971. — Вып. 18. — С. 65—69.
- 6. Караваев, М. Н. Новые данные о терескене Eurotia lenensis Китіп. // Бот. мат. Гербария БИН им. В. Л. Комарова. Л.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 17. С. 112–121.
- 7. Данилова, Н. С. Популяции Krascheninnkovia lenensis (Kumin.) Tzvel. на территории Якутии / Н. С. Данилова, С. 3. Борисова // Вестник ЯГУ, 2010. Т. 7, № 2. С. 19–22.











Рис. 5. Степные растения.

а — флокс сибирский;

б — незабудочник шелковистый;

в — тимьян сибирский;

г — астрагал кустарниковый;

д — вероника седая

ЭТОТ ЗАГАДОЧНЫЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ ЛЁД (Продолжение. Начало см. в № 2 (37), 2019 г.)

В. Р. Алексеев

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-91-98



Владимир Романович Алексеев,

доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории инженерной геокриологии Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН

Почему лёд скользкий?

Лёд на Земле разнообразен по происхождению и форме. Град, гололёд, изморозь, иней, ледники и наледи, сосульки на крышах, снег, наст. замёрзшая вода в недрах Земли - всё это твёрдая фаза воды - лёд. Он обладает удивительными свойствами, часть из которых определяет не только состояние и морфологию растений и животных, но и жизнь многих народов и даже судьбу цивилизации. Одно из таких свойств - скользкость. Она хорошо известна на бытовом уровне. Под скользкостью понимают уменьшение силы сцепления между двумя движущимися (скользящими относительно друг друга) телами. С наступлением зимы мы остро ощущаем эту характерную особенность Севера. Как и всякое другое явление природы, она имеет и положительные, и отрицательные стороны. Что было бы на Земле, если бы лёд не был таким скользким? Представьте, снег превратился бы в подобие песчаной смеси, а ледяной покров - в асфальто-бетонное покрытие. Мы не смогли бы кататься на лыжах, коньках и санках, исчезли бы нарты и снегоходы, погибли бы многие виды животных, не стало бы катков, зимних стадионов и видов спорта, изменился бы образ жизни, по меньшей мере, половины человечества. Не известно, как и когда были бы открыты Южный и Северный полюса Земли, ведь Роберт Скотт (1868-1912 гг.) и Роберт Пири (1856-1920 гг.) пользовались в своих походах лыжами и санями (нартами). Конечно, сократилось бы число травм, аварий и трагических происшествий на транспорте... Но, коль скоро этого не случилось (и не случится), люди имеют возможность наслаждаться снегом и льдом, не

обращая особого внимания на физическую сущность явления.

Между тем зимняя скользкость всегда была и остаётся предметом пристального внимания специалистов самого разного профиля, больше всего – учёных и инженеров. Актуальность проблемы заключена в двух вопросах: как предупредить или ослабить зимнюю скользкость и как бороться с ней? Оба вопроса замыкаются на причине и механизме взаимодействия соприкасающихся предметов. Долгое время считалось, что сам по себе лёд не скользкий, а причиной высокой скользкости является тончайшая плёнка воды, образующаяся под давлением на контакте движущегося предмета с ледяным основанием. Большое значение имеет также «степень гладкости» льда и температура среды: скользкость уменьшается при сильных морозах и на шероховатых поверхностях.

Однако ещё В. П. Вейнберг показал, что «понижение температуры плавления льда при увеличении давления не имеет никакого значения и что не давление полозьев на лёд, а работа, необходимая для преодоления сил трения полозьев о лёд, вызывает плавление льда» [12, с. 163]. Сложную ситуацию на границе скользящего предмета со снегом и льдом описал Марк Софер на примере скольжения лыж [13]. В экспериментах использовались металлические и пластиковые лыжи. Оказалось, что при понижении температуры воздуха от 0 до -25 °C коэффициент трения для стали увеличивается в два раза, а для меди в 3-4 раза. При увеличении скорости движения лыжи коэффициент трения может уменьшиться в 10 раз. Существенное значение имеет материал полозьев, структура и тепловое состояние снега, а также длина скользящей поверхности. Трение стальной лыжи, увеличенной с 1,0 до 1,7 м, уменьшается на две трети. Таким образом, спортсмену, чтобы облегчить движение по лыжне, надо иметь длинные лыжи и бежать как можно быстрее. Однако при небольшом давлении и температуре снега около 0 °C трение возрастает, причём снег может налипать на подошву и сдвигаться вместе с лыжей.

Многие люди знают, что гладкий лёд менее скользкий, чем шероховатый или мелкобугристый. Причина этого — повышение давления на контакте полоза с выступающими неровностями, благодаря чему на бугорках появляется дополнительное количество смазки в виде тонкого слоя талой воды. Для понижения точки таяния льда на 1 °С требуется дополнительное давление около 130 кг/см², что возможно далеко не всегда, но высокая скользкость сохраняется. Видимо, здесь вступают другие процессы и факторы, уменьшающие сцепление полоза и снежно-ледяного основания.

Недавно учёные из Нидерландов, Германии и Франции под руководством Даниэля Бонна из Амстердамского университета прояснили ситуацию [14]. Они определяли коэффициенты трения при скольжении стального шарика по ледяной поверхности в диапазоне температур от 0 до 100 °С. Полученные результаты анализировались с помощью спектроскопических измерений и компьютерного моделирования. В распределении температурной зависимости коэффициента трения выявились две характерные области (рис. 9). Первая

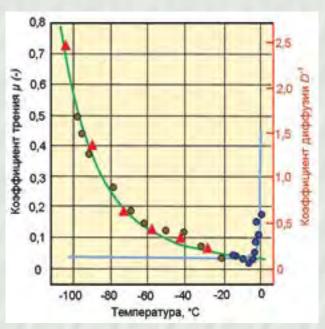


Рис. 9. Зависимость коэффициента трения и обратного коэффициента диффузии молекул от температуры.

Чёрными символами обозначены экспериментальные данные, красными — результаты компьютерного моделирования. Сплошные линии соответствуют предсказанию двух теоретических моделей

располагается в интервале температур примерно от 0 до -10 °C. Здесь сила трения определяется пластической деформацией льда при его продавливании; сила трения определяется диффузией молекул воды в поверхностном слое. Вторая область охватывает диапазон температур от -10 до -100 °C. Здесь повышение коэффициента трения происходит в результате снижения доли подвижных молекул в поверхностном слое при падении температуры. Самое низкое трение для льда, по мнению авторов, характерно при температуре около -7 °C, что подтверждается опытом конькобежцев, фигуристов, хоккеистов и ледотехников.

Борьба с зимней скользкостью – один из важнейших факторов экологической безопасности населения многих стран. На борьбу с ней ежегодно затрачиваются огромные материальные ресурсы. Усилия специалистов и обычных людей, проживающих в холодных регионах, сводятся к двум аспектам - изменению свойств передвижных средств (обуви, полозьев, колёс и пр.) и устранению причин и факторов, вызывающих скользкость на дорогах и тротуарах. Не всегда эти усилия достигают желаемого эффекта. Даже в высокоразвитых странах проблема борьбы с зимней скользкостью далека от полного разрешения. Например, в Канаде около 20 тысяч жителей провинции Онтарио ежегодно попадают в травмпункт из-за повреждений, связанных с падением на обледенелых и заснеженных поверхностях. Казалось бы, можно, внедрить зимнюю обувь с противоскользящими подошвами. Увы! Сотрудники специальной лаборатории провели исследования обуви, изготавливаемой различными фирмами, в том числе знаменитыми Tinberland и Caterpillar. Оценка пригодности подошвы обуви осуществлялась по трёхбалльной системе. Из 98 пар тестированной обуви 89 пар (90,8 %) не набрали ни одного балла. Есть над чем задуматься учёным и инженерам!

Наледи в атмосфере Земли

Наледи в Якутии видел каждый. Но не всякий знает, что существует целая наука – наледеведение. Она родилась и активно развивается в России. Ещё каких-то 40-50 лет назад среди учёных не существовало единого мнения об этом феноменальном явлении природы. Однако с годами многое прояснилось, в основном благодаря работам представителей якутской школы мерзлотоведов и гидрогеологов. Главное, определились ключевые понятия молодой науки. Ныне наледями называют не только гигантские ледяные поля-тарыны в бассейнах рек Колымы, Яны и Индигирки, но и относительно небольшие массивы льда во дворе нашего дома, сосульки на крышах и даже замёрзшие капли воды на оконных стеклах или на потолке старого железнодорожного тоннеля. Всех их объединяет один процесс – послойное намораживание на твёрдом основании. Разница лишь в размерах этих объектов. В основу наледеведения положена фундаментальная идея о единстве природных вод, восходящая к трудам великого русского учёного-самородка М. В. Ломоносова и развитая В. И. Вернадским

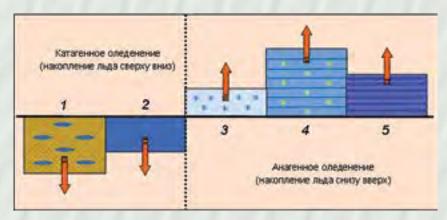


Рис. 10. Схема основных типов оледенения Земли:

1 — вечная и сезонная мерзлота (сублимационные и конжеляционные льды); 2 — ледяной покров водотоков и водоёмов (конжеляционные льды); 3 — снежный покров, иней, кристаллическая изморозь (сублимационные льды); 4 — ледники и ледниковые покровы (сублимационные и сублимационно-конжеляционные льды); 5 — наледи (конжеляционные льды). Стрелками показано направление накопления льда и снега

и Н. И. Толстихиным. На Земле замёрзшая вода аккумулируется в виде ледяных покровов, которые с учётом исходной поверхности и механизма аккумуляции группируются в два основных типа оледенения — катагенное и анагенное (рис. 10). Наледи представляют одну из форм анагенного оледенения. Они широко распространены во всех трёх сферах географического пространства — атмосфере, гидросфере и литосфере.

Типичным представителем наледных образований в атмосфере является град. Это грозное явление природы с давних пор вызывало у людей и удивление, и страх, и любопытство. Право же, разве не удивительно, если с неба вдруг падают куски льда? Хорошо, когда они мелкие, как горошина, а если с куриное яйцо! Тут не спрячешься под зонтиком. Да и под крышей или в автомобиле можно получить синяки и ушибы.

Град – разновидность атмосферных осадков, выпадающих в тёплое время года из мощных кучево-дождевых облаков. Чаще всего это частички льда, различные по плотности, размерам и форме. Внешний вид и внутренняя структура градин определяются условиями их формирования (температурой среды, количеством и размерами облачных капель воды, наличием ядер конденсации и зародышей льда и др.), а также трансформацией при падении в облаке и подоблачном пространстве. Каждая градина формируется в результате намораживания переохлаждённых капель воды на какой-либо твёрдой аэрозольной частичке, взвешенной в конвективных потоках воздуха. Слоистость возникает, когда воздушные потоки то поднимают, то опускают растущую градину, причём она проходит через зоны с разной температурой и влажностью.

Если переохлаждённые капли воды, осаждаясь, не растекаются и не разбрызгиваются, образуются слои матового льда с большим количеством защемлённых пузырьков воздуха. Этот процесс называют «сухим» ростом градин. Если же капли воды расплющиваются

и растекаются, происходит мокрый рост льда. Такие градины имеют кристаллическое стекловидное строение.

Форма градин может быть различной: от правильных сфер до угловатых обломков причудливой конфигурации (рис. 11). Обычно в градине центральное непрозрачное ядро (зародыш) окружено нескольконцентрическими слоями прозрачного и непрозрачного льда с различной структурой. Слоистое строение градины объясняется намораживанием воды вокруг ядра, а степень прозрачности слоёв зависит от скорости замерзания: чем быстрее идёт кристаллизация капель, тем белее и менее прозрачен получающийся лёд. Наиболее часто встречаются двух- и трёхслойные градины (см. рис. 11), хотя есть гра-

дины, состоящие из десятков слоёв. Число слоёв, как правило, возрастает с размером градин. Градины диаметром 1–3, 3–5 и 5 см имеют в среднем 2, 4 и 9 слоёв. Наблюдаются как сплошные, так и разомкнутые слои. Иногда в структуре градин преобладают отдельные незамкнутые «чешуйки» или смёрзшиеся микроскопические капли воды. Толщина слоёв колеблется в пределах 0,1–10 мм. Случается, что градины взрываются. Это так называемый взрывной град. Он образуется, когда капли воды замерзают со всех сторон, при этом внутри возникает большое давление. Промерзание отдельных слоёв воды приводит к формированию растрескавшихся бугорков на поверхности ледяных сфер — полное подобие наземных гидролакколитов.

Плотность градин изменяется от 0,3-0,5 г/см³ для частиц конусной формы до 0,95 г/см³ – для частиц, содержащих примесь жидкой воды. В среднем она равна 0,8-0,9 г/см3. Различие в плотности, прозрачности и механической прочности слоёв определяется, прежде всего, структурой «упаковки» капель при их осаждении на растущую градину и наличием воздушных пузырьков в сплошном льде. Наименьший размер выпадающих градин 1-6 мм. Обычно они являются остатками от более крупных градин, сформировавшихся в кучевых облаках. Наиболее часто выпадает град диаметром 1-3 см. Градины большего размера встречаются лишь в 3-7 % случаев. Они могут содержать в себе разного рода «сюрпризы» в виде пыльцы растений, бактерий, насекомых и даже лягушек и небольших рыбёшек. Как-то в одном из городов США во время осадков на землю упала громадная льдина, внутри которой находилась... черепашка длиной 20 см! Максимальный размер градин назвать трудно. Ледяные глыбы свыше 30 см в диаметре не считаются градинами: во-первых потому, что они единичны (хотя это опровергается некоторыми фактами) и, во-вторых, происхождение их до конца не выяснено.



Рис. 11. Строение и форма градин.

а, б — слоисто-кольцевая структура градин (матовый лёд перемежается с прозрачно-кристаллическим). Форма и состав градин: в — сферическая, снегоподобная; г — яйцевидная, матово-зернистая; д — конусовидная, кристаллическая; е — округлая, из смёрзшихся мелких градин; ж — округлая, с наростами ледяных кристаллов; з — бесформенная, конгломерат смёрзшихся ледяных частиц

Выпадение крупного града и глыб льда вызывает у многих людей страх и суеверие. Это не случайно. Ведь они приносят большие беды, в том числе гибель урожая, людей и животных. Приведём некоторые сведения, опубликованные в сети Интернет.

В 1593 г. падающие с неба куски льда погубили много людей и скота. 13 августа 1849 г. в Шотландии на острове Скай ледяная глыба весом около полутонны разрушила здание. 30 мая 1879 г. в штате Канзас (США) во время смерча выпадали градины до 40 см

в диаметре. При их ударе о землю образовались лунки размером 17 х 20 см. В 1888 г. в Индии разрушительный град убил 250 человек. В 1939 г. увесистые ледяные куски выпали в Худерабаде. Их вес достигал 3,4 кг. Было разрушено несколько десятков тысяч домов, имелись жертвы. 3 сентября 1970 г. в местечке Coffeyville (штат Канзас) размер отдельных градин составлял более 14 см, а вес достигал килограмма. В 1977 г. в штате Техас (США) от гигантских градин погибли тысячи овец. В мае 1995 г. ущерб от града составил около 1,5 млрд долларов. В апреле 1981 г. в Китае в провинции Гуандун градины достигали 7 кг. Было убито 5 человек и разрушено 10 500 домов. В 1984 г. в результате урагана с крупным градом в Мюнхене и Верхней Баварии уничтожено 200 тыс. автомобилей и разрушено 70 тыс. домов. Несколько сотен людей получили ранения. Ущерб составил 3 млрд немецких марок. 14 апреля 1986 г. в Бангладеш выпал град весом более килограмма и диаметром 20 см. Он убил 92 человека и десятки слонов (http://meteoweb.ru/phen005.php; http://www.kp.ru/daily/26370/3251677/; http://www.ecoindustry.ru/didyouknow/ view/47.html и др.). 14 мая 2001 г. в Ставропольском крае России выпал град, от которого пострадали 4500 домов, погиб урожай на площади 1000 км². Ущерб составил около 17 млрд долларов. В 2011 г. от градин гигантского размера пострадал г. Аньшунь в Китае. Серьезные травмы получили около 160 тыс. человек, зафиксировано несколько смертельных случаев. Среди погибших были подростки и дети. В 2013 г. мощный град обрушился на г. Дунгуань. По словам очевидцев, градины были размером с теннисный мячик. Зафиксировано 9 смертей. В соседней провинции Хунань погибли 3 человека.

Сильнейшие ранения получили 272 человека (https://zen.yandex.ru/media/pogoda1/mojet-li-ubit-gradom-realnye-istorii-5beefb8b00a81900aa3eb3df). В США от града ежегодно погибает от 1 до 6 % урожая сельско-хозяйственных культур на сумму от 1 до 1,5 млрд дол-паров

Огромный ущерб, причиняемый градом, заставил мировое сообщество потратить средства на исследование процессов льдообразования в атмосфере Земли. Учёные многих стран (США, России, Франции, Китая

и др.) на выделенные средства поставили специальные опыты и эксперименты в натурных и лабораторных условиях, провели глубокие теоретические исследования, разработали методы прогноза и предупреждения градовых явлений. В результате ключевые проблемы градоведения были успешно решены. Стало возможным не только предсказывать развитие градовых процессов, но и управлять ими, в частности, заряжать кучевые облака частичками йодистого серебра, другими активизаторами льдообразования и таким образом вызывать искусственное выпадение града, т. е. предупреждать возможные опасные и неблагоприятные события.

Однако многие важные вопросы атмогляциологии остались неразрешёнными. Например, много неясного в явлении переохлаждения капельно-жидкой воды. Казалось бы, в атмосферном воздухе присутствует бесконечно большое число мелких взвешенных частиц (ядер кристаллизации), на которых могли бы расти и сублимационные кристаллы льда (снег) и конжеляционный лёд (градины). Так это, собственно, и происходит, но далеко не всегда. Известны случаи необъяснимых, загадочных явлений. Вот как описывает одно из таких событий Станислав Смирнов, старший научный сотрудник НИИ точных приборов, действительный член Русского географического общества: «В Москве мне довелось быть свидетелем необычного явления. Была прекрасная июльская погода: 25 градусов без ветра, редкие кучевые облачка на голубом небе. Около четырёх часов дня я вышел на балкон и увидел, как на высоте нескольких сот метров над соседним стадионом (около ВДНХ) возникало серое чечевицеобразное облако. Оно делало оборот секунд за десять, непрерывно темнея и увеличиваясь в диаметре. Через несколько оборотов облако накрыло мой дом. И вдруг оно начало быстро светлеть. Тут же по крышам загрохотала лавина града крупного размера. Очень быстро всё видимое пространство было ими усыпано, причём несколько градин попало на мой балкон. Вращающееся облако исчезло, не оставив на небе никаких следов. Как и несколько минут назад, высоко на голубом небе плыли редкие кучевые облака. Скоро градины растаяли, весь двор был залит водой, побежали бурные ручьи. По моей оценке выпало порядка 100 тонн льда. Как потом выяснилось, за пределами проекции вращающегося облака никаких изменений погоды не отмечалось» [15]. С. Смирнов считает, что первопричина необычного выпадения града кроется в недрах Земли. По его мнению, возник расширяющийся электромагнитный вихрь, который ионизировал молекулы воздуха, увлёк их за собой и спровоцировал вращение воздушных масс. В результате произошло резкое расширение воздуха, вследствие чего понизилась температура и переохладились взвешенные капли воды. Далее они промёрзли и выпали в виде града. Конечно, тектонические процессы под Москвой, видимо, играют определённую роль в состоянии атмосферы, но не проще ли было найти объяснение процесса вращения облака воздействием встречных воздушных потоков?

А вот внезапная кристаллизация переохлаждённых капель — действительно загадка. Примеров тому много. Интересный случай произошёл в Казахстане, когда в районе космодрома Байконур после запуска ракеты «Союз» на высоте около 10 км от дымового хвоста началось спонтанное образование тумана. Оно быстро охватило всё небо до горизонта. Нечто подобное при низких отрицательных температурах воздуха происходит во многих поселках и городах Якутии: в тихую безветренную погоду при ясном небе их вдруг накрывает густой морозный туман.

Глыбы льда падают с неба

Однако более всего удивляют людей не твёрдые атмосферные осадки - град, даже самый крупный, а одиночные глыбы льда, падающие с неба. Известно довольно много подобных случаев, начиная с давних времён, когда не было летательных аппаратов и «сюрпризы» с неба трудно было приписать деятельности человека. Вот несколько эпизодов, указанных в книге американского исследователя непознанного Чарльза Форта (1874-1932 гг.) «1001 забытое чудо» [16]. В Венгрии 8 мая 1802 г. во время грозы свалилась глыба размером 90 х 90 х 60 см. В мае 1811 г. в графстве Дербишир в центральной Англии выпали куски льда около 30 см в поперечнике. Через 26 дней глыбы кубической формы диаметром около 15 см обрушились в Бирмингеме. В 1828 г. в Кандейше (Индия) упала глыба льда диаметром около одного метра. В октябре 1844 г. в местечке Сэтт во Франции прилетела глыба льда весом 5 кг. 13 августа 1849 г. после мощного раската грома на земле поместья мистера Моффата в английском графстве Шроршир упала глыба льда, имевшая, якобы, около 7 м (20 футов) в окружности. Говорится, что эта глыба упала без града. В августе 1857 г. глыба льда весом около 13 кг была обнаружена в пригороде Лондона. 24 июня 1877 г. в штате Колорадо с небе упали «куски льда настолько большие, что их нельзя было удержать одной рукой». В июне 1881 г. в штате Айова во время града свалилась глыба 53 см в окружности. Перечень подобных событий можно было бы продолжить.

Не иссякает он и в наши дни. 10 января 1950 г. в Дюссельдорфе (Германия) ледяное копьё толщиной 15 см и длиной 182 см смертельно поразило плотника, ремонтировавшего крышу своего дома. 30 июля 1957 г. в местечке Ридинг (штат Пенсильвания, США) фермер Эдвин Граф вышел из дома вместе с женой. Вдруг раздался страшный свист, и рядом с ним упала на землю глыба льда весом около 20 кг. Через некоторое время рядом с женой рухнула ещё одна глыба, но меньших размеров. В 1996 г. несколько ледяных глыб упало около школы и ближайших к ней домов в предместье Токио. «Бомбардировка» продолжалась в течение недели, что вынудило дирекцию отдать распоряжение приходить детям на учёбу в защитных касках [17]. В том же 1996 г., в начале ноября, громадная ледяная глыба свалилась с неба в 82-м квадрате Мальбагушского лесничества на востоке Республики Татарстан. Объём массы грязно-белого цвета составил более 500 м³, а вес — около 300 т. При падении глыба уничтожила 30 сосен и берёз, сорвала макушки с других деревьев. Изучением льда занимались учёные из Казанского университета. В Министерстве охраны окружающей среды и природных ресурсов Татарстана выдали следующее заключение: «Это просто редкое атмосферное явление. Масса воды была поднята с открытого водоёма мощным смерчем в верхние спои атмосферы и там замёрзла. Анализ показал, что лёд — пресный» [18].

В начале января 2000 г. в Испании, в деревне Тосина, близ Севильи, произошло событие, взволновавшее не только обывателей, но и многих учёных. Среди ясного неба на землю упал кусок льда размером с футбольный мяч. Он ударился о ветровое стекло легкового автомобиля и раскололся на две части весом 1,2 и 1,7 кг. По поручению Национального совета по научным исследованиям осколки изучал геофизик Хесус Мартинес-Фриас из Мадрида. На основании проведённого химического и изотопного анализа он пришёл к заключению, что лёд небесного «пришельца» состоит из обычной дождевой воды. Геофизик считает выпавшую ледяную глыбу «градиной-переростком», которая возникла в результате редкого совпадения нескольких необычных метеорологических явлений. Между тем, до конца месяца поступали сообщения ещё о пятидесяти глыбах, якобы упавших на землю. Подделки вскоре стали очевидными: во всех пробах оказалась замороженная водопроводная вода [19].

29 сентября 2017 г. лента новостей сайта https://universe-tss.su/main/klimat сообщила: в шотландской области Ренфрушир (Англия) с неба посреди дня свалился огромный кусок льда. Глыба ударилась о землю вблизи жилого дома и разлетелась на куски. В результате удара образовалась глубокая яма диаметром около полутора метров (рис. 12).

Происхождение крупных глыб льда, падающих с неба, во многом остаётся загадкой.

Большинство учёных склонны считать их чисто атмосферным явлением, т. е. образование льда происходит по типу послойного намерзания капель и слоёв воды на вращающихся твёрдых предметах в потоках охлаждённого воздуха. Это те же градины, только очень большого размера. Некоторые из таких градин могут состоять из смёрзшихся сферических частиц или снежных комьев. Часть выпадающих ледяных глыб связана с деятельностью авиации: крупные куски льда могут отваливаться от обледенелых поверхностей самолётов или представлять фекальные массы, сбрасываемые при полётах. На большинстве современных самолётов такие отходы аккумулируются в специальных контейнерах, которые удаляются на земле. Но возможны и непредвиденные случаи.





Рис. 12. Лёд неизвестного происхождения, упавший с неба: а — осколки ледяной глыбы, упавшей в Шотландии (диаметр ямы, образовавшейся при ударе о землю, составил около 1,5 м); б — ледяной шар, упавший в английском порту Бристоль (лёд пробил слой черепицы, утеплитель и деревянные блоки двухэтажного дома)

Многие исследователи в вопросах происхождения ледяных глыб отдают предпочтение космическим гипотезам. Странно лишь то, что до сих пор не признаются ледяные метеориты. Ведь никто не сомневается в реальном существовании ледяных комет и астероидов. Если это так, в ином свете можно представить природу Тунгусского феномена. Напомним: утром 30 июня 1908 г. над Восточной Сибирью пролетело огненное тело, которое взорвалось над Южным болотом недалеко от р. Подкаменной Тунгуски (рис. 13). По ориентировочным оценкам, сила взрыва составила около 40–50 мегатонн в тротиловом эквиваленте. Мощная звуковая волна распространилась на 800 км от эпицентра. Взрывной волной был повален лиственничный лес на площади 2000 км², а сотрясение земли

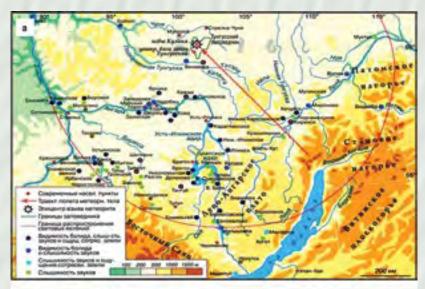




Рис. 13. Тунгусский метеорит – ледяная комета (одна из гипотез).

а – место и траектория полета тунгусского космического тела;

б – картина, иллюстрирующая падение метеорита в бассейне
р. Подкаменной Тунгуски

зарегистрировано сейсмическими станциями в Иркутске, Ташкенте и Тбилиси. Событие бурно обсуждалось во всём мире в течение многих десятков лет, внимание к нему не ослабло до сих пор. О происхождении «тунгусского чуда» существует более 70 гипотез (ядерный взрыв, гибель космического корабля, «проделки» Николо Тесла, гигантская шаровая молния и пр.), но ни одна из них не получила всеобщего признания.

В начале 1930-х годов британский учёный Фрэнсис Уиппл высказал предположение, что на сибирскую землю упало ядро кометы (или его осколок). Схожую идею высказал российский академик В. И. Вернадский. Согласно этой гипотезе, признанной большинством учёных, прилетевший объект представлял собой рыхлый сгусток космической пыли, в котором лёд составлял

основную массу (порядка 5 млн тонн). При входе в плотные слои атмосферы он рассыпался, твёрдые частицы сгорели, а лёд превратился в пар, минуя жидкую фазу. Недавно к этой гипотезе присоединились специалисты NASA. В июне 2009 г. они заявили, что «Тунгусский метеорит состоял изо льда. а его прохождение через плотные слои атмосферы привело к выделению молекул воды и микрочастичек льда, которые образовали в верхних слоях атмосферы серебристые облака – редкое атмосферное явление, наблюдавшееся сутки спустя» ((https://ru.wikipedia.org/wiki/Тунгусский_метеорит). Гипотезу о ледяной природе тунгусского феномена поддерживают российские исследователи воздушного пространства из Института физики атмосферы РАН. Опубликована интересная статья Д. В. Руденко и С. В. Утюжникова, в которой изложены результаты математического моделирования процесса вхождения в атмосферу и взрыва ледяной сферы диаметром 60 м, плотностью 1000 кг/м³ и массой 216 тыс. тонн со скоростью 20 км/с под углом 45° [20]. Эти параметры приблизительно соответствуют общепринятым характеристикам Тунгусского космического тела. Показано последовательное изменение плотности, температуры, давления, скорости движения объекта и его воздействия на земную поверхность, покрытую лесом. Определена площадь вывала стволов деревьев (около 20 км в поперечнике) и конфигурация пятна воздействия ударной волны (эллипс) со значением ~5,6·10⁴ Па. Основной вывод статьи: ледяной метеорит указанных размеров не достиг поверхности Земли и взорвался при вхождении в плотные слои

атмосферы. Так ли это было на самом деле, мы не узнаем, по крайней мере до тех пор, пока не произойдёт нечто подобное или не прояснится вопрос о бомбардировке Земли ледяными объектами.

Любопытна история идеи американского физика Луиса Фрэнка из Айовского университета, США [21]. В 1982 г. студент-дипломник Фрэнка Джон Сигварс, изучая инфракрасное излучение верхних слоёв Земли, очень огорчился, увидев телевизионные снимки, переданные двумя спутниками «Dynamics Explorer». На них было очень много небольших чёрных точек. На последующих снимках они исчезали, а затем ненадолго появлялись вновь. Профессор Луис Фрэнк, Джон Сигварс и присоединившийся к ним геофизик Джон Крейвен предположили, что чёрные пятнышки фиксируют

какие-то эфемерные образования диаметром от десятков метров до десятков километров, которые возникают в самых верхних слоях атмосферы каждые несколько секунд. Так родилась гипотеза о тысячах огромных глыб льда (небольших комет), ежедневно обрушивающихся на нашу Землю из Космоса. Эти глыбы, попав в атмосферу, испаряются, поэтому до сих пор их никто никогда не замечал. Достигают поверхности Земли лишь самые крупные экземпляры. Луис Фрэнк выступил со своей гипотезой на заседании Американского геофизического союза. Реакция коллег была неоднозначной: одни отнеслись к ней с большим интересом, другие с полным неприятием. Научные журналы долго отказывались публиковать их статью. Наконец, съёмка ультрафиолетовой камерой высокого разрешения с нового спутника «Поляр» показала, что в нашу атмосферу действительно влетают ледяные глыбы с частотой до 20 раз в минуту, при этом уже на высоте 10-15 тыс.километров ледяные кометы испаряются, превращаясь в облако пара диаметром до 50 км.

Однако сомнения всё же остались. Некоторые учёные уверены, что это ошибка наблюдений. В противном случае следы от таких метеоритов можно было видеть в вечернем небе каждые несколько минут чуть ли не простым глазом. А куда исчезает вода — миллион тонн в сутки? Фрэнк поясняет: ледяные кометы вспыхивают так же ярко, как и Венера, но человек без оптики их может видеть лишь один раз за 100 часов постоянных наблюдений и только в ночное время. Что касается водяного пара: часть его поступает обратно в космическое пространство, а часть растворяется в атмосфере. Эта вторая часть, если распределить её по поверхности земного шара, составляет всего один микрон в год. Кого-то убедили аргументы Фрэнка, ктото остался при своём мнении.

А как быть с математическими моделями Д. В. Руденко и С. В. Утюжникова? [21]. Если принять их за основу, то Земля уже давно бы превратилась в бесплодную пустыню от нашествия миллионов «тунгусских космических тел»... Ответы должны быть в будущем.

Продолжение следует

Список литературы

- 12. Вейнберг, В. П. Лёд. Свойства, появление и исчезновение льда / В. П. Вейнберг. М. ; Л. : Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1940. 524 с.
- 13. Софер, М. Как замерзают реки и озёра / М. Софер // Наука и жизнь. 2018. № 1. С. 24—32.
- 14. Дубов Александр. Скользкость льда объяснили диффузией молекул в поверхностном слое [Электронный ресурс]. Режим доступа: 10.05.2018.https://nplus1.ru/news/2018/05/10/slippery-ice.
- 15. Смирнов, С. Глыбы льда с неба, огненные шары, замороженные самолёты и гибель Гагарина. 22.04.2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.kp.ru/daily/26370/3251677/.
- 16. Форт, Чарльз. 1001 забытое чудо. Книга проклятых. 1919. Язык оригинала английский [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.koob.pro/ fort/1001 forgotten miracle.
- 17. Яблоков, М. Лёд с неба / М. Яблоков // Техника молодёжи. 2002. № 1. С. 19 (http://zhurnalko.net/=nauka-i-tehnika/tehnika-molodezhi/2002-01--num1921).
- 18. Федотов Геннадий. НЛО сбрасывает ледяные бомбы. 31.03.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://othereal.ru/nlo-sbrasyvayut-ledyanye-bomby/.
- 19. Лёд с ясного неба. По материалам журнала «Science» (США) // Наука и жизнь. 2003. № 10. (https://www.nkj.ru/archive/articles/3582/).
- 20. Руденко, Д. В. Газодинамические последствия взрыва тунгусского космического тела / Д. В. Руденко, С. В. Утюжников // Математическое моделирование. 1999. Т. 11 (10). С. 49—61 (http://www.mathnet.ru/links/ad37c8346c96bdb76b65d00a3323f719/mm1170.pdf).
- 21. Александрович, К. И. Лёд из космоса / К. И. Александрович // Наука и жизнь. 1997. № 9 (http://zhurnalko.net/=nauka-i-tehnika/tehnika-molodezhi/2002-01--num19).

ЯРХИВ МУФРЫХ МЫСЛЕЙ

Современная западная цивилизация достигла необычайных высот в искусстве расчленения целого на части. Мы изрядно преуспели в этом искусстве, преуспели настолько, что нередко забываем собрать разъятые части в единое целое, которое они некогда составляли.

О. Тофлер

Развитие междисциплинарных подходов очень близко по форме и существу к преподаванию или к научной популяризации. В обоих случаях приходится осмысливать пройденный исследователями путь, выделять в нём ключевые идеи и результаты, выбрасывать многочисленные подробности.

С. П. Капица

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ СТАТЕЙ

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-99-100

Как вы уже знаете, уважаемые читатели, ежегодно редколлегия журнала «Наука и техника в Якутии» проводит конкурс научно-популярных статей. Недавно были определены победители конкурса статей, опубликованных в 2019 г.

По итогам конкурса, первое место заняла статья кандидата исторических наук, и.о. заместителя директора по науке, старшего научного сотрудника отдела истории и арктических исследований Института гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН Александра Альбертовича Сулейманова «Исследование Российской Арктики в 30-е гг. XX в.: научные поиски и трагедии судеб» из рубрики «Связь времён» (№ 2, 2019). Статья о том, как в 30-е гг. XX в. репрессии нанесли существенный ущерб отечественной науке, в частности, исследованиям Арктики. В результате этого был значительно ослаблен кадровый потенциал советского североведения, погибли крупнейшие специалисты, что, безусловно, отрицательно сказалось на разработке важнейших научных проектов. Но даже в таких условиях научно-исследовательская работа в Российской Арктике не прекращалась, и знания об этом уникальном регионе страны пополнялись.

Статья доктора географических наук, профессора Феликса Эрнестовича Арэ «Как разрушаются морские берега арктических приморских низменностей»,



Главный редактор журнала В. В. Шепелёв (слева) вручает почётную грамоту и призы победителю конкурса научно-популярных статей кандидату исторических наук Александру Альбертовичу Сулейманову

опубликованная в рубрике «Наш лекторий» (№ 1, 2019), заняла второе место. В данной статье автор предлагает своего рода познавательную лекцию для начинающих исследователей о динамике мёрзлых берегов, для изучения которых нужно быть специалистом широкого профиля. Данная статья содержит краткое популярное изложение основных положений, на которых базируются современные представления о динамике морских арктических берегов. Феликс Эрнестович отразил свои научные взгляды, которые формировались на основе его многолетней работы в Институте мерзлотоведения СО РАН по изучению взаимодействия северных морей с вечной мерзлотой.

Третье место присуждено статье доктора географических наук, профессора, главного научного сотрудника Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН Владимира Романовича Алексеева «Этот загадочный обыкновенный лёд», опубликованной в рубрике «Наш лекторий» (№ 2, 2019). В статье приведены очень интересные и малоизвестные сведения о свойствах льда, его превращениях, о тайнах тяжёлого льда.

В двух номерах журнала, вышедших в 2019 г., на суд читателей всего было представлено 54 статьи. Помимо призёров конкурса, хотелось бы отметить авторов, статьи которых были признаны как лучшие отдельными экспертами, в качестве которых выступали члены редколлегии и редакции журнала.

ФИО автора/авторов Название статьи	бал- лы	
1. Жукова Л. Н. Одулы – этнический раритет Северо- Востока Азии	6	
2. Макаров В. Н. Якутск в свинцовом плену	5	
3. Козлов В. И. К супершторму через «самоорганизованную критичность»?	5	
4. Горбунов А. П. Вечная мерзлота – хранительница прошлого	5	
5. Лепов В. В. Ошибка Эйнштейна. Часть 1. Тёмная энергия и тёмная материя	4	
6. Боескоров Г. Г., Щелчкова М. В. О мамонте: от суеверий до науки	4	
7. Голоков В. А. История становления и развития Иркутско-Якутского почтового тракта: хронология событий. Ч. 1 (1698–1815 гг.)	3	
8. Турбина М. И. Страсти по бозону Хиггса. Часть 2. Долгий путь к бозону Хиггса. Продолжение	2	
9. Лыткин В. М. Дорога к вершинам	2	
10. Лепов В. В., Пудов А. Г., Кули Е. Д. Сеятель великих истин (к 190-летию со дня рождения Н. Г. Чернышевского)	2	
11. Колодезников И. И., Саввинов Г. Н. Путь большого учёного	2	

Конкурсы

12. Дмитриева В. С. Полвека в сфере высшего образования	2
13. Павлова Е. С. К 110-летию со дня рождения учёного и выдающегося хирурга Г. М. Кокшарского	1
14. Михайлов В. М. Откуда вода под камнями?	1
15. Илларионов С. Деревянные счётные бирки на территории Якутии	1
16. Заболотник С. И. О роли снежного покрова в формировании температурного режима многолетнемёрзлых пород	1
17. Гоголева Н. К. Роль музеев в культурнообразовательном пространстве (на примере Дома-музея «Якутская ссылка»)	1

Таковы итоги конкурса статей, опубликованных в журнале «Наука и техника в Якутии» в 2019 году. Желаем всем участникам конкурса достижения новых творческих высот, уверенности в завтрашнем дне и здоровья!

Н. С. Григорьева, ответственный секретарь редколлегии журнала «Наука и техника в Якутии»

НОВЫЕ КНИТИ



Алексеева, Л. П. Геохимия подземных льдов, солёных вод и рассолов Западной Якутии / Л. П. Алексеева, С. В. Алексеев ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт земной коры. — Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2019.-214 с. (в пер.).

Представлены результаты комплексного изучения подземных льдов, солёных вод и рассолов криоартезианских бассейнов Западной Якутии. Охарактеризованы состав основных геохимических типов подземных льдов и особенности их формирования. Показано, что своеобразие гидрогеохимической зональности криоартезианских бассейнов проявилось в региональном распространении хлоридных солёных вод и рассолов. На основе изучения стабильных изотопов (180,2H, 37C1,81Br, 875r/865 г) сформулирован вывод о том, что формирование хлоридных рассолов происходило в результате либо растворения галогенных горных пород, либо метаморфогенного преобразования захоронённой маточной рапы. Приведены результаты оценки прогнозных запасов гидроминерального сырья — поликомпонентных рассолов кимберлитовой трубки Удачная.

Книга рассчитана на исследователей и практиков в области гидрогеологии, гидрогеохимии, геокриологии; может быть рекомендована студентам и аспирантам в качестве учебного пособия.



Григорьев, С. А. Общественно-политическое движение коренных народов Якутии (конец 1980-х – 1990-е гг.) / С. А. Григорьев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2020. – 129 с.

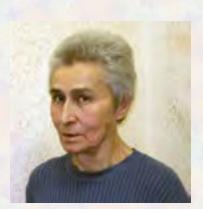
В монографии рассматривается история национального этнокультурного движения коренных народов Республики Саха (Якутия) в конце XX в. На основе документальных источников рассмотрены процесс формирования общественно-политических организаций народов в условиях демократизации общественной жизни в стране и их практическая деятельность. Большое внимание уделено причинам и предпосылкам возникновения этнических объединений, реконструированы основные этапы их развития.

Книга представляет интерес для широкого круга читателей.



М. И. Турбина DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-101-109

> Что значит имя? Роза пахнет розой, Хоть розой назови её, хоть нет. Шекспир



Маргарита Ивановна Турбина, криолитолог

Найти бозон Хиггса было очень важно, так как эта частица является последним недостающим элементом Стандартной модели¹ – свода законов, которые описывают все частицы во Вселенной. Экспериментально наблюдаемые свойства бозона Хиггса помогут понять, как расширить эту модель [2, 3].

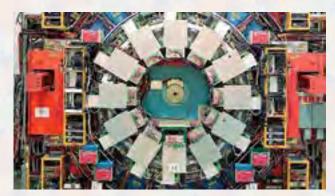
Обнаружение нейтральных токов в 1973 г., а также открытие в 1983 г. *W*-

и Z-частиц с предсказанными массами довольно убедительно свидетельствовали, что электрослабая теория в сути своей верна, поэтому вездесущее поле Хиггса отвечает за сообщение массы переносчикам слабого взаимодействия. Это поле определяет существование бозона Хиггса [4 – 6].

В промежутке между обнаружением нейтральных токов и получением треков *W*- и *Z*-частиц

1 «Стандартная модель объясняет всё, что мы имеем в повседневной жизни (кроме гравитации). Кварки, нейтрино и фотоны, тепло, свет и радиоактивность, столы, лифты и самолёты, телевидение, компьютеры и мобильные телефоны, бактерии, слоны и люди, астероиды, планеты и звёзды — всё это просто разные способы реализации Стандартной модели в различных обстоятельствах, и всё в ней прекрасно согласуется одно с другим. С её помощью объясняется огромное разнообразие экспериментальных данных, но — при одном условии: если существует бозон Хиггса. Без бозона Хиггса или чего-то более экзотического, что могло бы выполнять его функции, Стандартная модель не работает» [1, с. 34].

На фото вверху – Сфера науки и инноваций, ставшая символом ЦЕРНа. Здание было открыто в 2004 г. в качестве музея современных технологий, а также площадки для демонстрации последних результатов исследований учёных, работающих в данной организации. Деревянная конструкция Сферы состоит из 18 круглых арок, покрытых рейками. Это уникальное здание 27 м высотой и 40 м диаметром является метафорой Земли (https://www.myswitzerland.com/ru-ru/visit-of-the-cern-in-geneva.html)



Puc. 1. Детектор CDF ускорителя Тэватрон (https://ria.ru/20110930/446388231.html).

© Fermilab / CDF

теоретики ЦЕРНа сделали первое описание того, как частицы Хиггса могут возникать при столкновениях, в какие частицы способны превращаться, каковы шансы увидеть их на разных установках, а также время жизни этих частиц (полученное значение находилось в интервале от 600 микросекунд до 10 фемтосекунд, или 10⁻¹⁴ с). Однако предсказать с какой-либо точностью массу бозона Хиггса оказалось сложным. В середине 1980-х годов считалось, что более мощные коллайдеры следующего поколения смогут найти эту таинственную частицу [2, 5].

Американским физикам, уязвлённым тем, что европейские учёные опередили их в открытии W- и Z-частиц, нужен был реванш, и они намеревались первыми открыть бозон Хиггса. В июле 1983 г. в Фермилабе заработал ускоритель Тэватрон, протон-антипротонный коллайдер, который был гордостью этой лаборатории. Результаты столкновений частиц в нём фиксировали два главных детектора – CDF (рис. 1) и D0, на каждом из которых работали коллективы, включающие несколько сотен учёных. В то время Тэватрон был самым мощным в мире с энергией столкновений около 2 ТэВ (ТэВ — тераэлектронвольт; от этой единицы измерения коллайдер и получил свое название). Он обошёлся в 120 млн долларов. Таким образом, у американцев появился шанс найти бозон Хиггса раньше европейцев [1, 2].



Puc. 2. Один из детекторов БЭПа – ALEPH (https://www.wired.com/2015/01/higgs-discovery-hijack-attempt/?mbid=social_fb)

Между тем в ЦЕРНе в 1983 г. началось строительство Большого электрон-позитронного коллайдера (БЭП)2 (рис. 2), ставшего крупнейшим строительным объектом в Европе. БЭП был сконструирован для изучения поведения W- и Z-частиц, очень тяжёлых и недолговечных, вследствие чего физики вынуждены анализировать продукты их распада. В этом коллайдере сталкивались не протоны, а электроны и позитроны, что позволяло производить очень точные измерения, но ни в одном из них не был зафиксирован бозон Хиггса [1, 2, 5]. Теватрон (в США) также находился в рабочем состоянии, однако зарегистрировать достаточное количество столкновений частиц с высокими энергиями не удавалось. Требовалась серьёзная модернизация как самой машины, так и детекторов, после чего Тэватрон мог бы соревноваться с БЭПом [1, 5].

Это было тревожное время: поиски продолжались, но результаты не радовали, и даже оптимисты стали сомневаться в существовании бозона Хиггса. Однако ещё оставалась какая-то надежда, что БЭП или Тэватрон обнаружат бозон Хиггса, поэтому они работали в предельном режиме. Точные измерения, сделанные на Тэватроне и БЭПе, позволяли предполагать, что бозон Хиггса, вероятно, не тяжелее 200 ГэВ. Это давало потенциальную возможность его обнаружения. Однако более чем за 10 лет исследований учёные

Впоследствии предполагалось переделать БЭП для работы в области ещё больших энергий, где, как считалось, «прячется» бозон Хиггса. Поэтому в процессе строительства БЭПа уже начали думать над его совершенствованием. Обновлённый ускоритель должен был называться Большим адронным коллайдером (БАК).

² Этот коллайдер должен был занять 27-километровое кольцо туннеля (почти на 200 метров ниже уровня земли) под франко-швейцарской границей. Сооружение кольцевого туннеля – это только начало [2, 5]. В каменной породе по периметру туннеля выдолбили четыре огромные пещеры для детекторов коллайдера. В восемнадцати точках туннеля были пройдены вертикальные скважины для входа и выхода людей. Строительство туннеля БЭПа завершилось в 1988 г. Одни только строительные работы заняли шесть лет. Благодаря тому, что буровые машины были снабжены приборами спутникового и лазерного наведения, два конца туннеля встретились, разойдясь всего на один сантиметр [5].

БЭП был настолько точным прибором, что смог даже зафиксировать влияние Луны на Землю. Дело в том, что крошечные деформации Земли под действием гравитационного поля Луны вызывают растяжение и сжатие общей длины туннеля БЭПа примерно на миллиметр. В масштабах 27-километровой пучковой трубы это не так уж много, но достаточно, чтобы вызвать крошечные колебания энергии электронов и позитронов. Такой высокоточный инструмент, как БЭП, их быстро уловил. Вначале странные суточные колебания энергии частиц вызвали недоумение, но физики быстро разобрались в происходящем, поскольку такой способ обнаружения влияния Луны на Землю ничем не отличается от того метода, которым астрофизики доказывают существование тёмной материи во Вселенной — а именно, по наличию её гравитационного воздействия [1, 7]. А ещё БЭП зарегистрировал всплески токов утечки, возникавшие в момент отправления высокоскоростных поездов от вокзала Женевы и заметно менявшие режим работы тонко настроенной машины [3, 5].

так и не получили свидетельств присутствия бозона Хиггса [5].

БЭП был мощным и универсальным коллайдером, но его эксплуатационный срок подходил к концу, поэтому в сентябре 2000 г. планировали остановить машину. В последней отчаянной попытке найти бозон Хиггса, физики ЦЕРНа нагружали коллайдер сверх его возможностей. Летом 2000 г. благодаря модификациям машины, энергия столкновений превысила 200 ГэВ. Вскоре в разное время начали появляться намёки на бозон Хиггса. «В сентябре два из четырёх экспериментов на БЭПе представили свидетельства редких событий, в которых участвовали Z-бозон и ещё одна загадочная частица, которая распалась на два «прелестных» кварка (b-кварка). Эта частица во многом была сходна с бозоном Хигеса массой 115 ГэВ» [8, с. 70]. Казалось, ЦЕРН стоял на пороге одного из величайших открытий физики высоких энергий³. Учёные уговаривали руководство ЦЕРНа дать БЭПу поработать ещё полгода. Одни были убеждены, что эпохальное событие уже близко. Другие понимали, что полученных данных недостаточно, чтобы оправдать задержку строительства БАКа, требовавшего полного освобождения туннеля, где размещался БЭП. Руководство ЦЕРНа дало понять, что продлит работу БЭПа, если есть хорошие шансы превратить «предварительные экспериментальные наблюдения в безусловное открытие» [2, 5]. Однако физики могли сделать единственный вывод: «... масса бозона Хиггса должна быть больше 114, 4 ГэВ, вероятно около 115, 6 ГэВ» [2, с. 185]. Отключение БЭПа означало, что «охота» ЦЕРНа на частицу Хиггса прервётся, по крайней мере, на пять лет, пока не будет сооружён БАК. На это время группа Тэватрона в Фермилабе становилась единственной командой, имевшей реальные шансы найти бозон Хиггса. Однако, несмотря на окончание работ по улучшению технических характеристик Тэватрона, сотрудникам Фермилаба не удавалось найти надёжных свидетельств существования таинственной частицы. Физики смогли только исключить некоторый диапазон масс, в котором бозона Хиггса не могло быть [2].

Демонтаж БЭПа начался в декабре 2000 г. Под БАК был отведён тот же 27-километровый туннель. При проектировании этого коллайдера вернулись к идее столкновения протонов друг с другом, поскольку создание необходимого количества антипротонов для получения требуемого числа столкновений оказалось слишком сложной задачей. Больше всего для продвижения проекта «Большой адронный коллайдер» сделал Карло Руббиа [3, 9], а его руководителем был назначен британский учёный Лин Эванс (1945 г. р.), которого пресса прозвала «Атомный Эванс», отмечая его роль в осуществлении этого проекта [10].

Полностью туннель освободили к ноябрю 2001 г. Сооружение крупнейшей в мире системы, способной охлаждать сверхпроводящие магниты до температуры –271,4 °С, закончилось в октябре 2006 г. Вдоль всего 27-километрового ускорительного кольца были установлены 1232 дипольных магнита (рис. 4), удерживающих частицы на орбите внутри ускорительного кольца [2, 5].

В первоначальной планировке БАКа предусматривались четыре детекторные установки: ATLAS (тороидальный аппарат БАКа), CMS (компактный мюонный соленоид), ALICE (большой ионный коллайдер) и LHCb (для регистрации частиц, состоящих из b-кварков). Потом к этим детекторам добавились ещё два намного меньшего размера (рис. 5).

В детекторе *ATLAS* используется тороидальное $(в \ форме \ пончика)$ магнитное поле, создаваемое

и таким образом даже общаться с окружающими вслух (рис. 3). Компьютерный голос Хокинга создан корпорацией Intel и известен всему миру не меньше, чем сам профессор (http://als-info.ru/kto-iz-zvezd-podaril-svoj-golos-stivenu-hokingu/). 14 марта 2018 г. Стивен Хокинг умер в возрасте 76 лет (https://ru.wikipedia.org/

wiki/Хокинг,_Стивен).

⁵ Сомнения Хокинга в возможности найти бозон Хиггса основывались на его работе 1995 г., в которой он предсказывал, что «виртуальные чёрные дыры» могут сделать невозможным наблюдение частиц Хигса. Виртуальные чёрные дыры – любопытные теоретические объекты. Учёным известно, что пары частиц, таких как электроны и позитроны, внезапно рождаются в вакууме из-за квантовых флуктуаций энергии. Виртуальные чёрные дыры ведут себя аналогично, но их порождают пространственно-временные флуктуации. Как утверждал Хокинг, существование чёрных «минидыр» длилось бы всего мгновение, но этого достаточно, чтобы замазать след бозона Хиггса [5].



Puc. 3. Профессор Хокинг ведёт коллоквиум (https://ru.wikipedia.org/wiki/Хокинг,_Стивен)

³ Слухи о том, что ЦЕРН близок к открытию, распространились далеко за его пределы. На расстоянии шести тысяч миль от Женевы (на острове Чеджу, недалеко от южной оконечности Корейского полуострова) проводилась конференция по проблемам физики элементарных частиц и происхождении Вселенной. Однажды за ужином Гордон Кейн (1937 г. р.), известный физик-теоретик, директор Мичиганского центра теоретической физики, сказал, что в ЦЕРНе, возможно, нашли след частицы Хиггса. Обсуждение было прервано звуками, в которых все узнали голос Стивена Хокинга (см. сноску 4). «Бозон Хигаса никогда не будет найден ни на LEP (БЭП. – Прим. М. Т.), ни на любом другом коллайдере частиц», – сказал Хокинг [цит. по 5, с. 116], (см. сноску 5). После такого категоричного заявления Кейн и Хокинг решили заключить пари на сто долларов [5].

⁴ Хокинг страдал редкой медленно развивающейся формой болезни (боковой амиотрофический склероз), постепенно ухудшавшей его состояние. Хокинг был в состоянии общаться посредством синтезатора речи: сначала с помощью ручного переключателя, впоследствии – используя мышцу щеки. Управляя этой сложной системой, он мог посылать сигналы в синтезатор речи



Рис. 4. Дипольные магниты – критически важные компоненты БАКа – являются одними из самых сложных в изготовлении и обслуживании. Для поднятия энергии протонов почти до проектного значения потребовалась длительная кампания по тренировке магнитов [11]



Puc. 6. Детектор ATLAS в процессе сборки (по состоянию на ноябрь 2005 года) (https://www.fresher.ru/2009/11/26/bolshoj-adronnyj-kollajder-v-fotografiyax/)

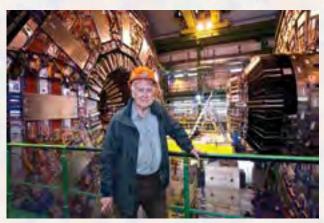


Рис. 7. Строящийся детектор СМS, на фоне которого – приглашённый в ЦЕРН Питер Хиггс.
Источник : © copyright CERN



Puc. 5. Схема расположения под землёй основных детекторов БАКа (https://zaochnik.ru/blog/bolshoj-adronnyj-kollajder-zachem-on-nuzhen/)

большими сверхпроводящими магнитами. Это самые крупные сверхпроводящие магниты в мире. На рис. 6 можно видеть восемь тороидальных магнитов с тепломером перед тем, как их поместят в середину детектора. Этот тепломер будет измерять энергию частиц, производимую при столкновении протонов в центре детектора [2].

Детектор ATLAS имеет около 45 м в длину и 25 м в высоту. Он весит около 7 тысяч тонн: как Эйфелева башня или сто «Боингов-747» без пассажиров [2].

Детектор *CMS* (рис. 7) называется компактным, так как в нём используется один крупный соленоидальный сверхпроводящий магнит. Его размеры: 21 м в длину, 15 м в ширину и 15 м в высоту [2].

Детектор *ALICE* оптимизирован для изучения столкновений тяжёлых ядер. На рис. 8 можно видеть используемые в нём магниты.

Коллаборации детекторов ATLAS и CMS возглавляют итальянские физики Фабиола Джанотти и Гвидо Тонелли, соответственно. Каждая из групп включает



Puc. 8. Гигантские магниты детектора ALICE (https://www.popmech.ru/science/8204-vlastelin-kolets-tsern/)

3 тысячи физиков и инженеров из более чем 170 университетов и лабораторий 38 разных стран [2].

Многоцелевые детекторы ATLAS и CMS были предназначены для поиска бозона Хиггса и другой «новой физики», которая может продемонстрировать существование суперсимметричных частиц и разрешить загадку тёмной материи [2, 9].

Монтаж детекторов *ATLAS* и *CMS* закончился в начале 2008 г. В августе 2008 г. было охлаждено до рабочей температуры необходимое оборудование, расположенное на всём протяжении БАКа. Для этого потребовались более 10 тысяч тонн жидкого азота и 150 тонн жидкого гелия. Таким образом, БАК был готов к запуску. 10 сентября 2008 г. началась большая жизнь БАКа⁶. Он заработал в 10:28 утра по местному времени. Физики сбились в центре управления и радостно оживились, когда на экране мелькнула вспышка света, сообщившая о том, что высокоскоростные протоны отправились в путь по 27-километровому кольцу коллайдера при рабочей температуре всего на два градуса выше абсолютного нуля [2].

Однако вскоре последовали проблемы. Через девять дней произошла авария⁷. «Это был ужас! — вспоминал Эванс. — Я никогда не видел ничего подобного... Везде мигали красные сигналы тревоги» [цит. по 5, с. 94].

Не было никакой надежды восстановить коллайдер до его запланированной остановки на зиму. К тому же возникли новые проблемы. Дата повторного пуска отодвинулась на неопределённое время. БАК снова заработал лишь в ноябре 2009 г. Несмотря на то, что в зимние месяцы электричество стоило дороже, коллайдер проработал всю зиму 2009-2010 годов главным образом для того, чтобы физиков ЦЕРНа не обогнали соперники из Фермилаба, которые, по слухам, довольно близко подошли к обнаружению бозона Хиггса [2]. И действительно, незадолго до запланированного вывода из строя Тэватрона (ноябрь 2011 г.) в ходе экспериментов двумя

детекторами было зарегистрировано небольшое превышение событий, в которых пара «прелестных» кварков образуется с суммарной энергией от 125 до 155 ГэВ. Многие физики призывали продлить работу Теватрона до 2014 г., поскольку он во многих отношениях способен дополнить работу БАКа. Однако, как и в случае с закрытием БЭПа, учёным не удалось убедить директора лаборатории отложить остановку коллайдера [2].

Небезынтересно отметить, что в усиливающемся соперничестве между Фермилабом и ЦЕРНом слухи были весьма показательны, как и общее чувство, будто что-то вскоре может быть открыто. Леон Ледерман раньше признавался, что возможное заявление ЦЕРНа об открытии новой частицы вызовет у него смешанные чувства. «Примерно как если бы теща упала в пропасть на теоём БМВ», — сказал он [2, с. 198].

Напряжённая и очень слаженная работа коллектива ЦЕРНа способствовала тому, что в течение 2011 г. БАК выдал горы данных, достаточных для того, чтобы обнаружить первые признаки бозона Хиггса. Характерный и ожидаемый след этой частицы был зарегистрирован независимо двумя главными детекторами БАКа (ATLAS и CMS)⁸ ещё летом 2011 г. Совпадение результатов, полученных с помощью этих детекторов, примечательно ещё и потому, что они работают совершенно по-разному [12].

После завершения в октябре 2011 г. серии исследований, официальные представители экспериментов ATLAS и CMS провели специальный семинар в переполненной главной аудитории ЦЕРНа. Они сообщили, что оба детектора зарегистрировали несколько десятков событий выше ожидаемого фона с образованием двух фотонов (см. рис. 9) с суммарной энергией 125 ГэВ. Если бы в результате соударения протонов генерировались короткоживущие бозоны Хиггса, они могли бы распасться на эти фотоны. В каждом из экспериментов были зарегистрированы и несколько дополнительных

⁷ Всего через девять дней электрический контакт между двумя сверхпроводящими магнитами расплавился. Электрическая дуга пробила изоляцию гелиевой системы охлаждения магнитов. Высвободились шесть тонн гелия, давление повысилось, произошёл взрыв, повредивший 53 огромных магнита. Инженеры быстро нашли причину неисправности: дефектные электрические контакты, соединяющие сверхпроводящие кабели. Ремонтные работы остановили коллайдер более чем на год [5].

⁸ Ни ATLAS, ни CMS не позволяют наблюдать бозон Хиггса непосредственно, так как эта чрезвычайно нестабильная частица быстро распадается в результате нескольких различных процессов, или «мод» (см. сноску 9). «К сожалению, многие моды распада неотличимы от оглушительного грохота обычных фоновых событий, которые возникают в результате 500 млн соударений протонов друг с другом, происходящих каждую секунду. Эксперименты ATLAS и CMS как раз и задуманы, чтобы зарегистрировать случайное интересное событие, которое может произойти в результате распада бозона Хиггса, и отбросить все остальные» [8, с. 70-71]. В 2011 г. физики начали фокусировать внимание на редких распадах с образованием двух фотонов (рис. 9) или четырёх заряжённых лептонов (рис. 10), поскольку эти сигналы хорошо выделяются даже из очень сильного фона, который мог бы легко скрыть сигналы бозона Хиггса [8].

⁹ Каждый из распадов бозона Хиггса значим для изучения его свойств, однако теоретически распады на ZZ* и W⁺W[−] наиболее важны для наблюдений, «... так как именно они учат, что электрослабая симметрия нарушается и работает механизм Хигса. Это сложно объяснить, – продолжает Гордон Кейн (см. сноску 3), – но электрослабая симметрия Стандартной модели запрещала бы распады бозона Хигса по этим каналам, и их обнаружение показывает, что симметрия нарушается правильным образом и разрешает взаимодействие, дающее частицам массу. Символ * после Z или W указывает на то, что бозон Хигса слишком лёгкий, чтобы распадаться на два реальных Z- или W-бозона, и поэтому один из них должен быть виртуальным: с точки зрения теории такие распады понятны, и мы знаем, как иметь с ними дело экспериментально» [3, с. 140].

⁶ Новый коллайдер заметно отличался от своего предшественника. «Среди его основных компонентов – более 1,2 тыс. сверхпроводящих магнитных диполей, сияющих серебром 15-метровых цилиндров стоимостью почти \$1 млн каждый. Это, вероятно, самые совершенные устройства из когда-либо серийно выпускаемых компаниями Франции, Германии и Италии. В них располагаются сдвоенные трубы вакуумных камер, по обе стороны от которых расположены обмотки электромагнитов из ниобий-титанового сплава, купающиеся в жидком гелии при температуре –271 °C. Внутри вакуумных камер в противоположных направлениях циркулируют два пучка протонов с энергией до 7 ТэВ и скоростями, приближающимися к скорости света» [9, с. 71-72].

Фотоны Каладый детектор состоит из множества калориметров — устройств для измерения эпертии частиц. Налориметр, находицийся в самом центре, обладает особой чувствительностью и фотонам. Опи поглощаются в калориметре, и в резумстате образуется слабый электрический ситкал. Если бозон Хиттса распадется на для фотона, детектор сможет измерить их суммарную эпертию с чрезамнайно высокой точностью, что позволяет точно реконструировать массу вновь обнаруженной частицы. ОЖИДАЛОСЬ Калориметры Фотон Фотон

Рис. 9. Двухфотонный канал распада бозона Хиггса [8, с. 70]

Бозон Хиттса спосебен распастыся на веру 2 бозонов, каждый из воторых может в свою очередь распастыся на электрон, споренный с имеющам орозивосоложный заряд возитроном, или на два мкоона. Находищиеся внутря тренома и системы и валорыфер регистрируют электроны, в то время как мюзоны вылетают наружу, оставляе следытрежи во время споето вроиета. Мызырое магнитите воле и скраилает треектория электронов и можно, ито возонают станской почностью измерить их элергию и оцепить миссу породившего их бозона Хиттса. ОЖИДАЛОСЬ 2-бозон Изон Току Возон Току Возо

Рис. 10. Четырёхлептонный канал распада бозона Хиггса [8, с. 70]

событий, в которых четыре заряжённых лептона (электроны или мюоны) (рис. 10) уносили аналогичную суммарную энергию. Они, возможно, тоже были результатом распада бозона Хиггса. Такая согласованность сигналов была беспрецедентной. Это дало основания предполагать, что в данных начало появляться что-то реальное. Однако, если учитывать строгие требования физики элементарных частиц¹⁰, ни один из сигналов, полученных в 2011 г., не был достаточно убедительным, чтобы объявить об «открытии» [8].

С декабря количество данных, набранных на БАКе, удвоилось, а методы их обработки стали совершеннее. После зимней паузы эксперименты на коллайдере возобновились в марте 2012 г. Весенняя серия экспери-

ментов оказалась успешной: за 11 недель было получено больше столкновений протонов, чем за весь 2011 год. Благодаря усилиям физиков и операторов, к маю БАК выдавал данные в 15 раз быстрее, чем когда-либо удавалось на Тэватроне. «Эта серия стала кульминацией двух десятилетий работы тысяч физиков, занятых в программах ATLAS и CMS, тех, кто построил эти детекторы и теперь работал на них, и тех, кто спроектировал и теперь управлял работой компьютерных систем, распространявших данные по всему миру, а также тех, кто создал новые устройства и программное обеспечение для компьютеров, чтобы выделить самые интересные соударения, написал алгоритмы, позволяющие выкапывать наиболее многообещающие

 $^{^{10}}$ Степень уверенности в предполагаемом открытии определяется физиками статистической значимостью, обозначаемой греческой буквой σ (сигма). Если отклонение сигнального события от фона равно 3σ , то можно говорить об «экспериментальном наблюдении» новой частицы, но квалифицировать открытие как состоявшееся можно только при значении σ не менее 5 [5].

события из огромной горы регистрируемых данных. Все они лихорадочно работали, предвкушая открытие» [8, с. 72]. Аспиранты и кандидаты наук трудились ночи напролёт, с волнением готовясь сообщить о том, что же они обнаружили.

Наконец, 15 июня физики, работавшие в эксперименте СМS, начали собираться в одной из комнат, чтобы послушать доклады молодых физиков. Несколько сотен сотрудников, занятых в этом эксперименте, стояли или уселись на пол. Мало кому удалось выспаться в предыдущую ночь. Напряжённое ожидание и всеобщее волнение охватили зал.

Вслед за первым докладом, не вызвавшим воодушевления, одно за другим последовали выступления, в которых сообщалось о редких двухфотонных и четырёхлептонных каналах распада (см. рис. 9 и 10). «Теперь действительно было похоже на то, что бозон Хиггса наконец проявился. Сигналы, полученные на основании данных экспериментов 2012 года, снова наблюдались в окрестности одного и того же значения массы, которое так сильно привлекло внимание учёных шесть месяцев назад, — 125 ГэВ. Учёные почти сразу же поняли: если соединить новые данные с результатами, полученными в 2011 году, то у группы СМЅ появится большой шанс объявить об открытии бозона Хиггса» [8, с. 73].

В эксперименте ATLAS учёные также были близки к успеху. Однако потребовалось около недели напряжённой работы и несколько бессонных ночей, прежде чем физики утвердились в возможности сделать вывод: вероятность того, что эти события — результат случайных флуктуаций, меньше, чем одна трёхмиллионная. Это соответствовало строгому критерию 5σ (см. сноску 10).

Тем временем слухи об открытии просочились наружу. Интерес во всём мире к этому событию начал расти так быстро, что секретность была объявлена приоритетной задачей. Однако соблазн был очень велик: разговоры вполголоса в кафетерии и коридорах ЦЕРНа давали основания предполагать, что затевается нечто грандиозное [8].

Генеральный директор ЦЕРНа Рольф-Дитер Хойер (1948 г. р.) (рис. 11) впервые ознакомился с результатами 22 июня 2012 г. во время встречи с руководителями экспериментов ATLAS и CMS. Он решил, что доказательства достаточно убедительны, чтобы объявить об открытии. Совет ЦЕРНа решил сделать это 4 июля на семинаре, приуроченном к началу работы 36-й Международной конференции по физике высоких энергий в Мельбурне (Австралия) [8].



Рис. 11. ЦЕРН. 4 июля 2012 г. Фабиола Джанотти (слева), генеральный директор ЦЕРНа Рольф-Дитер Хойер (в центре) и Джо Инкандела (справа) готовятся сделать важные сообщения.
© CERN

В ночь перед семинаром у запертых дверей главной аудитории сотни физиков, пребывавших в полусонном состоянии, отчаянно надеялись занять одно из оставшихся не зарезервированными мест внутри. Большая аудитория ЦЕРНа была переполнена. Питера Хиггса, появившегося в ЦЕРНе сразу же по прибытии в Женеву и севшего рядом с Энглером¹¹ (рис. 12), встретили продолжительными аплодисментами. Дитер Хойер открыл семинар (см. рис. 11). Руководители экспериментов – Инкандела (CMS) и Джанотти (ATLAS) (см. рис. 11) представили множество слайдов с новыми данными и результатами, большая часть которых состояла из измерений 2012 г. Как и в декабре, графики с данными о двухфотонном канале распада показали резкие пики, выступающие в районе от 135 до 126 ГэВ. Но на этот раз эксперименты выявили более дюжины дополнительных событий, в которых тяжёлая частица распалась на четыре заряжённых лептона с энергией 125 ГэВ. Объединив этот результат с двухфотонным, исследователи CMS и ATLAS пришли к независимым



Рис. 12. Франсуа Энглер (слева) и Питер Хиггс (справа) (https://ria.ru/spravka/20131008/968587552.html)

¹¹ 8 октября 2013 г. Питеру Хиггсу и Франсуа Энглеру (см. рис. 11) была присуждена Нобелевская премия по физике за «теоретическое открытие механизма, который обеспечил понимание происхождения масс элементарных частиц» (https://ria.ru/spravka/20131008/968587552.html).

выводам: вероятность того, что это явление – призрак, вызванный случайными флуктуациями, ничтожно мала. Оно должно быть реальным [5].

Семинар транслировали по Интернету на открывшейся в тот же день Международной конференции по физике высоких энергий, а также в научные центры и университеты всего мира, включая Россию¹², После впечатляющих выступлений руководителей коллабораций ATLAS и CMS генеральный директор ЦЕРНа Дитер Хойер, завершая семинар под продолжительные аплодисменты, воскликнул: «Я думаю, мы его поймали!... Мы совершили открытие», - продолжил он, впервые произнеся это слово. - Мы наблюдали новую частицу, которая во всём схожа с бозоном Хиггса» [8, с. 74] (рис. 13). Когда объектив телекамеры выхватил Питера Хиггса, было видно, как он достаёт носовой платок, чтобы утереть выступившие слёзы. Позже он признался, что не ожидал экспериментального подтверждения его теории при жизни [8].

Таким образом, июльским информационным взрывом, когда обсуждение открытия находилось в фокусе мирового внимания, закончились «страсти по бозону Хиггса»: множество потерянных возможностей на этапе разработки теории, сомнения в существовании бозона Хиггса, тревожные ожидания, неподтверждённые заявления об его открытии, надежды и разочарования учёных, мистификации, предсказания о возникновении

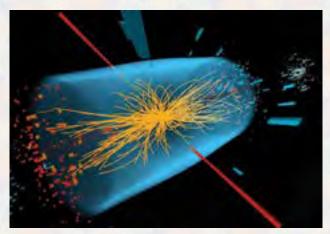


Рис. 13. Смоделированное изображение процесса проявления бозона Хиггса — частицы, которую физики надеялись отыскать без малого полвека [13]. © CERN

в опытах чёрных дыр, «сжигающих Землю»¹³, и других опасных для жизни явлений [12].

Немногие учёные сомневаются в том, что обнаружена новая частица. Физики из ЦЕРНа называют её «хиггсоподобным бозоном» и настаивают на необходимости дополнительных данных для точного установления её свойств ¹⁴ [8].

¹² В Дубне руководитель объединённого семинара «Физика на *LHC*» [БАК. – Прим. М. Т.] профессор И. Голутвин перед трансляцией из ЦЕРНа отметил большой вклад учёных и специалистов *Объединенного института ядерных исследований* в подготовку экспериментов на БАКе, а также их активное участие в проведении сеансов на коллайдере в Женеве, сборе и обработке информации [12].

Александр Бондарь, член учёного совета новосибирского Института ядерной физики (ИЯФ) СО РАН (бывший член учёного совета ЦЕРНа), непосредственный участник экспериментов на БАКе рассказал, что эксперимент по поиску бозона Хиггса, детекторы ATLAS, CMS и сам БАК — это результат работы международной коллаборации, в которой участвует и ИЯФ СО РАН, внёсший большой вклад в создание ускорителя. Многие элементы коллайдера изготавливались в Новосибирске на опытном производстве ИЯФ СО РАН. Здесь же создавались и некоторые элементы детекторов (http://sib. fm/news/2012/07/04/novosibirskie-fiziki-obnaruzhenie-bozona-khiggsa—ehto-i-nashe...)

¹³ Вокруг БАКа ходило много слухов. Например, что он представляет огромную опасность для человечества, и его запуск может привести к концу света. Поводом стали заявления учёных о том, что в результате столкновений частиц в коллайдере могут якобы образоваться микроскопические чёрные дыры. После этого появились мнения, что в них может «засосать» всю нашу Землю. Появился даже анекдот: «У физиков есть традиция – один раз в 14 миллиардов лет собираться и запускать адронный коллайдер». Однако шанс коллайдера создать стабильную чёрную дыру, которая поглотит Землю, известный физик-теоретик Шон Кэррол оценил в 10-²⁵ %. Причина слухов оказалась банальной: слова учёных были искажены и неверно интерпретированы журналистами [5].

¹⁴ Рольф-Дитер Хойер резюмировал, что обнаруженная новая частица обладает всеми характеристиками бозона Хиггса и, скорее всего, ею и является, но нужно время, чтобы это подтвердить [8].

Лауреат Нобелевской премии 1984 г. по физике, экс-гендиректор *CERN*а Карло Руббиа в ходе дискуссии на традиционной встрече нобелевских лауреатов с молодыми учеными отметил, что теория суперсимметрии (*SUSY*), (если она верна) предсказывает существование пяти бозонов Хиггса, и новый бозон может оказаться лишь первым из них (https://www.newsru.com/world/04jul2012/first.html), [6].

Заместитель директора Института общей и ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт» Михаил Скорохватов считает, что согласно нынешним представлениям, основные «первокирпичики» материи – лептоны и кварки – приобретают массу, взаимодействуя с полем Хиггса, квантом которого является открытый бозон. Но как конкретно образуется масса при взаимодействии лептонов и кварков с бозонами Хиггса, надо ещё выяснять (https://www.newsru.com/world/04jul2012/first.html).

За прошедшие годы произошло немало событий. Вот некоторые из них: подтверждено существование *t*-кварка. доказано отсутствие асимметрии протонов и антипротонов, исследован процесс рождения адронный струй. Проведены и другие не менее значимые работы.

В январе 2019 г. ЦЕРН опубликовал концепт-дизайн следующего коллайдера, размер окружности которого составит 100 километров, что в четыре раза больше, чем у БАКа. По предварительной оценке, проект обойдётся в 9 млрд евро. У этого коллайдера пока нет официального названия, а рабочее наименование — Будущий круговой коллайдер (Future Circular Collider, FCC). Предполагается, что он будет в десять раз мощнее БАКа и поможет учёным обнаружить новые субатомные частицы к 2050 г. Среди целей нового коллайдера также уточнение и дополнение Стандартной модели, детальное изучение бозона Хиггса и природы тёмной материи (https://tjournal.ru/science/76279-yubiley-bolshogo-adronnogo-kollaydera

Сама по себе частица Хиггса удивительна. Учёные подчёркивают, что это – принципиально новая элементарная частица. Бозон Хиггса – квант скалярного поля, которое в отличие от векторных полей (например, магнитного) в любой точке пространства, в любой момент времени имеет лишь числовые значения и не имеет направления. В скалярных характеристиках нет ничего необычного [6, 7, 13]. Однако в случае с полем Хиггса учёные впервые столкнулись с чем-то иным, с чем-то фундаментальным. Это – первое известное скалярное поле, которое присутствует в каждой точке Вселенной, влияет на поведение всех элементарных частиц и придаёт им массу [6]. «Это означает, что вакуум «пустого» пространства – очень <mark>бойкое</mark> место, где и энергия бозона Хиггса, и виртуальные частицы формируют сложную динамику. Но тогда кто-то, возможно, спросит, действительно ли вакуум стабилен, или какое-то несчастливое квантовое событие, возможно, запустит однажды катастрофический переход от нашей Вселенной к чистому состоянию» [14, с. 29]. Учёные считают, что стабилизатором вакуума может быть суперсимметрия, которая предотвращает такие неприятности. Без суперсимметрии стабильность вакуума очень сильно зависит от массы бозона Хиггса: более тяжёлый бозон Хиггса предполагает стабильную Вселенную, тогда как более лёгкий в конечном счёте – её гибель. «Примечательно, что измеренная масса бозона Хиггса приходится ровно на грань [рис. 14. – Прим. М. Т.], что предполагает долгоживущий, но в итоге всё же нестабильный вакуум. Природа пытается нам что-то сказать, но мы не можем её понять» [14, с. 29].

Список литературы

- 1. Кэррол, Ш. Частица на краю Вселенной. Как охота на бозон Хиггса ведёт к границам нового мира / Шон Кэррол; [пер. с англ. Т. Лисовской]. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 352 с.; ил., цвет. вкл.
- 2. Бэгготт, Д. Бозон Хиггса. От научной идеи до открытия «частицы Бога» / Джим Бэгготт ; [пер. с англ. Т. М. Шуликовой ; [предисл. С. Вайнберга]. М. : ЗАО Издательство Центрполиграф, 2014. 255 с.
- 3. Кейн, Г. Суперсимметрия. От бозона Хиггса к новой физике / Гордон Кейн; [пер. с англ. и науч. редакция Е. А. Литвиновича]. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. 332 с.
- 4. Вайнбера, С. Мечты об окончательной теории / Стивен Вайнбера ; [пер. с англ. А. В. Беркова]. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
- 5. Сэмпл, И. В поисках частицы Бога, или Охота на бозон Хиггса / И. Сэмпл; [пер. с англ. Т. Лисовской]. Колибри, 2012. 150 с.
- 6. Турбина, М. И. Страсти по бозону Хиггса. Часть 2. Долгий путь к бозону Хиггса. Продолжение / М. И. Турбина // Наука и техника в Якутии. 2018. № 2 (35). С. 100—109.

Космические последствия

НА КРАЮ ГИБЕЛИ

Вором Життса россиворает вместо интересного о поле Хиттса — эмергетическом поле, которое придает закантариам частидам массунаскольно нам известно, это поле постоянно, поскольку любое внезаное его изменение учектовог Воличниую. Оджено результати недавних измерений массы бозона Хиттса, ојудум сопоставленникам с массой екварка фитинного казрка), показемают, ито поле хиттса не совсем стабитино. Оказемантов поко пребежает в так наземамиом метастабильном состояния, жамповое эффекты теоретически когут перебросить его в состояния с манешей эмергией, уничтония в угом процессе всю все измую. Оне волкуйтись его, сворие всего, не случется на протяженим еще многих мин инарудов ост.) Суперсимметрия моска бы стабильвероаять толе Хитса.

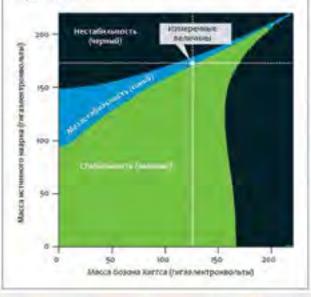


Рис. 14. Иллюстрация метастабильного состояния поля Хиггса [14, с. 27]

- 7. Турбина, М. И. Страсти по бозону Хигеса. Часть 1. Как устроен мир. Продолжение / М. И. Турбина // Наука и техника в Якутии. 2018. № 1 (34). С. 98—108.
- 8. Райордэн, М. Наконец-то бозон Хигеса / Майкл Райордэн, Гвидо Тонелли, Саулань У // В мире науки. 2012. № 12. С. 66—74.
- 9. Турбина, М. И. Страсти по бозону Хиггса. Часть 1. Как устроен мир. Продолжение / М. И. Турбина // Наука и техника в Якутии. 2017. № 1 (32). С. 101—114.
 - 10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Эванс,_Линдон
- 11. https://elementy.ru/LHC/LHC/accelerator/magnet_training.
- 12. Главная тема. Долгий путь к «частице Бога» // Знание – сила. – 2012. – № 12. – С. 17–44.
- 13. Рубаков, В. Долгожданное открытие : бозон Хигеса / В. Рубаков / / Наука и жизнь. – 2012. – № 10. – С. 2–17.
- 14 Ликкен, Д. Суперсимметрия и кризис в физике / Джозеф Ликкен, Мария Спиропулу // В мире науки. 2014. № 7-8. С. 22—29.







Два воздухоплавателя попали на своём воздушном шаре в грозу. Навигационные приборы у них вышли из строя. Низкая облачность не позволяла определить по местности координаты полета. Воздухоплаватели снизились почти до Земли, увидели дорогу и идущего по ней человека.

– Уважаемый, – крикнули они в один голос. – Где мы находимся? Человек подумал минутку и прокричал: «Вы находитесь на воздушном шаре».

Облачность опустилась до земли, и человек исчез в тумане.

- Странно, сказал один воздухоплаватель другому. Кто этот человек, как ты думаешь?
- Я думаю, что это, скорее всего, учёный. Именно учёные дают самые точные ответы на поставленные вопросы, но эти ответы бывают малопригодными для решения чисто житейских ситуаций.







Продуктивность и средообразующий потенциал луговых фитоценозов в условиях среднетаёжной подзоны Якутии : монография / Новосибирск : CO PAH, 2020. – 218 с.

В монографии представлены результаты комплексных исследований, проведённых с 2004 по 2017 гг. на научном семинаре «Мархинский» ИБПК СО РАН по изучению продуктивности и средообразующего потенциала луговых фитоценозов в зависимости от различных режимов питания. Впервые представлены экспериментальные данные по запасу семян в почве, по биопродуктивности луговых степей, залежных земель и долголетних агрофитоценозов. Дана комплексная оценка хозяйственной урожайности, продуктивности, изучены биохимический состав и питательная ценность травяного сырья различных естественных и сеяных фитоценозов в условиях среднетаёжной подзоны Якутии. Приведены новые знания по средообразующему потенциалу луговых экосистем, а также данные по дыханию и микробиологии почв под естественными степными лугами разного видового состава и бобово-злаковыми агрофитоценозами.

Книга предназначена для специалистов в области ботаники, луговедения, экологии, почвоведения, агрохимии и луговодства.

МЫ, МЕРЗЛОТОВЕДЫ

Н. А. Вельмина

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-111-113



Нина Александровна Вельмина (1912–1999 гг.), кандидат технических наук, учёный-мерзлотовед, член Союза писателей СССР и РФ, скульптор

От редакции. Мы продолжаем (см. № 2 (35), 2018 г. и № 1 (36), 2019 г.) знакомить читателей с краткими новеллами Нины Александровны Вельминой, отобранными нами из её уникальных научно-художественных книг. В канун 60-летия Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН (в сентябре 2020 г.) в этой рубрике журнала помещаем очерк Н. А. Вельминой «Мы, мерзлотоведы», который был опубликован в её книге «Ледяной сфинкс» (М.: Мысль, 1979. — С. 114—117).

Геологи-поисковики, не находя цветных металлов, угля, нефти и газа, разочаровываются. Мы, мерзлотоведы, и разочарования «кладём» в свою кошёлку и все их «наносим» на карту. Нам пригодится всё.

Бывает нелегко и совсем не просто работать зимой и спать в палатках, ходить по моховым кочкам и болотам, иногда высоко в горах, летом мучиться в жару в накомарниках, сотни километров идти за оленями по тайге через мочажины и ямы, буреломы и каменистые ложа ручьёв, не поспевая за свободным и красивым оленьим шагом (семь километров в час!). Иногда нелегко даже просто существовать в стране мерзлоты.

А мерзлотоведы-гидрогеологи – особые люди даже среди мерзлотоведов. Когда ещё март, зима и морозы тридцать – сорок градусов, когда братья-геологи сидят на базах, пьют кофе, читают книги и, может быть,

даже ходят в кино, а в маршруты идут, лишь когда растает снег и будут проходимы перевалы, мерзлотоведы-гидрогеологи уже начинают работать. Это самое дорогое, самое ценное, горячее время — пока не началось таяние снега и к минимальному дебиту подземных источников, «гарантийному» дебиту так называемого «критического» периода, не примешались поверхностные и талые воды.

Геологи ходят по гребням гор и склонам, а гидрогеологи и зимой ищут самые ненадёжные, самые каверзные места — тальвеги долин, русла, где под снегом предательски прячутся полыньи и текут незамерзающие ручьи (их-то и ищут!). И вроде они сами выискивают такие места, лезут, раскапывают, а снегу по рога оленям (зимой чаще ходят на оленях), и олени, добираясь к таким источникам и ручьям, выпрыгивают





из снега что есть силы, но, оставив оленей, нужно ещё, бывает, далеко добираться до воды по пояс в снегу. И в любой момент могут они провалиться в рыхлый снег и воду, и проваливаются по пояс, и обмерзают, а мороз прихватывает, а сумерки сгущаются, и до лагеря три, а то и шесть часов пути, и костёр разводить некогда, и сидят они на нартах, коченеют, и приезжают в лагерь или на базу, как сосульки.

Но мало ли профессий, где человека ждут не только неприятности и тяготы, но и серьезные опасности? Вулканологи, подводники, лётчики, космонавты и многие другие. И люди готовы на риск и принимают его как неизбежность.

Геологи, географы и все те, кто в поле не по воле случая, а по настойчивому зову натуры, поневоле «одинокие» люди. Хотя никто, как они, не знает так чувства товарищества и не ценит «чувство локтя». Но каждый как бы изначально несёт и хранит в душе своей одиночество – готовность к нему, а может быть, даже стремление к нему и потребность в нём. Оно у человека нашей профессии как вакцина против погибели. Случится остаться одному, в тайге ли, в тундре или пустыне – всё бывает на нелёгком пути скитаний, — человек не испугается, не сдастся, не пропадёт. Одиночество извне не раздавит его, потому что оно внутри него.

И ещё надо уметь не скучать с собой в одиночестве. Это очень важно — не скучать с собой. Многие не могут жить, если досуг их непрерывно кто-то активно не занимает, не начиняет их мозг чужими мыслями — по радио, по телевидению; они хотят, чтобы им всё время играли, пели или рассказывали.

А другим скучно, когда они подолгу не могут быть одни; это как раз те, у которых от рождения или как нечто благоприобретённое – вакцина от одиночества.

Если человек любит своё дело, ему всегда хочется говорить о нём. Однако, как ни странно, если на досуге заходит разговор о профессии, многие отмахиваются. «Дайте хоть на отдыхе забыть!», — молят они собеседника. Надо сказать, что мерзлотоведы, собираясь,

всегда и непременно говорят о мерзлоте и с удовольствием обмениваются «мерзлотными» новостями.

Отец кибернетики Норберт Винер говорил, что у учёного, писателя и артиста тяга к творчеству должна быть властной и неодолимой, он должен работать, не только если ему ничего не платят за работу, но даже если ему и самому пришлось бы платить за неё.

Если так, то мерзлотоведы вполне соответствуют этим представлениям. Всем, кому из нас приходилось совершать самостоятельные путешествия, всегда, увы, доплачивают за «радости наших трудностей» свои деньги, и часто немалые, ибо грозный бог всех экспедиционников — бухгалтер, следуя букве закона, не

оплачивает наши расходы, не оформленные строгими документами, а сделать это не всегда бывает возможно в тайге или тундре.

Ну как, например, мог не купить мой приятель на берегу Ледовитого океана катерок у охотника, чтобы добраться до острова, где лежали такие «клады», как подземные льды; а катерок потом не приняли на станции (он его привёз) и не оплатили траты. Или как могла я не заплатить шофёру грузовой машины, которая нас, выбравшихся из тайги на «дорогу жизни» Южной Якутии — Амуро-Якутскую автомагистраль, голодных и усталых, взяла на борт вместе с оленями, тащившими наш груз? Идти же по дороге двое суток в таком состоянии было нелепо. Но частные расписки шофёров не оплачивают. Нужен счёт от шофера, с номером его паспорта, заверенный в учреждении печатью, а шофёр с такой канителью и связываться не станет: он в пути — он махнет рукой, и всё.

Мы, мерзлотоведы, не тяготимся своей холодной страной. Ни тундрой, ни тайгой. Есть довольно теперь распространённая песня, которая была написана вначале, как песня о тайге. Кажется, она так и была названа. И пелось в песне, что в тайге скучно человеку и что не может там быть искренней радости — «весельем надо лгать». А если люди смеются, то притворно, чтобы не погибнуть. В самом деле, для людей сугубо городских, не мыслящих жизнь без крыши, всё в таёжной глуши могло казаться непереносимым.

Я думаю, мерзлотоведы и представить себе не могут, что им будет скучно в тундре. Ведь каждый день и шаг дарит много нового и радостного. Я помню, как в Алданской тайге ботаник Звягинцев стоял в восхищении и даже в каком-то благодарном умилении перед крошечной травкой. Травка, оказывается, вроде не должна была там расти, и увидеть её было чудом. Я этой травки не знала и проходила мимо неё равнодушно — ещё подтверждение тому, что романтика у каждого своя. Но я его хорошо понимала.

Я давно уже знаю, что главное – не то, что воспринимается, а кто воспринимает. Голая тундра с пятнами



снега, чёрные горы — мрачное, удручающее зрелище для одного и притягательное для другого.

Не обязательно всем должна нравиться дикая природа, например, горы, покрытые тайгой, или пустыни. Кому-то нравится город. Есть прирождённые урбанисты, и они наслаждаются громадами домов, полусветом городских сумерек, тенями ночных фонарей и не мыслят жизни без города. Эти люди другого склада. Они отдают свою жизнь городу.

Таёжники тоже очень любят города. И стремятся к ним временами. И ценят комфорт, может быть даже больше, чем истые горожане. Живут в городах с удовольствием, хотя без городов и комфорта обходятся свободно. И на комфорт ничего не променяют. И снова уезжают.

Почему-то иногда пишут, что не надо искать необыкновенное за тридевять земель, оно – в обыкновенном, а обыкновенное – рядом. За ним не надо ехать на Таймыр и Дальний Восток. Смотри, что рядом. Пиши о том, что рядом.

Хорошо, что люди не слушают и едут и на Северный полюс, и на Камчатку, и на Тихий океан. Если бы никто не хотел ездить, то не было бы Афанасия Никитина и Миклухо-Маклая, Хейердала и Амундсена. Знания о Земле стоят на вечной тяге человека к дальним странам, неизведанным путям и новым людям.

Есть прирождённые путешественники. Они лишают себя семьи, дома, удобств и многого другого, без чего че-

ловек обходится с трудом. Таким был Пржевальский. Уезжая в экспедицию, он писал: «Только теперь и начинается моя настоящая жизнь».

Человеку хорошо там, где хорошо его душе. Кажется, Пришвин писал, что путешествие каждый раз — это пост. Пост на родственников, на всё привычное. Нужно, чтобы каждый так постился.

Ну, а если для другого путешествие не пост, а разговенье? Если для него пост — однообразие привычного? Я счастливый человек: мой дом всегда бывал там, где я жила. Сейчас он здесь. Никогда в экспедициях не бывало у меня тоски по дому. И хотя дома хорошо и я люблю его, и не только якутский свой «дом», но и московский — там родные, друзья, книги. Всё это с радостью я оставляла для многих своих домов на пути.

НОВЫЕ КНИТИ



Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне : материалы Всероссийской конференции с международным участием , посвящённой 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск (Россия), 28—30 сентября 2020 г./ ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения РАН ; отв. ред-ры: д.г.-м.н. М. Н. Железняк; д.г.-м.н. В. В. Шепелёв ; д.т.н. Р. В. Чжан. — Якутск : Издательство ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2020. — 462 с.

Сборник включает материалы докладов, представленных на Всероссийской конференции с международным участием «Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне», посвящённой 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. На конференции рассмотрены проблемы зональных и региональных закономерностей развития криолитозоны, прогноз развития криогенных процессов, новые конструкции фундаментов зданий и технологии строительства инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах, новые методы геокриологических исследований, вопросы популяризации научных знаний и подготовки кадров в области геокриологии (мерзлотоведения).

МЕРЗЛОТОВЕД – ПРОФЕССИЯ РЕДКАЯ

DOI: 10.24412/1728-516X-2020-1-114-116

Так случилось, что важнейшая для нашей страны наука «мерзлотоведение» бедна мемуарной литературой, хотя людям, отдавшим жизнь изучению феноменального явления нашей планеты, есть что рассказать и о себе, и о своих коллегах, и о событиях и объектах своего пристального внимания в течение многих десятков лет. Увы, люди, стоявшие у истоков нашей науки – В. А. Обручев (1863-1956), А. В. Львов (1871–1941), М. И. Сумгин (1873-1942), С. Г. Пархоменко (1886-1949), Н. И. Толстихин (1896-1992), С. П. Качурин (1898-1969), Н. А. Цытович (1900-1984), уже давно ушли из жизни, не оставив воспоминаний. Закончила свой яркий жизненный путь и вторая «волна» учёных, продолживших дело первопроходцев: П. И. Мель-

ников (1908-1994), П. Ф. Швецов (1910-1992), В. А. Кудрявцев (1911-1982), А. И. Попов (1913-1993), Н. А. Граве (1914-2002), П. А. Соловьев (1916-2002) и др. Эти люди также не написали свои развёрнутые биографии. Грустно сознавать, что и третье поколение геокриологов: К. Ф. Войтковский (1923-2005), Б. И. Втюрин (1924-2019), И. А. Некрасов (1926-1989), С. М. Фотиев (1927–2017), Н. Н. Романовский (1932–2016), В. В. Баулин (1932-2020) и др. мало уделило внимания эпистолярному жанру. Мне известно лишь несколько книг: М. К. Гавриловой «Мое поколение с обожжёнными крыльями» (2007), Н. Ф. Григорьева «С любовью к Арктике» (2006), О. Н. Толстихина «В краю наледей» (1978) и «Дорога с остановками» (2012), В. Л. Суходровского «Жизнь и поиск (записки географа-мерзлотоведа)» (2013) и А. П. Горбунова «С необычным именем по дорогам жизни» (2017).

И вот в конце 2019 г. вышло в свет ещё одно произведение — книга известного мерзлотоведа Игоря Владимировича Климовского «Издалека долго...»¹. Считаю это событие очень важным для геокриологии. И не только потому, что книга, объёмная по содержанию, пополнила формирующийся фонд мерзлотоведческих мемуаров, но и потому, что представляет собой своеобразный полувековой информационный срез состояния и развития региональной геокриологии и жизни в целом Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН.



Срез, конечно, неполный, но очень точный и колоритный, насыщенный огромным количеством дат, имён и событий.

В книжном мире есть произведения, которые привлекают внимание не по внешнему виду, а, главным образом, по автору и названию. Имя И. В. Климовского хорошо известно не только среди учёных. Его знают и уважают общественные и государственные деятели, студенты и аспиранты, учителя школ и преподаватели вузов, изыскатели, инженеры-строители, проектировщики, спортсмены, т.е. люди самых разных профессий. Поэтому изданная книга стала быстро расходиться среди широкого круга читателей. Я прочитал её «залпом» в течение нескольких дней и получил очень большое удовольствие.

Передо мной предстала череда картин, событий и лиц, до боли знакомых и незнакомых тоже, но таких близких, как будто мы жили вместе многие годы. Впрочем, так оно и было, так как расстояния в Сибири вовсе не преграда для близости мыслей и дел, а время не стирает грани привычных жизненных ситуаций, а только подчёркивает их.

Мы познакомились в начале семидесятых годов. Мне импонировала открытость Игоря Владимировича, простота в общении, интеллигентность, а также его глубокий интерес к криогенным явлениям и вообще к природе северных территорий. Жизнь в полевых условиях сближает людей. Постепенно, встречаясь на разных совещаниях и конференциях, мы подружились. Приходилось не раз бывать в его гостеприимной квартире в Якутске, общаться с приветливой и милой женой Евгенией Павловной. Конечно, я читал практически все многочисленные научные статьи и книги И. А. Климовского, поскольку работал примерно в том же научном направлении. Казалось, что мне известно всё о своём коллеге – и дела, и мысли, и образ жизни. Но то, что я узнал из его воспоминаний, поразило меня до основания. Открылся давно знакомый, но совершенно новый человек, насыщенно разнообразный, элегантно простой и значительный во всех аспектах. На мой взгляд, Игорю Владимировичу удалось описать свою жизнь такой, какая она есть, как было. Ничего не утаив, не придумав

¹ Климовский, И. В. Издалека долго... / И. В. Климовский ; отв. ред. В. В. Шепелёв ; ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. – Якутск : Изд-во ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2019. – 362 с.

и не приукрасив. Описать с той степенью детальности, с какой создаётся карандашный портрет личности, где каждый штрих, каждая чёрточка отражают характер и внутренний мир незаурядного человека. Стиль повествования спокойный, ровный, не показушный, как и сам Игорь Владимирович, основные черты натуры которого – непоколебимый оптимизм и добропорядочность.

Очень удивила родословная автора. Оказалось, что он потомок едва ли не первых русских (польских ?) «землеустроителей» страны Олонхо. Не каждому из нас удаётся восстановить прошлое своих предков, пусть во многом сомнительное и неполное, но скреплённое временем и местом жительства. Климовскому это удалось. Его однофамильцы, вероятнее всего, дальние родственники, «прочно осели в Якутии» по меньшей мере 200 лет назад и пустили свои корни в Якутском, Вилюйском, Верхоянском, Олёкминском, Абыйском, Момском, Жиганском, Колымском улусах (округах, районах). Мама Игоря Владимировича хорошо знала якутский язык, да и её сын, выросший среди якутской детворы, тоже понимал местную речь. Может быть, именно поэтому абориген Климовский вполне комфортно и уверенно чувствовал себя во время бесчисленных поездок и экспедиций по суровой якутской земле, при этом находил выход из самых сложных жизненных ситуаций.

Мемуарная литература концентрирует внимание читателя, прежде всего, на самом авторе. Таково свойство жанра. Книга И. В. Климовского, на мой взгляд, редкое исключение. В его повествовании такое огромное число «действующих лиц» - коллег, друзей, знакомых, учителей, спутников! Диву даёшься, как ему удалось сохранить их в своей памяти, да ещё и отметить одежду, интонацию речи, черты характера и пр. Создаётся впечатление, будто читаешь не воспоминание пожилого человека о своей жизни, а описание замечательных людей «того времени», среди которых учился, жил и работал скромный и вечно молодой Игорь Владимирович. В них, этих людях, отражены самые привлекательные черты эпохи социализма - честность, открытость, взаимопомощь, доброта, гостеприимство - всё то, что в современной капиталистической России стыдливо замалчивается и постепенно угасает. Эти качества ярко проявлялись у жителей северных территорий, особенно при встрече с приезжими. Выработанные суровой природой, они сохранились и сейчас это традиционные черты характера и формы поведения аборигенов. Без выручки здесь не проживёшь.

Книга И. В. Климовского состоит из восьми разделов, введения и заключения. Самый большой раздел (165 стр.) под названием «Вся жизнь – по вектору науки» посвящён научной деятельности в Институте мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. Здесь 25 июля 1958 г. после получения диплома об окончании географического факультета Московского государственного университета (кафедра полярных стран) Игорь Владимирович был принят на должность лаборанта. Здесь он проработал 62 года и работает сейчас в должности ведущего научного сотрудника. Завидная трудовая преданность! Первые три десятка лет И. В. Климовский

почти каждый год выезжал в полевые экспедиции для изучения мерзлотных условий Сибири и Дальнего Востока. Где только не побывал он со своими коллегами! Ледники хребта Сунтар-Хаята, остров Котельный в море Лаптевых, хребты Кодар, Удокан и Чарская котловина в Забайкалье, Черемховский угольный бассейн, Тувинское нагорье, зона Байкало-Амурской магистрали, Якутская алмазоносная провинция — всего не перечислишы! Результаты своих наблюдений Климовский оперативно публиковал в материалах всесоюзных и международных совещаний и конференций, в рейтинговых научных журналах и монографиях.

В жизни молодого учёного важную роль сыграли его учителя, известные специалисты: первый мерзлотовед из якутского народа Г. О. Лукин, академик П. И. Мельников, профессора А. И. Попов, С. П. Качурин, И. А. Некрасов и к.г.-м.н. Е. М. Катасонов. Им посвящён специальный раздел «Маяки моего профессионального становления» (стр. 255-270). Не случайно своеобразным эпиграфом книги стали слова И. В. Климовского «Любая наука развивается гармонично и прогрессивно, если она постоянно «подпитывается» молодыми кадрами, когда одно поколение, решая научные проблемы, готовит себе приемников, достойную замену. Только при этом условии смена творческих коллективов происходит безболезненно, без потери набранного темпа...». Следуя данному положению, И. В. Климовский свои накопленные знания, приобретённый опыт полевых исследований передавал студентам и младшим коллегам по институту. Особенно ценными были методы полевых наблюдений, навыки экспедиционной жизни в экстремальных условиях Севера. Это многого стоит, так как никакие самые полные учебники и рекомендации не заменят практику под открытым небом. Почти 20 лет, с 1967 по 1987 гг. географ-мерзлотовед по совместительству трудился в Якутском государственном университете. Его лекции, беседы, экскурсии, практические занятия всегда вызывали неподдельный интерес и благодарность слушателей. Очень плодотворна деятельность И. В. Климовского, как члена Всесоюзного общества «Знание». С тематическими лекциями он выступал в основном зимой, в период, свободный от полевых работ. При этом посетил самые отдалённые и труднодоступные улусы Республики Саха (Якутия). Его слушателями были люди самых разных профессий горняки, охотники, оленеводы, учителя, дорожники и др. Обо всём этом можно прочитать в разделе «На ниве образования и просвещения» (стр. 271–290).

И. В. Климовский признавался, что «Мерзлотка» (так с лёгкой руки журналистов стали называть Северо-Восточное отделение Института мерзлотоведения АН СССР, а затем и нынешний Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН) определила сущность его жизненного пути, стала «покровительницей профессиональной деятельности и домашнего очага». Иначе говоря, это был Большой дом с дружным многонациональным коллективом, в котором автор книги нашёл себя в самых разных ипостасях. И не случайно. Слава о коллективе «Мерзлотки» распространялась

далеко за пределы Якутии. Достаточно вспомнить знаменитый народный хор «Возрождение» - лауреат многих республиканских и всероссийских конкурсов хорового искусства (хор существует более 40 лет). Игорь Владимирович многие годы возглавлял профсоюзную организацию института, был членом партийного бюро, активно участвовал во всех производственных и общественных мероприятиях. Жизнь била ключом: спортивные соревнования, воскресники, обустройство дачных и садово-огородных участков, выезды за грибами и ягодами, на охоту и рыбалку, взаимопомощь в быту и на работе, авралы в экстремальных ситуациях на территории городка - всё это сплачивало людей, плодотворно сказывалось на эффективности научной работы. Недаром Институт награждён Орденом Трудового Красного Знамени. Недавно (в 2019 г.) Издательство Института мерзлотоведения выпустило книгу воспоминаний сотрудников о деятельности профсоюзной организации. Она дополнила и подтвердила сведения о жизни трудового коллектива «Мерзлотки», приведённые в разделе «Островок тепла на вечной мерзлоте» (стр. 291-329).

Биография И. В. Климовского была бы неполной, если бы отсутствовала глава о семье и семейных отношениях. «Тыл без фронта» — так назвал автор этот раздел своей книги (стр. 330—354). Я не раз был свидетелем трогательного отношения Игоря Владимировича к жене и детям. В квартире Климовских всегда были чистота и порядок, царила атмосфера взаимопонимания, самодисциплины и непоказной заботы о гостях и друг о друге. Знаю по себе, прожить в любви и согласии более полувека, поднять, воспитать и обустроить детей — совсем непросто! Прав Игорь Владимирович, написав: «семья — это испытания, всегда большие и серьезные». Но какое счастье иметь надёжный тыл — любимую жену-друга и внимательных, благодарных продолжателей рода — сына, дочь, внуков!

Мерзлотовед - очень редкая профессия. За всю историю развития науки и инженерного дела наберётся не более тысячи человек, которых можно отнести к этой категории специалистов, причём основную их часть составляют русскоязычные люди. И это не случайно! Россия - родина мерзлотоведения (геокриологии). Здесь создана мощная научная школа, которая обеспечила безопасное строительство важнейших инженерных сооружений и эффективное освоение стратегических природных ресурсов. Ею гордится наша страна, и Игорь Владимирович Климовский – достойный представитель этой школы. Его биография – яркий пример служения науке и Отечеству, в том числе своей малой Родине -Якутии. Уверен, что книга И. В. Климовского заинтересует и найдёт признание людей самого разного возраста, особенно молодёжи. Мне, человеку, далёкому от профессии литератора, иногда хочется выразить свои чувства, отношение к важным событиям, людям или явлениям природы не обычным языком, которым мы пользуемся в быту или на работе, а облечь их в какуюлибо образную форму, стихотворную, художественную и даже музыкальную. Книга И. В. Климовского возбудила множество воспоминаний-ассоциаций из моей личной жизни. По сути, по сюжетам они общие для всех

полевиков, но у нас, мерзлотоведов, есть определённая специфика. Её я попытался отразить в стихотворении, написанном по мотивам книги «Издалека, долго...».

Мы идём по вечной мерзлоте (И.В. Климовскому, коллеге и другу)

Где-то девушки ходят по пляжу босые, Утопают в цветущих садах города. Только нас провожают друзья и родные Каждый год, не туда, не туда.

Уезжаем, уходим в края, где метёт, Где туманом укрыты продрогшие дали. Если что... к нам на помощь никто не придёт. Мы замёрзшей Земле свою душу отдали.

Скоро кончится снег, и пройдёт ледоход, Загудят комары, зацветёт голубица, По великой реке поплывёт теплоход И вернутся домой повзрослевшие птицы.

Нам привычней в маршрут отправляться пешком – По курумам, моренам и по тукуланам, По болотам и грядам колымских едом, По сунтарским хребтам и аянам.

Нескончаем в горах внедорожный экстрим. Изнываем на наледном льду от жары. Проклинаем дожди. Даже ягельный дым Никого не спасает от туч мошкары.

Нам с тобою опять повезёт: Обнажатся подземные льды там, где надо, Не затопит шурфы, и костёр не зальёт, И найдётся сухой островок для отряда.

Да, в работе своей мы, конечно, рискуем. А что делать? Природа – наш Дом. В непогоду, бывает, о детях тоскуем, И жену виртуально целуем притом.

Нас не вспомнят, когда автотрассу откроют, Не отметят, когда газопровод сдадут. Позабудут, когда Тимптон перекроют, И награду за пройденный путь не дадут.

Но без нас не добудут руду и алмазы, Не построят плотины, дороги, мосты, Нам известны любые проказы И коварства сплошной мерзлоты.

Мы друзья неподвластной суровой природе, Мы свои на любой широте. От того нам не трудно в тяжёлом походе, Мы по вечной идём мерзлоте.

В. Р. Алексеев, доктор географических наук, профессор

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

- 1. Статьи в редакцию журнала «Наука и техника в Якутии» представляются в одном экземпляре на русском языке в печатном и электронном виде в программе Winword.
- 2. Рукопись должна быть напечатана на отдельных листах формата А4 через 1,5 интервала (шрифт Arial, размер 14) с полями: снизу, сверху и слева не менее 3 см, справа не менее 1,5 см. Переносы, автоформат и табуляция в статьях не допускаются.
 - 3. Статьи, представляемые в редакцию, должны быть окончательно проверены.
- 4. Объем статьи не должен превышать 10 12 страниц машинописного текста, включая рисунки и фотографии. На оборотной стороне рисунка или фотографии следует указать название статьи, номер иллюстрации и подпись к ней.
- 5. Рисунки необходимо оформлять в программе CorelDraw или файлами с расширением jpg. Не допускается представление рисунков в теле файлов Winword или выполненных в программах Word и Excel. Фотографии должны быть в оригинале (лучше цветные, хорошего качества). Разрешение изображения на цифровых и отсканированных фотографиях должно быть не менее 300 dpi.
- 6. Таблицы следует набирать в книжном формате, шрифтом Arial размером не более 10 и не менее 8. Объем таблицы не должен превышать одной страницы (вместе с заголовком, возможными сносками и примечаниями).
- 7. Подрисуночные подписи не должны входить в рисунок. Они набираются отдельным списком.
- 8. Литература, использованная при написании статьи, указывается после текста отдельным списком. Ссылка на литературу в тексте должна даваться в квадратных скобках, начинаться с № 1 и соответствовать номеру в списке литературы.
- 9. Учитывая научно-популярный характер журнала, статьи должны быть написаны простым и доступным для широкого круга читателей языком. Специальные термины и обозначения поясняются в сноске или тексте статьи.
- 10. Авторы после текста обязаны указать следующие сведения: фамилия, имя, отчество, почтовый и электронный адреса (для переписки), место работы, занимаемая должность, ученая степень, ученое звание, номер телефона (служебный и домашний), название рубрики журнала, а также обязательно предоставить свои фотографии (цветные, хорошего качества).
 - 11. Статья должна быть подписана всеми авторами.
- 12. Редакция имеет право производить редакционные изменения, не искажающие содержание статьи.
- 13. Все статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. Оригиналы статей авторам не возвращаются.

В случае невыполнения настоящих правил рукописи рассматриваться не будут. По всем вопросам оформления статей и предоставления их в редакцию журнала обращаться к секретарям редколлегии: Ольге Ивановне Алексеевой (раб. тел. 33-49-12) и Ольге Валерьевне Королёвой (раб. тел. 33-56-59).

Редакторы: Н. А. Устюжина, Л. А. Максименко. Компьютерная вёрстка и дизайн – А. А. Фёдорова, Л. Ю. Фёдорова.

Фото на 2-й странице обложки А. К. Климентовой. Фото на 4-й странице обложки Александра Дерсу. ИД 05324 от 9 июля 2001 г. Дата выхода в свет 05.12.2020 г. Формат 60х84 1/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 14,5. Тираж 500. Заказ № 108.

Адрес типографии: 677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, 36, ИМЗ СО РАН.

Издательство ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. 677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, 36, ИМЗ СО РАН.

