



Научно-популярный журнал

ISSN 1728-516X

НАУКА И ТЕХНИКА

в Якутии

№ 2 (37) 2019

12+



В номере:

РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Заболотник С. И. О роли снежного покрова в формировании температурного режима многолетнемерзлых пород

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Местников В. В., Местникова И. В. Рациональные типы фундаментов для малоэтажного строительства в криолитозоне

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАНИЦА

Макаров В. Н. Якутск в свинцовом плену

и многое другое



*Якутский технологический техникум сервиса им. Ю. А. Готовцева, г. Якутск.
Здание построено в 1977 г.*

НАУКА и ТЕХНИКА в Якутии

№ 2 (37) 2019

Научно-популярный журнал

Издается с 2001 г.

Выходит 2 раза в год

12+

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:

Матвеев Андрей Иннокентьевич, д.т.н., акад. АН РС(Я), Академия наук РС(Я), г. Якутск;

Данилов Юрий Георгиевич, к.б.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;

Королева Ольга Валерьевна, к.г.-м.н., Ин-т геологии алмаза и благородных металлов 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 СО РАН, г. Новосибирск;

Козлов Валерий Игнатьевич, д.ф.-м.н., Ин-т космофизических исследований и аэронауки им. Ю. Г. Шафера 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;

Неуструев 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;

Платонов Фёдор Алексеевич, д.м.н., НИИ здоровья СВФУ, 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., Якутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Якутск;

Соломонов Никита Гаврилович, чл.-кор. РАН, Ин-т биологических проблем криолитозоны 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;

Ширина Данара Антоновна, д.и.н., проф., Ин-т гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, г. Якутск.

Журнал включен в РИНЦ, в «Реферативный журнал» и базы данных ВИНТИ 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.

В НОМЕРЕ:

РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 3 **Заболотник С. И.** О роли снежного покрова в формировании температурного режима многолетнемерзлых пород

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 8 **Местников В. В., Местникова И. В.** Рациональные типы фундаментов для малоэтажного строительства в криолитозоне

ОТКЛИКИ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

- 11 **Герасимов Ю.** Мои первые впечатления о журнале

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ

- 12 **Винокурова У. А., Штаммлер-Госсманн А., Готовцев С. П., Романова О. Д.** Люди на мерзлотных ландшафтах
16 **Лепов В. В.** Целостность и ресурс: аспекты международного сотрудничества

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАНИЦА

- 21 **Макаров В. Н.** Якутск в свинцовом плену
30 **Ахременко А. К.** Таёжные и снежные медведи

ФИЛОСОФИЯ

- 35 **Кожевников Н. Н.** Экспликация основных атрибутов бытия на основе системы координат мира

СВЯЗЬ ВРЕМЁН

- 40 **Сулейманов А. А.** Исследование Российской Арктики в 30-е гг. XX в.: научные поиски и трагедии судеб
46 **Голоков В. А.** История становления и развития Иркутско-Якутского почтового тракта: хронология событий. Часть 1 (1698–1815 гг.)

СОВЕЩАНИЯ, КОНФЕРЕНЦИИ, ЗАСЕДАНИЯ

- 50 **Иванова Р. Н.** Память о корифее мерзлотоведения

НАУЧНАЯ СМЕНА

- 53 **Лаптева О. И., Егорова Г. Н.** О международном инженерном чемпионате «CASE-IN»

ЭТО ИНТЕРЕСНО

- 57 **Лепов В. В.** Ошибка Эйнштейна. Часть 1. Тёмная энергия и тёмная материя

ВЫДАЮЩИЕСЯ ДЕЯТЕЛИ НАУКИ И ТЕХНИКИ ЯКУТИИ

- 63 **Прокопьев А. В., Третьяков Ф. Ф., Тимофеев В. Ф., Королева О. В.** Константин Борисович Мокшанцев: к столетию со дня рождения
66 **Заболотник С. И., Климовский И. В., Самсонова В. В.** Выдающийся исследователь в области региональной геофизиологии
71 **Колодезников И. И., Саввинов Г. Н.** Путь большого учёного
78 **Дмитриева В. С.** Полвека в сфере высшего образования
82 **Исаев А. П., Кардашевская В. Е., Кривошапкин К. К.** Слово об учителе

ЭТО АКТУАЛЬНО

- 85 **Шепелёв В. В., Корнилова Т. И., Готовцев С. П.** О новом перспективном направлении в использовании подземных вод Якутии
88 **Михайлов В. М.** Откуда вода под камнями?

МУЗЕИ И ЗАПОВЕДНИКИ ЯКУТИИ

- 94 **Гоголева Н. К.** Роль музеев в культурно-образовательном пространстве (на примере Дома-музея «Якутская ссылка»)

НАШ ЛЕКТОРИЙ

- 98 **Алексеев В. Р.** Этот загадочный обыкновенный лёд

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

МИР ВОКРУГ НАС

- 108 **Турбина М. И.** Страсти по бозону Хиггса. Часть 2. Долгий путь к бозону Хиггса. Продолжение

РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ

- 115 **Алексеева О. И.** Весомый вклад в развитие северной гидротехники

НОВЫЕ КНИГИ

 Стр. 15, 45, 49, 62, 77, 81, 84, 93, 97, 116

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

 Стр. 20, 29, 34, 39, 52, 56, 70, 87

О РОЛИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ФОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МНОГОЛЕТНЕМЁРЗЛЫХ ПОРОД

С. И. Заболотник

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10030



**Станислав Иванович
Заболотник,**

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории общей геокриологии Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск

Изучение особенностей формирования температурного режима и мощности многолетнемерзлых пород (ММП) в различных регионах страны является одним из основных направлений мерзлотоведения (геокриологии). Среди множества факторов, оказывающих существенное влияние на эти показатели, особое место занимает снежный покров. Многолетние стационарные исследования его роли в этих процессах были проведены в конце прошлого столетия А. В. Павловым в Центральной Якутии [1, 2] и автором данной статьи в зоне БАМа [3]. В текущем столетии проводятся лишь эпизодические измерения его отдельных параметров [4].

В связи с тем, что в ближайшей перспективе планируется промышленное освоение арктических районов страны, возникла необходимость объяснить, почему в Красноярском крае, в 180 км севернее полярного круга, широко распространены талики. Мной предпринята такая попытка, основываясь на результатах своих работ на крайнем северо-западе Среднесибирского плоскогорья, а также на многолетних наблюдениях Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН в Центральной Якутии и в зоне БАМа.

Район исследований находится севернее 68 параллели, в 60 км от устья р. Хантайки (рис. 1). В этом месте она прорезает хр. Большой, образуя Большой Хантайский порог. В геологическом строении района принимают участие главным образом карбонатные породы ордовика, представленные толщей серых и тёмно-серых толстоплитчатых и массивных известняков, перемежающихся с пачками доломитизированных известняков [6].

Карбонатные породы прорваны пластовой интрузией габбро-диабазов пермь-триасового периода, образующей хр. Большой. Коренные породы на большей части территории покрыты комплексом четвертичных отложений (рис. 2).

Несмотря на то, что район исследований находится на Крайнем Севере, здесь преобладает лесная растительность. Чаще всего она распространена на положительных формах рельефа и представлена главным образом редкостойными разновидностями лиственничников, реже – березняков. Приблизительно 20–25 % площади занимают различные типы болот. Почвы относятся к подзолистому и болотному типам. Подзолистые почвы характеризуются слабым расчленением на горизонты, свидетельствующем о малой интенсивности процесса подзолеобразования. Для болотных почв характерны оглеенные и глеевые горизонты [7, 8].

Проведённые исследования показали, что регион относится к зоне с островной криолитозоной, а



Рис. 1. Фрагмент карты района исследований [5]

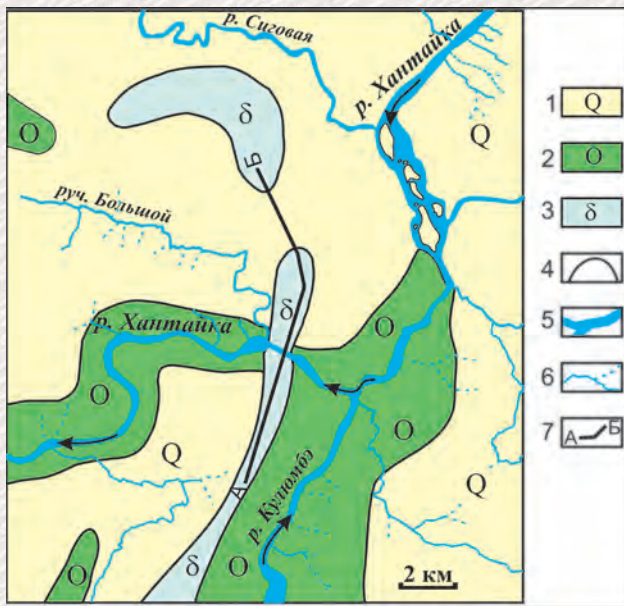


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района исследований (составлена по материалам Ленгидропроекта).

- 1 – четвертичные отложения: пески, супеси, суглинки, галька и гравий; 2 – известняки; 3 – интрузии габбро-диабазов; 4 – стратиграфические границы; 5 – реки; 6 – ручьи и временные водотоки; 7 – линия профиля

многолетнемёрзлые породы занимают лишь около 60 % его территории. Талики находятся под руслами рек и речек, в их поймах, под озёрами и в заболоченных понижениях всех элементов макро- и мезорельефа.

Наиболее детально были изучены участки по профилю А – Б, который задан вдоль хр. Большого на 12,5 км от левого берега р. Хантайки, пересекает её и продолжается по правому берегу в северном направлении, захватывая понижение между частями хребта (см. рис. 2). Исследовались главным образом четвертичные отложения, которые небольшим слоем (от 3 до 13 м) перекрывают коренные породы. Лишь в северной части хребта толщина четвертичных отложений возрастает до 14–35 м.

На возвышенных залесённых участках левого берега с отметками выше 65 м ни одна из выработок не вскрыла многолетнемёрзлые породы. Все понижения на габбро-диабазе заполнены песчано-гравийно-галечными отложениями мощностью от 5 до 10 м. Местами они покрыты тонким слоем (от 0,5 до 3 м) супеси. Вершина покрыта маломощным слоем (до 1 м) морены. Влажность отложений изменяется от 15 до 35 %, а глубина сезонного промерзания – от 0,8 до 1,2 м. Отсутствие ММП, очевидно, обусловлено тем, что в летнее время данные отложения хорошо дренируют осадки и тёплая вода проникает вплоть до скального ложа. Кроме того, лесная растительность препятствует ветровому переносу снега, который накапливается и предохра-

няет грунты от сильного охлаждения в зимнее время. О состоянии скальных пород, не перекрытых рыхлыми отложениями, можно судить, только исходя из теоретических предпосылок. Крутые безлесные склоны, с которых сдувается снег, подвергаются зимой сильному охлаждению и глубокому промерзанию. В летнее время, наоборот, незащищённые растительностью скалы, обладая большой теплопроводностью, хорошо прогреваются. Поскольку коренные породы практически не содержат ледяных включений (только в трещинах), то всё поступающее тепло идёт на прогревание породы, поэтому на крутых склонах хребта происходит глубокое сезонное промерзание и протаивание пород. Что касается наличия ММП, то фактических данных нет. Тем не менее, исходя из того, что многолетняя средняя годовая температура воздуха в районе изменяется от –8,7 до –9,6 °С и зимний период в два раза продолжительнее летнего [9], мы полагаем, что на таких участках наверняка распространены многолетнемёрзлые породы, и достаточно большой мощности.

Совсем другие условия наблюдались на участках, прилегающих к р. Хантайке. Там расположены пологие залесённые склоны хребта, возвышающиеся на 50–60 м над урезом воды в реке. Буровыми работами здесь были вскрыты маломощные (от 1,5 до 10 м) мёрзлые супесчано-суглинистые отложения с галькой и линзами песка, подстилаемые габбро-диабазом. Встречаются болотные понижения, заполненные торфом. Льдистость грунтов изменяется от 20 до 65 %, а температура – от минус 0,1 до минус 0,5 °С. Глубина сезонного протаивания в торфяниках составляет 0,3–0,4 м, а в супесчано-суглинистых грунтах достигает 1,0 м.

Мощность ММП не была установлена, так как глубокие скважины в габбро-диабазе, пробуренные ранее изыскателями, были заполнены водой. Судя по близким к нулю отрицательным температурам в поверхностных отложениях, она вряд ли превышает 15–20 м. Косвенным подтверждением этому является то, что, согласно замерам температуры воды в скважине 2, она неуклонно повышается от 0 °С на глубине 20 м до +4,1 °С – на глубине 80 м.

Склоны хребта, примыкающие к руслу р. Хантайки, характеризуются большим углом наклона (от 60 до 90°), полным отсутствием рыхлых отложений и растительности. Правобережная часть хр. Большого наиболее высокая. Её поверхность возвышается на 70–105 м над межленным уровнем воды в реке. Пониженная его часть (70–90 м) сверху перекрыта маломощной толщей делювия (от 2 до 6 м), представленного супесями и суглинками, подстилаемыми 1,0–1,5-метровым слоем галечников с валунами. Все выработки в покровном слое на этом участке вскрыли мёрзлые толщи, температура которых близка к 0 °С, а сезонное протаивание изменяется от 0,65 до 1,05 м. В верхней части (до 2,0–2,5 м) ММП содержат значительное количество льда (20–30 % от общего объёма отложений). Подстилающие коренные породы, по-видимому, также проморожены, но на небольшую глубину. По нашим оценкам, мощность ММП не превышает 10–15 м.

Возвышенная часть хребта не перекрыта рыхлой толщей и не залесена. Непосредственных наблюдений здесь не проводилось. Можно предположить, что как и на крутых оголённых склонах, в таких местах распространены ММП, и достаточно большой мощности.

Понижение хребта в северной его части заполнено отложениями IV надпойменной террасы, возвышающейся над урезом реки на 43–60 м (рис. 3). Её поверхность слабо расчленена ручьями, встречаются также озёрно-болотные понижения с торфяными буграми пучения. Терраса сложена тонко- и мелкозернистыми песками, супесями и суглинками. Непосредственно на коренном ложе залегает морена и песчано-галечниковые отложения с валунами. В растительном покрове преобладают редкостойный лиственничник и багульниковый смешанный лес. Этот участок характеризуется большим разнообразием мерзлотных условий. В его пределах широко распространены как мёрзлые, так и талые породы.

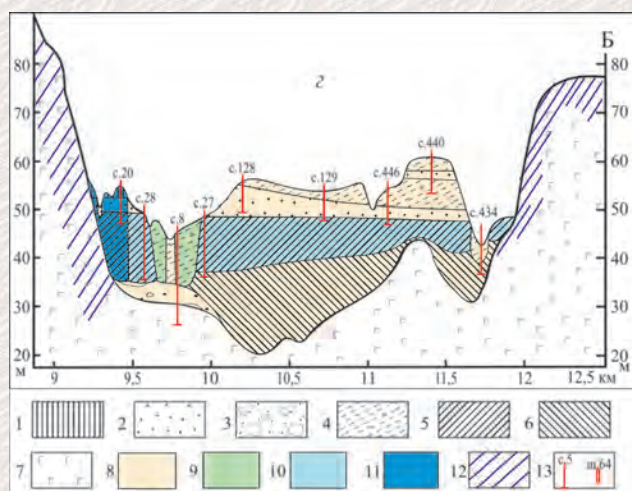


Рис. 3. Мерзлотно-литологический разрез впадины в северной части хр. Большого.
 Состав отложений и коренных пород: 1 – торф и торфяно-болотные отложения; 2 – песок; 3 – галька и гравий; 4 – супесь; 5 – суглинок; 6 – морена; 7 – габбро-диабазы. Температура отложений, °С: 8 – выше 0; 9 – от 0 до –0,5; 10 – от –0,5 до –1,0; 11 – ниже –1; 12 – возможно наличие ММП. 13 – места заложения скважин

Наиболее низкие температуры грунтов (до –1,2 °С) установлены вблизи примыкания к северному склону хребта под торфяными буграми, где подстилающие их суглинки заморожены до глубины 19,5 м. Сравнительно низкие температуры и относительно большая мощность многолетнемёрзлых пород обусловлены почти полным сдуванием снежного покрова. Под минеральными буграми мощность многолетнемёрзлых пород не превышала 14 м, а температура их изменялась от –0,5 до –0,6 °С. Составляющие большую часть разреза суглинки содержат значительное количество льда, в распределении которого отмечена следующая закономер-

ность. В верхней части многолетнемёрзлой толщи (до 2,7 м) лёд наблюдался в виде гнёзд кристаллов, линз и тонких прожилок и занимал от 25 до 50 % её объёма. В интервале 2,7–9,8 м ледяные включения состояли из частых и мощных прослоев, а льдистость грунтов достигала 70–90 %. В нижних горизонтах встречались только редкие гнёзда и одиночные кристаллы льда, а льдистость суглинков уже не превышала 10–15 %.

В супесчаных отложениях наблюдалась примерно аналогичная картина. Пробуренная Ленгидропроектом скважина 8 под тонким слоем (0,2 м) торфа до глубины 10 м вскрыла мёрзлые льдистые супеси, температура которых составляла –0,4 °С.

Наибольший интерес в геокриологическом отношении представляет центральная часть понижения. Здесь под переслаивающимися супесчаными и песчаными отложениями мощностью от 6 до 12,5 м обнаружен прослой мёрзлых суглинков толщиной от 4 до 11 м, температура которого изменялась в интервале от –0,5 до –1,0 °С (см. рис. 3). Вся толща многолетнемёрзлых пород на этом участке залегает на талых песчано-гравийных и моренных отложениях, содержащих большое количество валунов. Лишь на участках непосредственного примыкания к склонам хребта она опирается на коренные породы, температура которых близка к 0 °С.

Как во время проведения исследований, так и при обработке результатов, основной темой дискуссии был вопрос: почему в районе, расположенном гораздо севернее полярного круга, наблюдается маломощная и островная мерзлота? Особый интерес к этому был обусловлен тем, что на окружающих более южных территориях установлены большие мощности многолетнемёрзлых пород. Так, в пос. Ермаково, расположенном на широте Северного полярного круга, и немного севернее, на левобережье Енисея (в верховьях р. Бол. Хеты), обнаружены многолетнемёрзлые породы мощностью от 415 до 560 м (рис. 4). Кроме того, на аналогичных широтах в Западной Сибири было установлено сплошное распространение многолетнемёрзлых пород, а их мощность на различных участках изменялась от 150 до 450 м [10, 11].

Документальное объяснение этому мы нашли лишь тогда, когда занялись изучением влияния снежного покрова на подстилающие грунты. Анализ наблюдений за высотой снежного покрова на метеостанциях региона показал, что он оказывает решающую роль в формировании температурного режима подстилающих грунтов. Влияние снежного покрова в значительной степени определяется его плотностью. Например, на побережье Северного Ледовитого океана благодаря сильному ветровому воздействию при отсутствии лесной растительности средние плотности снега максимальны и достигают 0,30–0,35 г/см³ [12]. Поэтому его утепляющее влияние невелико и составляет около 1 °С на каждые 25 см снега (рис. 5, линия 3). При небольших значениях плотности снежного покрова (0,14–0,19 г/см³), наблюдаемых в пределах Среднесибирского плоскогорья и в некоторых горных котловинах, его влияние весьма значительно. Даже при 20-сантиметровой толщине снежного



Рис. 4. Мощность многолетнемерзлых пород в районе исследований

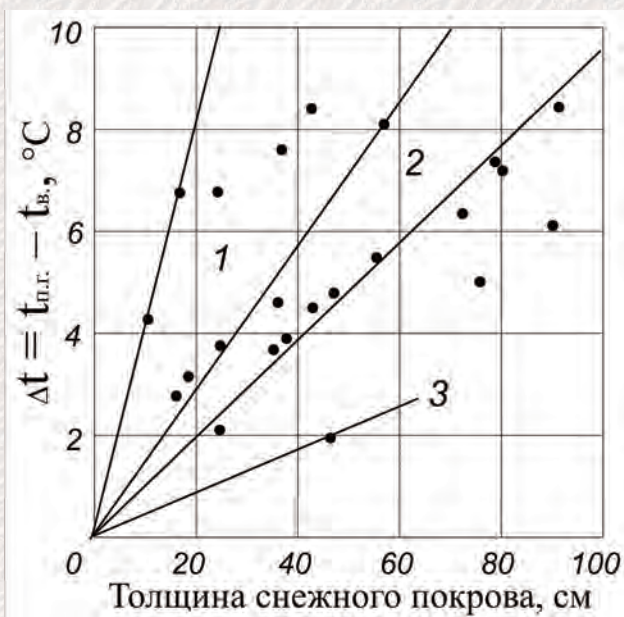


Рис. 5. Влияние снежного покрова различной плотности и толщины на температуру подстилающих грунтов.

Δt – разница между средними годовыми температурами поверхности грунтов ($t_{г.г.}$) и воздуха ($t_в.$). Средняя плотность снежного покрова, г/см³: сектор 1 – 0,14–0,19; сектор 2 – 0,22–0,25; сектор 3 – 0,30–0,35

покрова средняя годовая температура на поверхности грунтов может быть на 8 °С выше температуры воздуха (рис. 5, сектор 1).

В районе исследований наибольшая за зиму высота снежного покрова изменяется от 100 до 150 см (рис. 6), достигая в заносах до 200 см и более, а средняя его плотность составляет 0,22–0,25 г/см³ [12]. Под таким снежным покровом температура подстилающих грунтов должна быть на 9–10 °С выше температуры воздуха (рис. 5, сектор 2). Поэтому даже при столь низких средних годовых температурах воздуха, изменяющихся по многолетним данным наблюдений на близрасположенных метеостанциях Игарка и Потапово от –8,7 до –9,6 °С [9], возможно широкое распространение таликов, а также вполне объяснимы очень небольшие мощности многолетнемерзлых пород.

Подтверждение очень сильного тепляющего влияния снежного покрова на подстилающие грунты мы получили также во время 3-4-годичных ежесуточных наблюдений на стационарах Зейск и Этеркан, расположенных на восточном участке трассы Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. На этих стационарах измерения температуры проводились как непосредственно на поверхности снежного покрова, так и под ним, 4 раза в сутки в стандартные метеорологические сроки: 01, 07, 13 и 19 часов. Было установлено, что при средней зимней плотности снежного покрова, составляющей 0,15–0,16 г/см³, максимальное тепляющее влияние

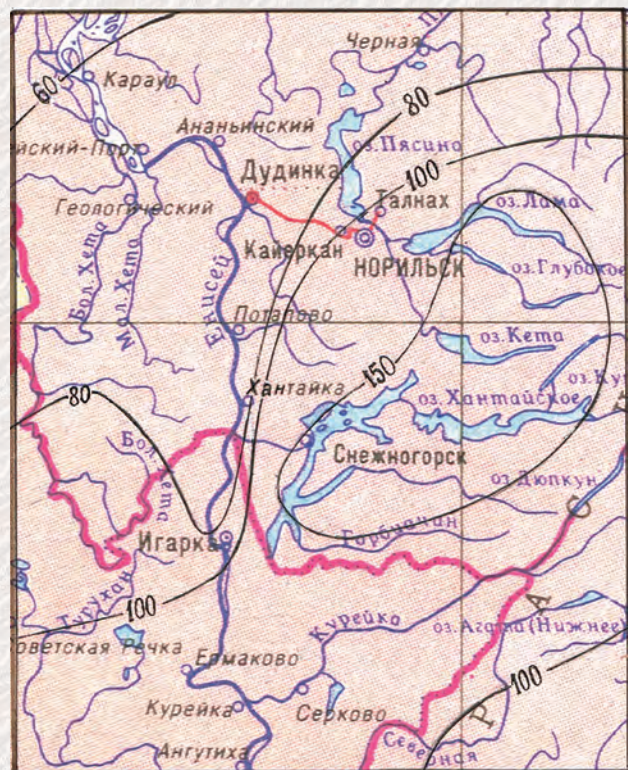


Рис. 6. Средние многолетние значения из наибольших декадных высот снежного покрова (см). Нанесены на карту по Справочнику [12]

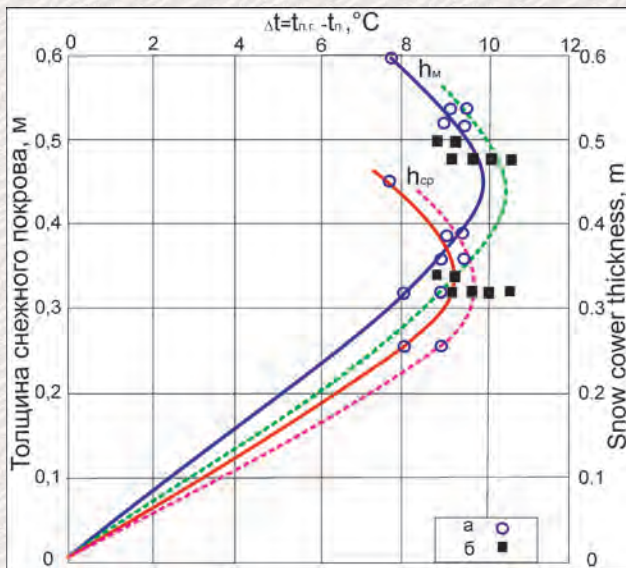


Рис. 7. Зависимость отепляющего влияния снежного покрова от его максимальной (h_m) и средней за зиму (h_{cp}) толщины на площадках стационаров Зейск (а) и Этеркан (б).

Δt – разность между температурами под снегом (на поверхности грунта – $t_{п.г.}$) и на поверхности снежного покрова ($t_{п.с}$)

(около 10 градусов) происходит тогда, когда его высота достигает 45 см (рис. 7). При дальнейшем увеличении высоты снежного покрова его теплоизоляционная способность уменьшается, так как снег уплотняется, а его плотность возрастает до 0,17–0,18 г/см³ [3].

В связи с тем, что максимальная толщина снежного покрова иногда бывает всего несколько дней за сезон, она не может быть надёжным показателем, по которому следует оценивать его отепляющее влияние. Поэтому для этих стационаров были определены средние за зиму его мощности, которые позволяют дать общую оценку влияния снежного покрова на формирование температурного режима подстилающих грунтов.

При средней за зиму толщине снежного покрова до 30 см средняя годовая температура на поверхности мохового покрова и грунтов повышается на 9,0–9,5 °С или по 3,0–3,2 °С на каждые 10 см. При толщине снега 30–40 см происходит как некоторое увеличение его отепляющего влияния, так и уменьшение, в среднем достигающее 8,5–9,7 °С. При возрастании средней мощности снега до 45 см его отепляющее влияние уменьшается до 7,5–8,5 °С (рис. 7).

Таким образом, на основании анализа результатов детальных стационарных наблюдений выявлены основные закономерности формирования температурного режима грунтов в долине р. Хантайки, расположенной в 180 км севернее полярного круга. Несмотря на то, что многолетняя средняя годовая температура воздуха в районе исследований изменяется от –8,7 до –9,6 °С, в его пределах установлено островное распространение многолетнемёрзлых пород, и они занимают около 60 %

территории. Талики обнаружены на всех участках, где наблюдается повышенное снегонакопление.

Основной причиной такого феномена является то, что высота снежного покрова достигает 100–150 см, а иногда и более. Подобное мощное снежное покрывало настолько сильно предохраняет грунты от зимнего охлаждения, что под ним многолетнемёрзлые породы не образуются. Средняя годовая температура подстилающих грунтов на таких участках становится на 6–10 и более градусов выше температуры воздуха. Как правило, многолетнемёрзлые породы отмечаются на возвышенных, частично или полностью лишённых растительности участках, с которых снег сдувается ветром. Кроме того, они распространены на тундровых заболоченных пространствах, где снег под воздействием ветра значительно уплотняется и существенно теряет свои теплоизоляционные свойства.

Список литературы

1. Павлов, А. В. Теплообмен почвы с атмосферой в северных и умеренных широтах территории СССР / А. В. Павлов. – Якутск : Кн. изд-во, 1975. – 302 с.
2. Павлов, А. В. Расчёт и регулирование мерзлотного режима почвы / А. В. Павлов. – Новосибирск : Наука, 1980. – 240 с.
3. Заболотник, С. И. Роль напочвенных покровов в формировании температуры грунтов на северо-востоке Амурской области / С. И. Заболотник // Наука и образование. – 2014. – № 3 (75). – С. 82–87.
4. Алексеев, В. Р. Притяжение мёрзлой земли / В. Р. Алексеев. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2016. – 538 с.
5. Малый атлас СССР. Фрагмент карты «Красноярский край (север), Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийский (север) национальные округа, м-б 1:8 000 000». – М. : ГУГК СССР, 1973. – С. 56–57.
6. Инженерная геология СССР. Том 3. Восточная Сибирь. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 657 с.
7. Тыртиков, А. П. Влияние растительного покрова на промерзание и протаивание грунтов / А. П. Тыртиков. – М. : Изд-во МГУ, 1969. – 192 с.
8. Тыртиков, А. П. Динамика растительного покрова и развитие вечной мерзлоты в Западной Сибири / А. П. Тыртиков. – М. : Изд-во МГУ, 1974. – 199 с.
9. Справочник по климату СССР. Часть II : Температура воздуха и почвы. Вып. 21 : Красноярский край и Тувинская АССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1967. – 504 с.
10. Карпов, Е. Г. Состояние криолитозоны Изгарского района Енисейского Заполярья / Е. Г. Карпов, Е. Л. Барановский. – Якутск : Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 1999. – 90 с.
11. Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э. Д. Ершова. – М. : Недра, 1989. – 454 с.
12. Справочник по климату СССР. Часть IV : Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Вып. 21 : Красноярский край и Тувинская АССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 404 с.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ФУНДАМЕНТОВ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В КРИОЛИТОЗОНЕ

В. В. Местников, И. В. Местникова

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10031



**Владимир Владимирович
Местников,**

*кандидат технических наук, доцент кафедры
промышленного и гражданского
строительства Инженерно-
технического института
Северо-Восточного
федерального университета
им. М. К. Аммосова (СВФУ),
г. Якутск*



**Ия Владимировна
Местникова,**

*аспирант СВФУ,
г. Якутск*

Разработка рациональных типов фундаментов является одной из актуальных задач в области фундаментостроения, особенно в сложных природно-климатических районах. К подобным районам относится практически вся территория Республики Саха (Якутия), с её резко континентальным климатом, сплошным распространением многолетнемерзлых грунтов и сложной транспортной схемой для доставки материалов. Здесь устройство фундаментов отличается от центральной части России высокой трудоёмкостью и стоимостью. Как известно, мощность криолитозоны в районе г. Якутска в среднем составляет 250–350 м, средняя годовая температура грунтов изменяется от –0,5 до –2,7 °С для супесей и от –1 до –4 °С для суглинков [1].

При использовании многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований по первому принципу, т. е. с сохранением их в мерзлом состоянии в процессе строительства и всего периода эксплуатации зданий, широкое применение получили столбчатые, свайные и поверхностные вентилируемые фундаменты на подсыпках [2]. Наиболее распространёнными видами фундаментов для каменных зданий в г. Якутске являются свайные фундаменты, устанавливаемые, в основном, буроопускным способом. В последнее время стали часто использовать также буронабивные свайные фундаменты. Однако свайные фундаменты имеют следующие основные недостатки:

1) буроопускные – высокая стоимость свай, большой объём буровых работ, вероятность выпучивания свай и др.;

2) буронабивные – большой объём буровых работ; повышенная материалоемкость; отсутствие надёжных методов контроля качест-

ва ствола свай, особенно в деятельной слое, где происходят фазовые переходы «вода – лёд»; необходимость электропрогрева верхней части свай при производстве работ в зимнее время и др.

Согласно СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88» железобетонные конструкции, расположенные в сезоннооттаивающем слое грунтов и подвергающиеся попеременному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии при расчётной температуре наружного воздуха ниже –40 °С, должны иметь класс бетона по прочности на сжатие не ниже В35, по морозостойкости не ниже F400 и водонепроницаемости W10 [3]. Следовательно, для буроопускных и буронабивных свай используется дорогостоящий бетон с требуемыми характеристиками на всю длину свай, хотя по своду правил данные характеристики необходимы только для сезоннооттаивающего слоя.

Исходя из вышеизложенного, нами предлагается применять сборно-монолитные сваи, предусматривающие сочетание буроопускного и буронабивного способов устройства фундаментов. Сборно-монолитная свая состоит из двух частей (рис. 1). Верхняя часть выполнена из предварительно изготовленной железобетонной конструкции с арматурными выпусками (1), нижняя – монолитная – устраивается в слое многолетнемерзлых грунтов. В деятельном слое предварительно пробуренной скважины устанавливается верхняя сборная железобетонная часть сваи (1), отвечающая требованиям СП 25.13330.2012 для сезоннооттаивающего слоя, с арматурными выпусками. Для закрепления верхней

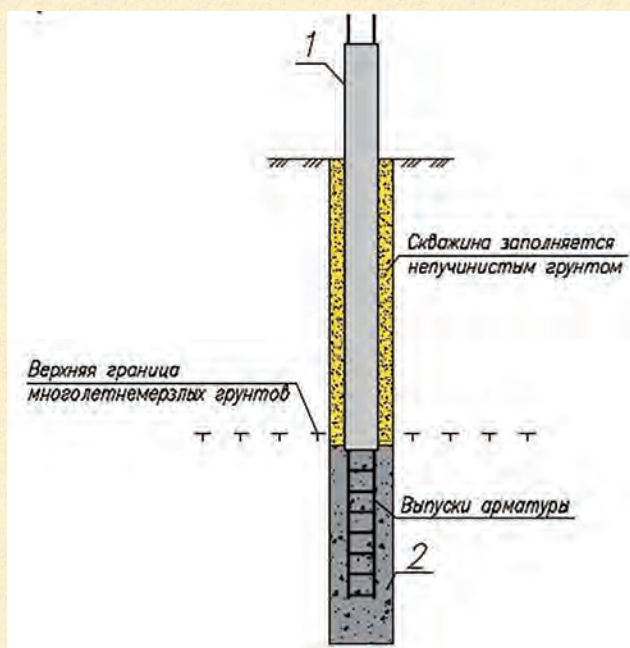


Рис. 1. Сборно-моноклитная свая:
1 – сборная часть с арматурными выпусками;
2 – моноклитная часть

части таких свай (1) в проектном положении применяют инвентарные хомуты (кондуктора). Нижняя моноклитная часть свай (2) в слое многолетнемерзлых грунтов заливается бетоном, класс прочности которого принимается согласно расчётам. Ствол скважины в дежельном слое заполняется непучинистым грунтом.

Несущая способность таких свай определяется как сумма несущей способности за счёт сил смерзания по боковой поверхности свай и по их торцу. Повышение несущей способности подобных свай по сравнению с традиционными буроопускными сваями происходит за счёт увеличения площадей бокового смерзания и торца в их нижней моноклитной части.

Наибольшая эффективность применения сборно-моноклитных свай достигается при проектировании малозаглубленных фундаментов. Как известно, малозаглубленные фундаменты наиболее подвержены воздействию сил морозного пучения. При расчёте таких фундаментов учитывается не только несущая способность свай, но и их сопротивление силам морозного пучения. В большинстве случаев из-за того, что по расчётам сваи не выдерживают воздействия данных сил, их длину увеличивают, что приводит к значительному удорожанию стоимости устройства фундаментов. В нашем случае нижняя моноклитная часть придаёт сборно-моноклитной свае форму перевёрнутого болта и тем самым надёжно закрепляет её в слое многолетнемерзлых грунтов, значительно увеличивая тем самым сопротивление воздействию силам морозного пучения.

Сборно-моноклитные сваи были применены в г. Якутске при устройстве фундаментов двухэтажного жилого дома с размерами в плане 12х9 м по ул. По-

крышкина, д. 9/2 (рис. 2). Всего было изготовлено и установлено 12 свай. Следует иметь в виду, что при наличии некоторых навыков сборную часть сваи можно делать на строительной площадке. Это особенно важно для индивидуальных застройщиков (рис. 3). Длина сборной части свай составляет 4 м, а сечение 30х30 см [3]. При их армировании необходимо руководствоваться положениями РМ 2-77 [4]. Согласно этим рекомендациям рабочая арматура должна быть класса А400 диаметром 16 мм, а поперечная арматура – класса А240 диаметром 8 мм в верхней части свай длиной 2,6 м, с шагом 100 мм, ниже – 200 мм.



Рис. 2. Фундамент из сборно-моноклитных свай



Рис. 3. Изготовление сборной части свай в построчных условиях

Заметим, что масса сборной части сборно-моноклитных свай составляет всего 0,9 т, что может привести к значительной экономии на транспортных расходах при строительстве зданий в районах Центральной Якутии, где нет заводов по производству сборного железобетона. При установке свай можно применять краны небольшой грузоподъёмности, например краны-манипуляторы (рис. 4). С их помощью сваи можно доставлять на строительную площадку и устанавливать, т. е. нет необходимости в использовании тяжёлой техники для их перевозки.



Рис. 4. Установка сборной части сваи при помощи крана-манипулятора

Площадка жилого дома по ул. Покрышкина, д. 29/2 сложена верхнечетвертичными аллювиальными отложениями, которые представлены супесями и песками пылеватыми, мелкими и средней крупности. Температура мёрзлых пород на глубине нулевых годовых амплитуд составляет минус 2,5 °С, а нормативная глубина их сезонного оттаивания равна 2,8 м. Нами был выполнен расчёт несущей способности грунтов для трёх вариантов свайных фундаментов: традиционные буропускные, буронабивные и предлагаемые сборно-монолитные сваи (таблица). Расчёты проведены согласно требованиям СП 25.13330.2012.

Несущая способность свай

Местоположение сваи под зданием	Длина (марка) сваи		
	Несущая способность сваи, т		
Требуемая нагрузка на сваю, т	буропускные сваи	буронабивные сваи, 650 мм	сборно-монолитные сваи
Под серединой 69 т	СМ8 – 30 88,8	L = 4,9 м 78,53	L = 4,7 м 71,96
Под краем 52,6 т	СМ8 – 30 79,87	L = 5,3 м 82,72	L = 4,8 м 68,06
Под углом 28 т	СМ8 – 30 79,87	L = 5,3 м 82,72	L = 4,8 м 68,06

Как следует из таблицы, несущая способность буропускных и буронабивных свай намного превосходит требуемую, так как длина свай принята из условия сопротивления силам морозного пучения. Сборно-монолитные сваи под краем и углом здания приняты из условия минимальной глубины заложения свайных фундаментов $d_{fn} + 2$ м [3].

Расчёт сметной стоимости выполнен на программном комплексе «Адепт: Управление строительством» ресурсным методом согласно указаниям МДС 81-35.2004 [5]. Стоимость материальных ресурсов и планово-расчётные цены эксплуатации строительных машин и механизмов приняты по данным ГАУ «Региональный центр



Рис. 5. Стоимостные показатели вариантов конструктивных решений фундаментов по статьям затрат

Республики Саха (Якутия) по ценообразованию в строительстве» [6]. Прожиточный минимум для расчёта фонда оплаты труда строителям принят согласно Постановлению Правительства Республики Саха (Якутия) № 74 от 29 марта 2018 г. [7] (рис. 5).

Сметная стоимость устройства свайного поля из буропускных свай составила 440 219 руб., буронабивных – 587 046 руб., а сборно-монолитных – 323 996 руб. Стоимость установки одной буропускной сваи СМ 8-30 составила 36 685 руб., буронабивной диаметром 650 мм – 48 921 руб., а сборно-монолитной – 27 000 руб. Общий экономический эффект устройства фундаментов из сборно-монолитных свай по сравнению с буропускными составил 116,223 тыс. руб., а по сравнению с буронабивными – 263,050 тыс. руб.

Таким образом, использование сборно-монолитных свай в качестве фундаментов малоэтажных зданий в криолитозоне позволяет достичь значительного экономического эффекта за счёт снижения стоимости фундаментов, сокращения сроков строительства и экономии материалов. Помимо этого, существенно повышается качество строительства, поскольку верхняя часть сборно-монолитных свай изготавливается в заводских условиях, ведётся тщательный приёмочный контроль, т. е. в деятельном слое, где железобетонные конструкции наиболее подвержены разрушению, устанавливается качественный материал, без раковин и трещин, что не может быть гарантировано при буронабивном способе устройства свайных фундаментов.

Список литературы

1. О проблемах градостроительства в криолитозоне (на примере Якутска) / О. И. Алексеева, В. Т. Баболова, М. Н. Григорьев [и др.] // Криосфера Земли. – 2007. – Т. XI, № 2. – С. 76–83.
2. Гончаров, Ю. М. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по строительным специальностям / Ю. М. Гончаров // Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова. – Якутск : Изд-во ИМЗ СО РАН, 2016. – 406 с.
3. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. – М., 2012. – 63 с.

4. РМ 2-77. Индустриальные строительные изделия для жилищного и гражданского строительства на территории Якутской АССР. Сборные железобетонные фундаменты, Альбом № 2. – Якутск : Якутгражданпроект, 1961.

5. МДС 81–35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – М. : Госстрой России, 2009. – 44 с.

6. Информационный вестник. – Якутск : ГУП РЦЦС, 2016. – Вып. 4 (17). – 169 с.

7. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) № 74 от 29.03.2018 «Об установлении величины прожиточного минимума на душу населения и по основным социально-демографическим группам населения Республики Саха (Якутия) за IV квартал 2017 года».



МОИ ПЕРВЫЕ ВПЕЧАТЛЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

С журналом «Наука и техника в Якутии» я познакомился летом 2019 г. Если честно, то я даже не знал, что такой журнал существует, а ведь он издаётся давно – почти 20 лет.

Когда я взял в руки один из номеров журнала за 2018 г., то подумал, что ничего необычного в нём нет. Но когда я начал его читать, то понял, что материал иногда сложен, но в то же время очень интересен. Я почувствовал себя, как на разборе какой-нибудь задачи. Однако такие рубрики, как «Международные связи» и «Выдающиеся деятели науки и техники Якутии», читались легко и приятно.

После ознакомления с этим номером журнала я стал искать другие. Нашёл ещё один – за 2007 г. Оказалось, что с того времени качество и содержание журнала осталось на таком же высоком уровне.

Чуть позже мной были найдены журналы за 2017 г. и специальный выпуск (июнь 2011 г.). Сначала я, конечно, начал читать спецвыпуск. Посвящён он был II Форуму научно-технической интеллигенции Республики Саха (Якутия). Номер был тоньше своих «собратьев»,

но, как мне кажется, вмещал намного больше информации. Меня заинтересовала рубрика «Инновационные разработки молодых исследователей Якутии» на 19 страницах.

Журнал «Наука и техника в Якутии» приятно взять в руки, его обложка информативна. В журнале, в основном, публикуются сведения о научных исследованиях в Якутии и о научных конференциях, в которых принимают участие якутские учёные. В каждом номере много статей, материалы которых можно использовать на практике. Я думаю, что новости науки и техники должны быть интересны всем.

Информация в статьях журнала «Наука и техника в Якутии» пригодится мне на уроках, где я смогу блеснуть своей эрудицией, а также она будет полезна при выборе мною будущей профессии.

Юрий Герасимов,
ученик 10 «Б» класса
Физико-технического лицея
им. В. П. Ларионова, г. Якутск

ЛЮДИ НА МЕРЗЛОТНЫХ ЛАНДШАФТАХ

**У. А. Винокурова, А. Штаммлер-Госсмманн,
С. П. Готовцев, О. Д. Романова**

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10032

Происходящие в окружающей среде изменения, которые ассоциируются с потеплением климата, являются темой продолжающихся дискуссий. Одни употребляют термин «глобальное потепление» и пророчат катастрофические последствия такого изменения, а другие прогнозируют наступление очередного цикла глобального похолодания. Наводнения, лесные пожары стали для республики тревожными сигналами, но вопросам изменения мерзлотных ландшафтов пока ещё не было уделено должного внимания.

18-19 июня 2019 г. в селе Чурапча Республики Саха (Якутия) на базе Чурапчинского государственного института физической культуры и спорта, в рамках проекта «ICE LAW», под эгидой Комиссии по делам ЮНЕСКО при Главе Республики Саха (Якутия), прошёл международный семинар «Люди на мерзлотных ландшафтах». Это мероприятие продемонстрировало, что новые природные вызовы в регионе уже настолько очевидны и существенны, что их невозможно игнорировать. Выразить свою озабоченность по данной проблеме прибыли жители из соседних деревень

и улусов, представители различных общественных, государственных, региональных и местных организаций.

Устроителями семинара выступили Арктический центр Лапландского университета (Финляндия), Арктический государственный институт культуры и искусства (г. Якутск), Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства РС(Я), Министерство сельского хозяйства РС(Я), Северо-Восточный федеральный университет (СВФУ) им. М. К. Аммосова (г. Якутск), Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, Чурапчинский государственный институт физической культуры и спорта, Якутская государственная сельскохозяйственная академия, а также представители некоторых общественных организаций.

Программа семинара была разработана совместно со специалистами международного проекта «ICE LAW», главным координатором которого явилась Анна Штаммлер-Госсмманн – профессор-исследователь Арктического центра Лапландского университета (Финляндия).

Цель семинара – обсуждение актуальных проблем деградации



**Ульяна Алексеевна
Винокурова,**

*доктор социологических наук,
профессор кафедры народной
художественной культуры
Арктического государственного
института культуры и
искусства (АГИКИ), г. Якутск*



Анна Штаммлер-Госсмманн,
*профессор-исследователь
Арктического центра
Лапландского университета,
координатор проекта «ICE
LAW», г. Рованиemi (Финляндия)*



**Семён Петрович
Готовцев,**

*кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией общей геокриологии
Института мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск*



Оксана Дмитриевна Романова,
*кандидат социологических наук,
доцент кафедры социологии и
управления персоналом Финансово-экономического института
(ФЭИ) СВФУ, г. Якутск*



Группа участников семинара на аласе Тюнгюлю

мерзлотных ландшафтов и связанных с ними социальных проблем жизнедеятельности человека на Севере.

Руководителями инициативной группы являлись: профессор Арктического государственного института культуры и искусств, доктор социол. наук У. А. Винокурова; доцент кафедры социологии и управления персоналом Финансово-экономического института СВФУ канд. соц. наук О. Д. Романова; ректор Чурапчинского государственного института физической культуры и спорта, к.п.н. И. И. Готовцев. Модератором семинара выступил депутат Государственного Собрания Ил Тумэн РС(Я) М. Д. Гуляев; основными спикерами – заместитель министра сельского хозяйства РС(Я) Н. С. Афанасьев; первый заместитель главы МО «Чурапчинский наслег» А. Г. Егоров; заместитель директора Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова (ИМЗ) СО РАН, к.г.н. А. Н. Фёдоров и заведующий лабораторией общей геоэкологии ИМЗ СО РАН, к.г.-м.н. С. П. Готовцев.

В работе семинара приняли участие 105 человек, среди них: мерзлотоведы, экологи, социологи, специалисты сельского хозяйства, политологи, социальные антропологи, гидрологи, руководители республиканских и муниципальных образований, педагоги и другие специалисты. Выступающие уделили основное внимание проблеме деградации мерзлотных ландшафтов, оценке влияния этих негативных процессов на жизнедеятельность сельских жителей и на состояние северных поселений.

Выступая на различных конференциях и в средствах массовой информации, мерзлотоведы и раньше говорили о возможных серьёзных негативных последствиях влияния глобального потепления климата на вечную мерзлоту. Однако их настороженность не воспринималась населением и местным руководством всерьёз. В настоящее время местное население начало осознавать опасность, связанную с таянием вечной мерзлоты, поскольку жители сёл уже столкнулись с ситуацией, когда «земля уходит из-под ног». Если люди в Центральной Якутии страдали от нехватки воды, то сегодня их волнуют вопросы: что делать с излишней водой, обра-

зующейся при таянии вечной мерзлоты, как сохранить нарушенные земли, здания и сооружения. Мерзлотоведы говорят об экологическом бедствии, гидрологи настаивают на создании современной системы плотин, биологи разрабатывают новые технологии восстановления нарушенных земель, экологи предлагают принять правовые меры по защите вечной мерзлоты, инженеры рекомендуют изменить строительные нормативы. Все осознали угрозу и риски этого нового опасного явления.

Большинство участников научного семинара отметили, что в результате потепления климата стали разрушаться территории населённых пунктов. Жители некоторых сёл из-за активизации термокарстовых процессов покидают свои деформирующиеся дома.

Весьма значимы социальные последствия изменения ландшафтов в сельских населённых пунктах во многих районах Якутии. Сокращается срок безаварийной эксплуатации зданий, хозяйственных построек и усадеб, происходит деформация территорий пастбищ, сенокосных угодий, затрудняется их использование. Деградация ландшафтов вынуждает местное население постоянно тратить значительные ресурсы на текущий ремонт жилых домов и объектов инфраструктуры. Люди, традиционно проживавшие на пространствах аласно-речной системы Центральной Якутии, теряют традиции своего жизнеустройства, что не может не влиять на их миропонимание. У человека, только вчера считавшего себя хозяином своей земли, своего аласа, возникает чувство незащищённости, он не видит перспективности жизни в своём селе. Это социальное явление, ранее упоминаемое во многих социологических исследованиях, но не идентифицированное во взаимосвязи с нарушением традиционной среды проживания человека, сегодня требует отдельного научного изучения и всестороннего анализа.

Постоянно присутствующие внешние вызовы и, в особенности, внезапное катастрофическое изменение среды обитания создали атмосферу тревоги. Некоторые выступающие отмечали, что от деградации среды обитания сильно страдает иммунная система человека, изменяется его психофизическое состояние. Так,



Вершина оврага в с. Нуорагана. За два года (2018–2019 гг.) овраг продвинулся на 6–8 м в сторону жилых домов и сегодня приближается к зданию сельского детского сада



В зону разрушения оврага попадают важные объекты инфраструктуры села. Справа видна ёмкость для хранения аварийного топлива для сельской котельной

например, в Якутии резко возрос уровень сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, чаще стали появляться на свет недоразвитые дети.

В течение двух дней участники семинара знакомилась с состоянием озёр, аласов и инфраструктурой населённых пунктов, условиями проживания человека на селе. Они посетили термокарстовый алас Тюнъюлю, сёла Нуорагана и Сылан, разрушенную плотину гидроузла «Куогалы» в с. Чурапча и ряд других сельскохозяйственных и гражданских объектов на территории ближайших сёл.

Участников семинара особенно потрясло увиденное в с. Сылан, где уже имеются заброшенные дома из-за разрушения территории, а также удивили размеры термоэрозионного оврага, образованного на территории с. Нуорагана Жабьельского наслега Мегино-Кангаласского улуса. Овраг сформировался в центральной части этого села, в непосредственной близости от вышки мобильной связи, теплотрассы школы и детского сада. В настоящее время овраг вплотную подошёл к ёмкости для хранения резервного топлива. Поскольку овраг находится в активной фазе своего развития, буквально в этом году в зону разрушения могут попасть важные объекты инфраструктуры села (детский сад, школа, вышка мобильной связи).

В выступлениях участников семинара красной нитью проходила тема поиска решения задач воспитания экологической культуры населения в условиях глобального изменения мерзлотных ландшафтов.

По итогам семинара было сформировано новое видение сельского образа жизни в условиях деградации вечной мерзлоты, высказаны предложения органам власти по рекультивации нарушенных земель, проведению мелиоративных работ и организации экологического волонтерства. Участниками семинара была подготовлена резолюция, содержащая конкретные предложения для исполнительных и законодательных органов власти республики.

Деградация вечной мерзлоты является результатом не только климатического потепления, но и бездумного

нарушения человеком своей среды жизнедеятельности. Сельские жители стали понимать, что без их заботы об окружающей природе сельский ландшафт станет непригодным для жизни. Люди выражают свою готовность помочь природе и излечить её раны.

В итоговых рекомендациях от участников научного семинара сформулировано следующее предложение: «Лишение жилища из-за деградации ландшафта необходимо приравнять к чрезвычайным ситуациям, как при затоплении и подтоплении населённых пунктов во время прохождения весенних или дождевых паводков. Для этого предлагается дополнить закон РФ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" и в части причин возмещения ущерба от стихийных бедствий добавить статью о деградации многолетних мерзлых грунтов».

Высказано также предложение о том, что в условиях вечной мерзлоты нельзя бездумно укрупнять поселения. Средняя численность жителей сёл не должна



Заброшенная пашня, где планировали строительство молодёжного посёлка вблизи с. Чурапча



Участники семинара посадили деревья и кусты возле здания учебного корпуса Чурапчинского спортивного института

превышать 500 человек. Государственному Собранию (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия) необходимо принять законы, обеспечивающие эти поселения соответствующей социальной инфраструктурой. Данные изменения могли бы быть закреплены в действующих в республике «Правилах землепользования и застройки населённых пунктов» и учтены при корректировке действующих генеральных планов поселений и улусов.

Всё сказанное свидетельствует о том, что необходимо срочно принимать меры для ликвидации дальнейшего развития опасных термокарстовых процессов. Подобные проблемы имеются практически в каждом селе Центральной, Западной и Северной Якутии, поэтому они могут быть решены при объединении усилий администраций муниципальных образований, промышленных организаций и республиканских министерств и ведомств.

НОВЫЕ КНИГИ



Гоголев, А. И. Происхождение народа саха и его традиционной культуры : монография / А. И. Гоголев. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2018. – 256 с.+40 с. вкл.

В монографии изложена проблема происхождения якутского народа. Написана на основе привлечения археологических, этнографических, фольклорных, языковых и исторических данных. Также в книге сделана попытка проследить вопросы становления основ общей традиционной культуры якутов.

Предназначена для широкого круга читателей.



Брагина, Д. Г. Межнациональные браки и семьи в Республике Саха (Якутия) в XX веке / Д. Г. Брагина. – Новосибирск : Наука, 2018. – 136 с.

В книге освещаются межнациональные отношения в личной сфере, в частности показана динамика межнациональных браков и семей в Республике Саха (Якутия) на протяжении XX в. Для более полного раскрытия современного материала предпослан исторический обзор межнациональных отношений и браков в дореволюционное время. Это первое монографическое исследование по вопросам изучения межнациональных браков и семей, валентности этнической идентичности, межэтнических установок, стереотипов и характера ассимиляционных процессов в Якутии.

Для этнологов, историков, социологов, а также всех, кто интересуется данной проблемой.

ЦЕЛОСТНОСТЬ И РЕСУРС: АСПЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

В. В. Лепов

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10033



Валерий Валерьевич Лепов,
доктор технических наук,
и. о. директора Института
физико-технических проблем
Севера им. В. П. Ларионова
СО РАН, профессор кафедры
философии ЯНЦ СО РАН,
действительный член Академии
наук РС(Я), г. Якутск

В октябре 2019 г. в Институте физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова (ИФТПС) СО РАН в Якутске под эгидой Европейского общества структурной целостности (European Structural Integrity Society (ESIS) и при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ прошла первая Международная конференция «Целостность и ресурс в экстремальных условиях» (ILEE-2019), посвящённая 70-летию Якутского научного центра СО РАН [1]. Основной целью конференции являлось обсуждение интеграции академической и прикладной науки для улучшения качества жизни людей в экстремальных условиях Севера и Арктики.

Если говорить о самом понятии «целостности» (англ. integrity) технических систем, то оно характеризует не только их механическую прочность и устойчивость, но и согласованность работы, автономность и самодостаточность объектов, обладающих «многомасштабной» сложной внутренней структурой, что и обеспечивает выполнение возлагаемых на них функций.

Сотрудничество ИФТПС СО РАН с ESIS продолжается уже почти 20 лет, начавшись благодаря заместителю директора по научной работе института, д.т.н., проф. А. В. Лыглаеву и члену Исполнительного комитета ESIS, зав. лабораторией механики прочности и разрушения материалов и конструкций Института проблем механики имени А. Ю. Ишлинского РАН, проф. Р. В. Гольдштейну. Роберт Вениаминович до самого своего ухода из жизни в сентябре 2017 г. сохранял высокую научную активность, подготовил ряд статей и пытался инициировать комплексную научную программу, связанную с освоением Арктики. Президентом ESIS в 2018 г. стал профессор итальянского Университета Кассино и Южной Лацино Франческо Яковелло.

Европейские конференции по разрушению имеют долгую историю. Однако особенный успех имели последние три из них, включая ECF 19 в Казани, организованную в 2012 г. проф. Валерием Шлянниковым, и ECF 20 в Трондхейме (Канада), председателем оргкомитета которой был проф. Джилиан Джан (Zhiliang Zhang). На ECF 22, организованной в 2018 г. в Белграде проф. Александром Седьмаком, были представлены более 500 докладов и 371 статья для журнала *Procedia Structural Integrity*, индексируемого в БД Web of Sciences и Scopus [2].

В тематике конференций по целостности и ресурсу рассматривались проблемы как вероятностного анализа и предсказания отказов и разрушений, так и учёта и анализа взаимосвязей между внешними неблагоприятными воздействиями, характеристиками структуры и свойствами материалов. Вопросы безопасности и надёжности эксплуатации, включая техобслуживание и ремонт, также имеют важное значение для структурной целостности. В частности, напряжённо-деформированное состояние, возникающее в структурных элементах технических систем с ограниченным сроком службы под действием общего нагружения их конструкции, усугубляется наличием локальных концентраторов напряжений и обязательно должно рассматриваться как в теоретическом, так и в прикладном аспектах.

Помимо вопросов структуры на микро- и макромасштабах металлических и неметаллических материалов широкого применения, внимание уделяется также новым крупным техническим системам инженерной инфраструктуры, превосходящим классические объекты анализа, с одной стороны, по своим макроскопическим размерам, а с другой – по сложности структуры на наноуровне. Это ответственные энергетические

и транспортные комплексы, спортивные сооружения, интеллектуальные сети и т. п. Проблемы обеспечения структурной целостности, функциональности, надёжности и безопасности таких объектов и применяемых для них материалов, эксплуатируемых в экстремальных условиях, требуют специального рассмотрения.

На конференции ILEE-2019 в Якутске было заявлено более 200 участников, представивших 7 пленарных, 65 секционных и 25 стендовых докладов. Для публикации в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, было подготовлено к изданию более 100 статей на английском языке, включая более 50 статей для журнала «Procedia Structural Integrity» [3]. Для конференции, впервые проведённой в Якутске, это неплохой результат.

К сожалению, многие иногородние и зарубежные участники не смогли приехать на эту конференцию для очного участия в связи с напряжённым графиком работы и преподавания. Президент ESIS Франческо Яковелло приветствовал участников пленарного заседания в Якутске видеообращением. С докладами выступили гости из Москвы, Геленджика, Китайской Народной Республики.

Вопросы целостности и ресурса технических систем в северных регионах, на фоне развития инфраструктуры, роста экономики и повышения жизненного уровня населения, приобретают первостепенное значение. При освоении месторождений, эксплуатации энергетических и транспортных систем и технологий обогащения повышается риск природно-техногенных аварий и катастроф,



Моменты международной конференции ILEE-2019 в Якутске:

- а – сопредседатель оргкомитета, председатель ФИЦ ЯНЦ СО РАН, член-корр. РАН М. П. Лебедев (справа) и заместитель директора по научной работе ИФТПС СО РАН, к.т.н. Е. С. Лукин;*
- б – участники пленарного заседания;*
- в – докладывает председатель оргкомитета, и. о. директора ИФТПС СО РАН, д.т.н., академик АН РС(Я) В. В. Лепов;*
- г – участник конференции из Геленджика, д.т.н., проф. О. В. Старцев;*
- д – среди участников (в центре) – доктор Джан Баоде из Института химии и материаловедения Лаонянского Университета Шихуан (Шеньян, КНР)*

высока вероятность возникновения экологических проблем. Поэтому перед наукой ставятся приоритетные задачи по обеспечению техногенной, экологической и энергетической безопасности Северо-Востока России и Арктического региона в целом.

На секциях конференции ILEE-2019 в Якутске обсуждались актуальные проблемы, связанные с целостностью и жизненным циклом машин и конструкций, а также живых систем в экстремальных климатических условиях Якутии. Были также рассмотрены физико-технические аспекты разработки новых хладостойких материалов и технологий, приняты решения о необходимости привлечения инвестиций, приобщения студентов, молодых учёных и аспирантов к научным исследованиям и развития научного потенциала республики.

Участниками конференции на заключительном заседании было признано, что для повышения уровня жизни людей, проживающих в экстремальных условиях Севера и Арктики, а также на субарктических территориях Центральной Якутии, необходима консолидация усилий всего научного сообщества республики и интеграция различных направлений. Немаловажным фактором выживания является сохранение окружающей среды, мониторинг экологического состояния при осво-

ении природных богатств и строительстве инженерных сооружений в криолитозоне. Все эти вопросы должны рассматриваться в комплексе, обеспечивая интеграцию взаимосвязанных факторов в рамках одного мероприятия и в ходе совместных обсуждений специалистами.

При научно-технологическом развитии регионов с холодным климатом Европы и Азии, Дальнего Востока Российской Федерации, в частности Республики Саха (Якутия), на 2020–2024 и последующие годы нужно учитывать глобальные тенденции социального переустройства общества, направленные на повышение благосостояния людей и сохранение среды естественного обитания коренного населения. В этом плане, в соответствии с решениями научного сообщества, должна быть произведена и коррекция задач в проектах государственных программ развития науки и образования.

Дальнейшее освоение Севера и Арктики, строительство и эксплуатация магистрального газопровода «Сила Сибири» и нефтепроводов (ВСТО), железной дороги, энергетических станций и другой промышленной и социальной инфраструктуры на территории Республики Саха (Якутия) требует проведения комплексных исследований, направленных на более глубокое понимание происходящих в материалах процессов,



Достопримечательности Белграда:

*а – постамент, посвящённый памяти жертв бомбардировок Югославии войсками НАТО в 1999 г.;
б – разрушенное в результате бомбардировки здание; в – памятник Николе Тесла около Белградского технологического университета; г – макет реализованной в 1899 г. по проекту Теслы электростанции на Ниагарском водопаде; д – внутреннее оформление храма Св. Саввы*

обуславливающих деформации и накопление повреждений, а также механизмы разрушения. Для обеспечения надёжности в работе техники в экстремальных условиях Крайнего Севера необходимо проведение натурных испытаний и наблюдений.

Разработка и применение новых технологий формоизменения материалов, включая аддитивные технологии, сварку и наплавку, позволяют добиться повышения прочности и хладостойкости элементов техники, износостойкости бурового инструмента и снижения рисков техногенных катастроф в условиях холодного климата в таких отраслях, как газо- и нефтедобыча, горная промышленность, трубопроводный, железнодорожный и автомобильный транспорт, строительство и жилищно-коммунальное хозяйство. Особую важность эти работы имеют при закреплении статуса территорий Севера и Арктики как северо-восточных оборонительных рубежей нашей страны.

Опыт проведения конференций по структурной целостности и ресурсу сложных систем в экстремальных условиях Арктики и Субарктики признаётся положительным, при этом отмечается большая роль молодых учёных и специалистов в подготовке докладов, что делает возможным признание данного мероприятия школой кадрового резерва мирового уровня.

Кроме ежедневных научных сессий, подобные конференции включают также насыщенную культурную программу, связанную с особенностями региона, экскурсиями в музеи и исторические места. Особенно богатый выбор легкодоступных для туристов достопримечательностей был представлен в Белграде, где в августе 2018 г. прошла 22-я Международная европейская конференция по разрушению (ECF 22). Рядом с местом проведения этой конференции расположен музей Николы Тесла – одного из знаменитых учёных XX в. сербского происхождения, занимавшегося вопросами генерации, передачи и использования электрической энергии. Человечество обязано этому учёному, в частности, выбором и практической реализацией сети переменного электрического тока, как стандарта для использования в бытовых и промышленных целях. Многие идеи Николы Теслы так и остались нереализованными, например, проект

беспроводной передачи электроэнергии, получаемой из экологически чистых источников.

Белград изобилует местами исторической славы, начиная с самых древних поселений и заканчивая последними событиями бомбардировки города войсками НАТО при разделе Югославии (множество зданий находятся в полуразрушенном состоянии, ряд памятников и экспозиций посвящены этим событиям). В Белграде находится ряд художественных и этнографических музеев, крупнейшим из которых является национальный музей. После реставрации, длившейся более 10 лет, его экспозиция может сравниться с самыми богатыми европейскими собраниями. Все представленные экспонаты, начиная с самых древних, найдены на территории Сербии. Это фрагменты утвари, обнаруженные в самом древнем в Европе поселении, части зданий, золотой колесницы и золотые сандалии римского воина, предметы культуры периода до турецкого ига, картины быта порабощённого и освобождающегося сербского народа.

Окрестности Белграда также богаты на исторические находки. В поселении «Лепенски Вир» на правом берегу Дуная, на границе с Румынией, обнаружены предметы, датируемые VI тысячелетием до н.э. Возможно, здесь был источник всей европейской цивилизации. По последним данным, люди здесь жили ещё до 8200 г. до нашей эры. Место интересно тем, что на противоположном берегу расположена гора с магнитной аномалией. Возможно, это и притягивало сюда людей, совершающих своего рода паломничество.

Недалеко от Белграда имеются и следы процветающих городов римской империи, например, Виминациума, основанного в I веке как военный лагерь VII римского легиона Клавдия и расположенного вблизи города Костолац, в 97 км от Белграда. Уже во II веке получивший статус города, а также право чеканить собственную монету Виминациум был самым крупным в Римской империи на Балканах. Разрушен он был в 441–443 гг. гуннами.

В настоящее время большая часть Виминациума находится под землёй, однако для посещения уже открыты военный лагерь, римские термальные ванны,



Модель крупного древнеримского города Виминациум I–V вв. н.э., расположенного в 100 км от Белграда (а) и деревянный амфитеатр с окружающими улицами (б)



Находки мамонтов вблизи Белграда:
 а – останки мамонта Вика возрастом около 1 млн лет; б – реконструкция и характеристика Вики; в – останки шерстистого мамонта Носак эпохи палеолита

деревянный амфитеатр, городское кладбище с мавзолеями. Также рядом, в местных угольных шахтах, в 2009–2012 гг. было найдено кладбище мамонтов. Сначала обнаружались останки древнего мамонта-самки, которой дали имя Вика. Она была длиной около 6 м и высотой 4,5 м, относилась к южным безволосым мамонтам, погибла в болоте. Возраст её останков – более 1 млн лет. Вскоре был найден другой мамонт, Носак, почти в 2 раза больше Вики. Достаточно сказать, что длина его бивня достигала 5 м, а длина покрывающих тело волос – 90 см. Таким образом, он относился к шерстистым (лохматым) мамонтам более поздней эпохи плейстоцена (ледникового периода).

Если учесть, что на месте площади Славия современного Белграда учёные обнаружили останки древних китов и акул, а мамонты предположительно произошли от древних моржей, то складывается картина морского берега, богатого пищей и живностью, где за миллион лет до нашей эры происходили удивительные эволюционные события. Нашим сербским коллегам мы передали координаты Центра по изучению мамонтовой флоры Академии наук Республики Саха (Якутия). Верится, что

совместные исследования сербских и якутских учёных позволят поднять изучение этих находок на новый уровень, а конференции, посвящённые актуальным проблемам структурной целостности и ресурса сложных систем в экстремальных условиях, станут для наших стран традиционными научными мероприятиями.

Список литературы

1. Учёные работают над созданием новых материалов для экстремальных условий Севера. Пресс-служба ФИЦ ЯНЦ СО РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://prez.yasn.ru/?p=9487#more-9487>.
2. Sedmak A., Rakin M., Radaković Z. Editorial // *Structural Integrity Procedia. Proceedings of International Conference ECF22 - Loading and Environmental Effects on Structural Integrity*. 2018. - 13, p.1-2.
3. Valeriy V. Lepov. Editorial: Integrity and lifetime in extreme environment of Arctic regions // *Structural Integrity Procedia. Proceedings of International Conference on Integrity and Lifetime in Extreme Environment (ILEE-2019)*. 2019. - 15, p.1-3. – (В печати).

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Веления разума гораздо более властны, чем приказания любого повелителя: неповиновение последнему делает человека несчастным, неповиновение же первому – глупцом.

Блез Паскаль

ЯКУТСК В СВИНЦОВОМ ПЛЕНУ

В. Н. Макаров

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10034



**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

Свинец (Pb) – тяжёлый металл IV группы (углерода) периодической таблицы Д. И. Менделеева, малораспространённый (табл. 1), концентрирующийся в различных экосистемах, давно и широко используемый человеком, сильно токсичный элемент.

Загрязнение окружающей природной среды свинцом и его соединениями признаётся во всём мире одной из важнейших экологических проблем. Вследствие широкого использования соединений Pb его содержание в человеческом организме за последние 5 тыс. лет возросло в 100 раз, и оно только в 5 раз меньше дозы, вызывающей отравления [10]. К сожалению, Якутск, как и многие другие города России, находится под прессом загрязнения окружающей среды этим высокотоксичным элементом.

В воздухе над Южным полюсом содержание Pb оценивается в 0,5 нг/м³, над океанами среднее содержание этого металла на порядок выше [9]. Содержание Pb в атмосферном воздухе Центральной Якутии 2,2 нг/м³, это близко к данным, полученным для Сибири, – 1,5–4,4 [11].

Главными источниками выбросов свинца в приземную атмосферу городов являются автотранспорт (примерно 1 кг/год на автомобиль), полиграфические предприятия, продукты сжигания твёрдых отходов, угля и нефти. При общем количестве автомобилей (легковые, грузовые, автобусы) в г. Якутске, равном 112 тыс. (данные на 2018 г.), суммарный объём выбросов свинца в атмосферу может составлять около 112 т/год.

Содержание Pb в атмосферных аэрозолях г. Якутска колеблется от 40 до 580 нг/м³, что примерно соответствует уровню концентрации этого элемента в пригородах и почти на порядок ниже максимальных значений, установленных в атмосфере городов России (табл. 2).

При концентрации аэрозолей Pb в окрестностях Якутска 15–20 нг/м³, примерно на порядок выше фоновых, среднее содержание на территории городской застройки составляет около 223 нг/м³ и достигает 400–580 нг/м³ в воздухе магистральных улиц. Это на два порядка больше фоновых значений и в 1,5–2,0 раза

Таблица 1
Распространённость Pb в окружающей природной среде

Компоненты природной среды	Ед. изм.	Pb	Источник
Кларк земной коры	г/т	16	[1]
Кларк осадочных пород	-«-	20	
Почвы	-«-	10	[2, 3]
Зола растений	-«-	2	[3, 4]
Мировой океан	мкг/л	0,03	[5]
Подземные воды провинции ММП	-«-	1,5	[6]
Подземные воды рудных месторождений	-«-	До 60 000	[7]
Речные воды	-«-	1,0	[8]
Океанический воздух	нг/м ³	2,8	[9]
Воздух (Южный полюс)	-«-	0,5	

Таблица 2
Содержание Pb в атмосферном воздухе и аэрозолях

Атмосферный воздух [9]		Аэрозоли, нг/м ³			
		Россия [5]		Якутск	
Океаны	Южный полюс	Пригороды	Города	C _{ср}	C _{макс}
2,8	0,5	300	3000	223	580



Рис. 1. Распределение Pb в атмосферных аэрозолях, ед. ПДК

превышает принятые в России санитарные нормы: ПДК = 300 нг/м³ (рис. 1).

Загрязнение атмосферных аэрозолей свинцом в Якутске значительно выше, чем в арктическом пос. Тикси, а также в другом северном городе, близком по численности жителей к столице Якутии, но более благоустроенном, – Норильске (табл. 3).

Поступление свинца на поверхность Земли из атмосферы происходит в двух основных формах – водорастворимой и твёрдой. Его содержание в жидких и твёрдых атмосферных осадках, выпадающих в городе, изменяется в широких пределах. Содержание Pb в осадках фоновых районов Якутии – одно из самых низких на территории России (0,05–0,3 мкг/л). Однако в г. Якутске содержание Pb в жидкой фазе снежного покрова на порядок выше, чем в фоновых районах (среднее – 7,1, максимальное – 70 мкг/л) и примерно соответствует таковому для Читы – городу, сходному по численности населения, но более индустриальному (табл. 4).

Таблица 3
Содержание Pb в атмосферных аэрозолях северных городов, нг/м³ [12]

Город	Среднее	Минимум	Максимум	ПДК
Тикси	1,2	0,17	3,0	300,0
Норильск	35,0	6,4	90,0	
Якутск	223	23	580	

Таблица 4
Содержание Pb в снежном покрове г. Якутска и городов Дальнего Востока

Снег (жидкая фаза), мкг/л				ПДК _{рх}	
Город	Фон	Среднее	Максимальное		
Якутск	0,1	7,1	70	10	
Чита [13]	1,0	3,1	69,5		
Снег (твёрдая фаза), мг/кг				ПДК _{почв}	
Якутск	0,5	125	500		
Якутск (аэропорт)		500	2000		
Чита [13]		–	10,4		30,5
Благовещенск [14]		29,8	91		–
					32

Предполагается, что типичный уровень содержания свинца в пыли загрязнённого воздуха городов Российской Федерации составляет 0,1 мг/кг [5]. Максимальное содержание Pb в твёрдой фазе снежного покрова (атмосферной пыли) в г. Якутске с 1989 по 2016 г. достигало 500 мг/кг, среднее – 125 мг/кг (в четыре раза выше ПДК_{почв}), что приблизительно соответствует среднему уровню для Благовещенска и на порядок выше, чем в Чите (см. табл. 4).

Основная масса загрязняющих компонентов, концентрирующихся в жидкой фазе снежного покрова, поступает в природные воды, а в твёрдой фазе – на акваторию озёр и поверхность почвы, причём концентрация Pb в атмосферной пыли г. Якутска значительно превышает содержание в почвах и аллювии. В центре техногенных аномалий концентрация свинца в твёрдой фазе снега (в пылевых выпадениях) в десятки раз выше санитарных норм для почвенного покрова (см. табл. 4). Оседание пылевых частиц приводит к повышению концентрации Pb в почвах города.

Наблюдается чёткая зависимость концентрации Pb в атмосферных осадках от интенсивности техногенного воздействия. Наибольшая концентрация в жидкой (до 70 мкг/л) и твёрдой (500 мг/кг) фазах снега приурочена к центральной части г. Якутска, где техногенное воздействие автомобильного транспорта максимально (рис. 2).



Рис. 2. Распределение Pb в твёрдой фазе снежного покрова на территории г. Якутска, мг/кг

Ещё выше, до 2000 мг/кг, концентрация Pb в твёрдой фазе снега фиксируется в районе аэропорта, где происходит интенсивное загрязнение окружающей среды во время посадки и взлёта самолётов, при запуске авиационных двигателей, работе авиапортового и аэровокзального автотранспорта. Особенно повышенное загрязнение свинцом отмечается в местах запуска двигателей предварительного старта и на взлётно-посадочной полосе (рис. 3).

Накопление в воздухе газовых, аэрозольных и пылевых выбросов и их дальнейшее выпадение на поверхность приводит к загрязнению водотоков, водоёмов и почвенного покрова свинцом.

Немногочисленные данные о распространённости Pb в природных водах района г. Якутска приведены в табл. 5.

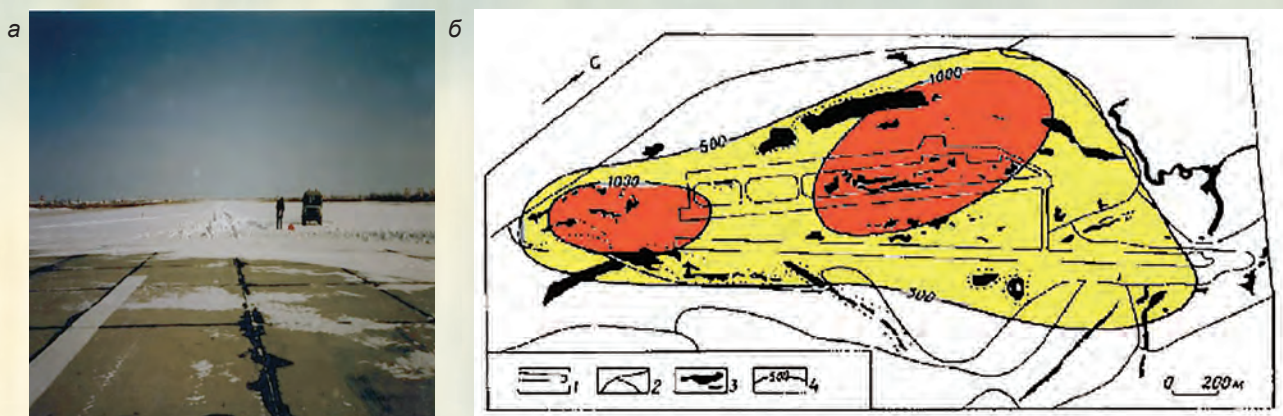


Рис. 3. Аномалии Pb в твёрдой фазе (пыли) снежного покрова на территории аэропорта г. Якутска: а – отбор проб снега; б: 1 – взлётно-посадочные полосы, 2 – автодороги, 3 – водоёмы, 4 – концентрация Pb, мг/кг

**Таблица 5
Распространение Pb в природных водах
(район г. Якутска), мкг/л**

Природные воды	Pb	ПДК _{рх} /ПДК _{гр}	Источник
Подземные воды провинции ММП	1,5	10/30	[6]
Речные воды	1,0		[8]
Якутск			
Подземные воды (J, вод. комплекс)	0,020–0,10	10/30	
Криопэги	7,1–81,4		[15]
Озёра	0,5–20		
Река Лена (г. Якутск), фарватер	0,05–0,3		

Содержание Pb как в поверхностных, так и в подземных водах в районе г. Якутска за пределами селитебной зоны на два-три порядка ниже среднемировых значений для речных и подземных вод провинции многолетнемерзлых пород, что отражает невысокое содержание этого элемента в компонентах окружающей среды региона вне зоны техногенного воздействия. Непосредственно в пределах города ситуация резко меняется, и природные воды весьма насыщены свинцом.

Поступление Pb из атмосферы и последующий смыв в водоёмы приводит к загрязнению озёр. В воде озёр, расположенных на территории г. Якутска, концентрации Pb изменяются в широких пределах – от 0,05 до 20 мкг/л, при среднем содержании в воде десяти крупных озёр 2,26 мкг/л (рис. 4).

Аномальное содержание свинца выше 4 мкг/л (до 8,7 мкг/л) обнаруживается в озёрах, расположенных непосредственно у автодорог. «Ураганные» концентрации установлены в районе домостроительного комбината – 20 мкг/л (оз. Сергелях) и птицефабрики – 10 мкг/л (оз. Ытык-Кюель).

Отмечается синхронность повышения концентрации Pb в почвах и в воде крупных озёр города (рис. 5).

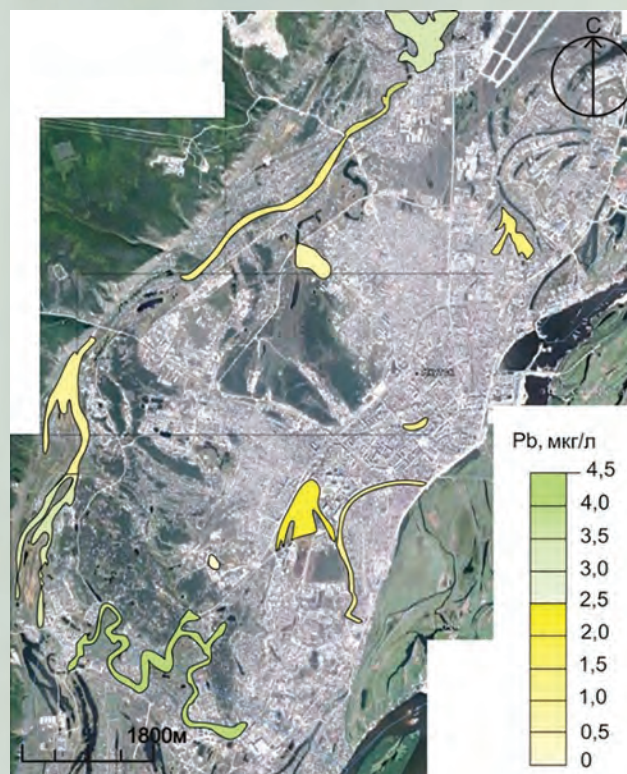


Рис. 4. Среднее содержание Pb в воде крупных городских озёр Якутска [16]

По данным Н. П. Анисимовой и Н. А. Павловой [15], аномальная концентрация Pb и других тяжёлых металлов наблюдается в надмерзлотных и межмерзлотных криопэгах. Миграция криопэгов, насыщенных тяжёлыми металлами, прослеживается на значительную глубину за пределы культурного слоя, в аллювиальные отложения. При минерализации криопэгов от 10 до 22 г/л концентрация Pb достигает в грунтах на глубине 2,4–4,5 м 81,4 мкг/л, в аллювиальных отложениях на глубине 17–18 м – 15,3 мкг/л.

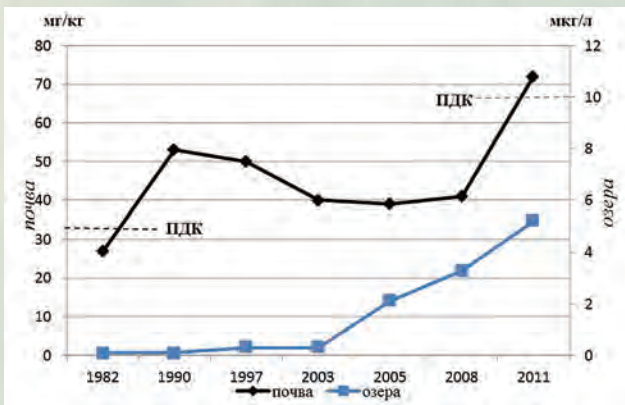


Рис. 5. Динамика изменения концентрации Pb в озёрах и почвах г. Якутска

Свинец относится к химическим элементам слабого и очень слабого биологического захвата. Существуют и растения-концентраторы, накапливающие Pb: мхи, лишайники, черника, папоротник, хвощ, осока, кислица. Растения аккумулируют 0,003–0,005 % от валовой формы Pb, при величине токсичной дозы от 30 мг/кг и выше.

Особенности распределения Pb в растительности на территории г. Якутска были изучены на примере камышей, растущих в озёрах и городских каналах. Соотношение концентрации свинца в наземных растениях суши и камышах, растущих в городе, показано в табл. 6.

Свинец: кларк растений и среднее содержание в камышах г. Якутска, мг/кг

Кларк наземных растений [1, 5, 17]			Растения суши [4, 6]		Камыш, г. Якутск [18]
2,7			2,7		26,3
Содержание Pb в корнях и стеблях тростника					
корни (n=19)			стебли (n=18)		
среднее	миним.	максим.	среднее	миним.	максим.
35	7	150	5,2	2	20

По сравнению с кларковыми содержаниями в растительности в камышах г. Якутска свинца в 2–10 раз больше. Аномальное содержание Pb обусловлено техногенным загрязнением воды и донных отложений городских озёр, а также поступлением этого элемента из атмосферы.

Основная масса свинца концентрируется в корневой системе: его содержание в корнях в 4–9 раз выше, чем в стеблях камыша. Корневая система камышей, произрастающих вдоль городских каналов (более загрязнённых, чем озёра), содержит повышенные концентрации Pb по сравнению с озёрными растениями.

Важным является вопрос о максимальном количестве свинца, накапливаемого водными растениями в условиях сильного загрязнения сточных вод. Сведения о максимальном количестве металлов, накапливаемых

водными растениями, были получены в работе [19]. Приведённые в ней сведения близки к показателям Pb в корневой системе камышей г. Якутска, а более высокая концентрация в изученных автором и другими водных растениях объясняется их приуроченностью к рудному месторождению (табл. 7).

**Таблица 7
Максимальное количество Pb, накапливаемого водными растениями за вегетационный период**

Растительность	Pb, мг/кг сухой массы	Источник
Водные растения	580	[19]
Якутск		
Камыш, корни	150	[18]
Камыш, стебли	20	

Геохимический спектр осадочных образований в районе г. Якутска был проанализирован Б. П. Подъячевым [20]. Распределение большой группы микроэлементов, в том числе и свинца, в основных геологических подразделениях района г. Якутска приведено в табл. 8.

Для образований кембрия – инниканской и тымпинской свит, сложенных известняками, доломитами и мергелями, характерно накопление сидеро- и халькофильных элементов при ограниченном количестве избыточных элементов и нижекларковой концентрации свинца.

Резкое возрастание спектра лито- и халькофильных элементов, превышающих кларк земной коры (КЗК), в том числе и Pb (до 1,5–2,0 КЗК), наблюдается в породах мезозоя, кайнозоя и современных (голоценовых) аллювиальных отложениях.

С увеличением дисперсности аллювиальных отложений концентрация Pb возрастает от 10 мг/кг в среднезернистых песках до 30 мг/кг в супесях и суглинках.

Концентрация Pb в техногенных отложениях, сформировавшихся на территории города, различается в талых и мёрзлых грунтах в зависимости от длительности антропогенного воздействия [21]. И если в маломощных грунтах культурного слоя, возраст которых менее 100 лет, содержание Pb в талых и мёрзлых разновидностях практически идентично, то в более древних отложениях содержание металла превалирует в сезонном слое (рис. 6).

Аномальные концентрации Pb в грунтах «культурного слоя», возраст которых более 100 лет, в 1,4–1,7 раз выше, чем в незатронутых техногенезом аллювиальных отложениях. Аномалии прослеживаются обычно до кровли аллювиальных отложений, где концентрации Pb снижаются до фоновых значений, но иногда достигают глубины 10–12 м (рис. 7).

Влияние интенсивности техногенного давления на содержание свинца в грунтах можно проследить по разрезам двух скважин, пробуренных в районах старой застройки города. Мощность техногенных отложений, вскрытых скважинами, здесь составляет около 4 м. Однако характер распределения Pb в грунтах существенно отличается. Так, скважина № 17 находится

Таблица 8

Коэффициенты концентрации Pb и микроэлементов в основных геологических подразделениях относительно кларка земной коры [20]

Свита, преобладающие породы	Коэффициент концентрации				
		0,7–1,0	1,0–1,5	1,5–2,0	>2,0–5,0
Иниканская свита – $E_1 in$, известняки, доломиты	Ti, Cr, P, Zn	Yb, Li, Mn, Co, Ga, Ge, Sn, W, Pb , Ag, Sn	Be, Sc, Ag, Cu, As, Y, Nb, La, Yb, Bi, Sb, B, V, Ni, Tl	–	Mo, Au
Тымпынская свита – $E_2 tm$, известняки, доломиты, мергели	Zn, Pb	Mn, Yb, Li, Ti, Cr, V, Co, Ni, Cu, Ga, Y, Nb, W, Mo, Ge	Be, B, Sc, Mn, As, La, Yb, Sb, Bi, Tl, Sb, Au, Mo	W	–
Укугутская свита – $J_1 uk$, песчаники, конгломераты	–	Mo, W	Li, Be, B, Sc, Cu, Au, As, Nb, Yb, Sb, Bi, Tl, Zn, V, Mn, Ni, Ge, Ag, Sn	P, Ti, Co, Pb , Au	Cr, Zn, Ga
Тюнгская свита – $J_1 tn$, песчаники, глины, пески	–	Ag, Mo, B, Cu, Ge, W	Be, B, Zn, Pb, Ni, La, Yb, Tl, Sc, Mn, V, Co, Nb, Sn, Pb	P, Li, Cr, Zn, Ga, Y	Ti
Якутская свита – $J_2 jak$, песчаники, пески	–	B, Ni, Mo	Li, Be, Sc, Mn, Cu, Ge, Nb, La, Yb, Au, Co, Ag	P, Ga, Sn, W, Pb	Cr, Zn
Мавринская свита – $laQ_{II-III} mv$, пески	Li, V	B, P, Mn, Co, Ni, Zn, Ag	Be, Sc, Ti, Cu, Ge, Mo, La, Yb, Tl, Cr, Ga, Y, Nb, Sn, Pb		W
II надпойменная терраса, пески	Li	B, V, Co, Cu, La, Ag, Yb	Be, Mn, Ni, Ge, Au, P, Ti	Mo, Sn, Pb , Zn, Nb, W	Cr, Ga
I надпойменная терраса, пески	Li, B, Cr, Mn	Yb, V, Ni, Cu, W, Mo	Be, Ge, Sn, Pb , Sc, Co, Zn, Y, Ag, La, Au	P, Ti, Ga,	–

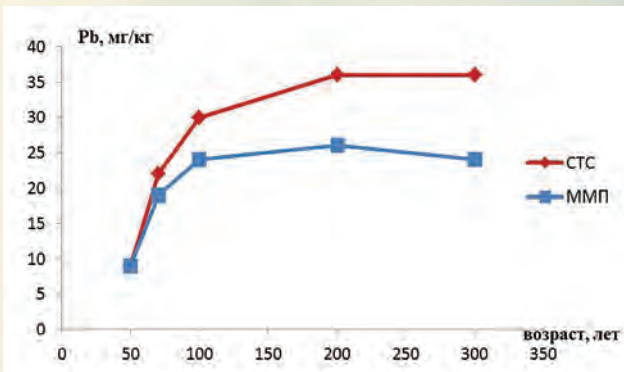


Рис. 6. Зависимость содержания Pb в СТС и ММП «культурного слоя» территории г. Якутска от продолжительности техногенного воздействия

в центральной части города с интенсивным автомобильным движением и высоким уровнем загрязнения атмосферы. Концентрация Pb в верхней части культурного слоя этой скважины – около 50 мг/кг и снижается до слабоаномальных значений (20 мг/кг) на контакте с аллювиальными отложениями. Скважина № 1-1 расположена в Заложном районе города (ул. Строда), с минимальной транспортной нагрузкой, соответственно и концентрация свинца в грунтах этой скважины не превышает 15–20 мг/кг (рис. 8).

Однако не всегда высокое техногенное давление приводит к существенному загрязнению грунтов свинцом. Поясним это на примере аэропорта г. Якутска, где поступление Pb из атмосферы максимально для территории города (см. рис. 3).

Почвы в районе аэропорта загрязняются большим комплексом халькофильных элементов. Концентрация

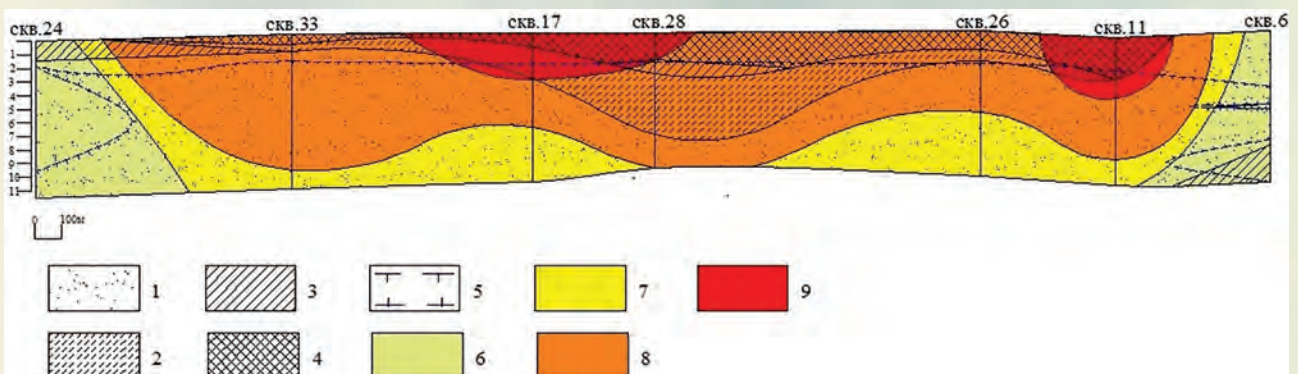
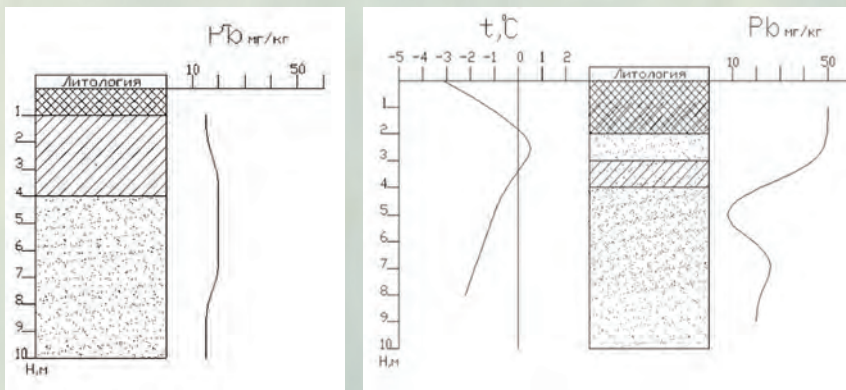


Рис. 7. Геохимический профиль Pb в грунтах «культурного слоя» и аллювия (СЗ-ЮВ) г. Якутска: 1 – песок; 2 – сугесь; 3 – суглинок; 4 – граница многолетнемерзлых пород; 6–9 – содержание Pb, мг/кг: 6 – ≤ 10, 7 – 10–20, 8 – 20–30, 9 – 30–50



Ул. Строда, № 4 (скв. 1-1)

Ул. Каландаришвили, № 1 (скв. 17)

Рис. 8. Распределение свинца в грунтах с различным техногенным давлением

Pb на поверхности почв здесь в 1,1–1,6 раз выше санитарных норм, но уже на глубине 0,5–3,2 м, как в талых, так и мёрзлых грунтах, не превышает величины ПДК_{почв}.

Интенсивное поступление свинца из атмосферы на территорию аэропорта не привело к существенному загрязнению почв и грунтов. Несмотря на аномальное содержание Pb в атмосферных выпадениях (до 2000 мг/кг в твёрдой фазе снега), концентрация металла в грунтах относительно невысока: в почвах – в 1,6 раза выше ПДК, в талых и мёрзлых грунтах – 0,9 ПДК. Очевидно, практически сплошное покрытие территории аэропорта асфальтом и бетоном приводит к смыву свинца, выпадающего из атмосферы с поверхности, и существенно

уменьшает его поступление в почвогрунты.

Слабоаномальные концентрации общего (валового) и водорастворимого Pb проникают в грунты взлётно-посадочной полосы аэропорта на глубину 2-3 м и прослеживаются в кровле многолетнемерзлых пород (рис. 9).

Значительное повышение содержания Pb в почвах селитебных зон связано с применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе и сжиганием углей. Основная масса металла осаждается на землю, а затем смывается в водоёмы, но заметная его часть остаётся и в воздухе.

Среднее содержание Pb в почвах Якутска, где климатические и ландшафтные условия затрудняют рассеяние, почти в 1,5 раз выше ПДК, что соответствует чрезвычайной экологической ситуации [22]. Максимальное содержание достигает 700–5000 мг/кг, что в 20 и даже в 100 раз выше ПДК (табл. 9). В то же время почвы большинства сельских поселений на территории РС(Я) не загрязнены свинцом.

Загрязнение почв, в свою очередь, приводит к усилению загрязнения атмосферы. Почвенная пыль является основным источником пыли в жилищах.

Наблюдается чёткая корреляция повышения концентрации свинца в почвах с ростом инфраструктуры

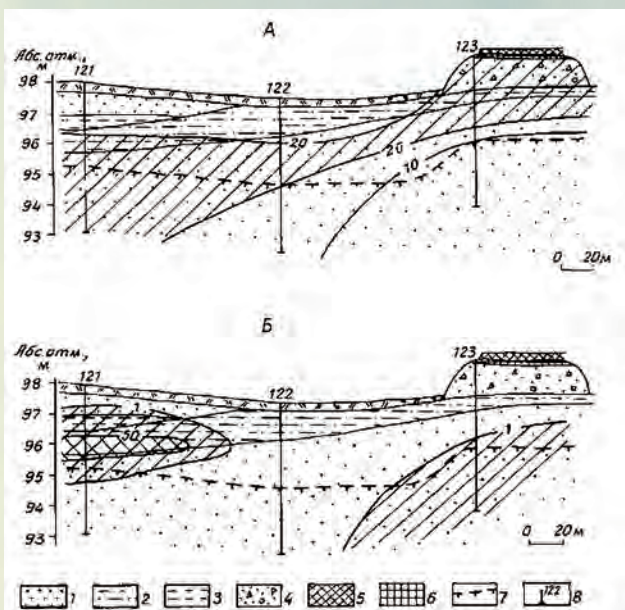


Рис. 9. Содержание общего, мг/кг (А), и водорастворимого, мкг/л (Б), Pb в грунтах аэропорта г. Якутска:

1 – песок; 2 – супесь; 3 – суглинок; 4 – щебень; 5 – асфальт; 6 – бетон; 7 – граница мёрзлых пород; 8 – номер буровой скважины

**Таблица 9
Содержание Pb в почвах населённых пунктов Якутии, мг/кг**

Населённые пункты	Среднее	Максимальное
Города, посёлки		
Якутск	47,0	5000,0
Мирный	49,0	100,0
Алдан	56,0	1000,0
Чульман	58,0	500,0
Нерюнгри	14,0	100,0
Верхневилуйск	14,2	–
Нюрба	8,8	–
Бадран	25,7	–
Сангар	60,0	100,0
Сёла		
Багадя	12,0	21,0
Мукучи	12,0	20,0
Кокуй	24,0	25,0
Мастах	15,0	20,0
Жархан	10,0	15,0
Чаппанда	10,0	15,0
Нюрбачан	10,0	12,0
Джекимдя	10,0	15,0
Хатассы	24,6	50,0
ПДК		32

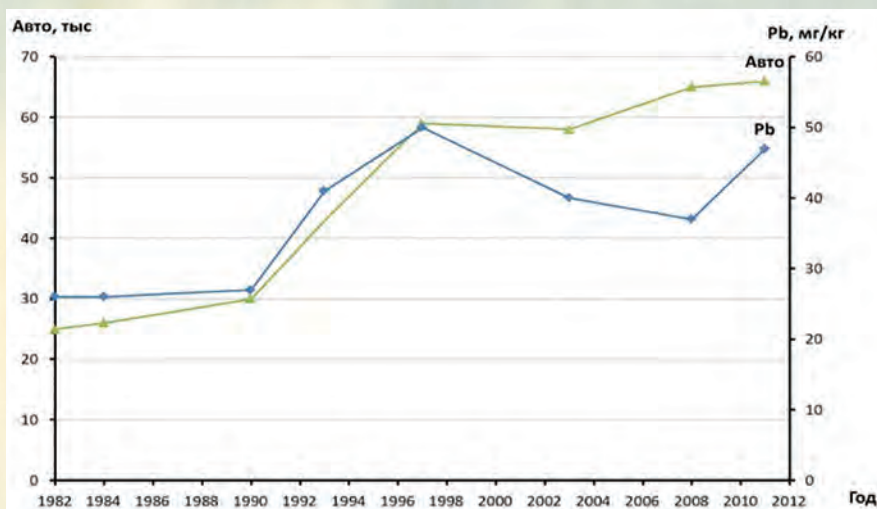


Рис. 10. Соотношение количества автомобилей в г. Якутске и концентрации Pb в почвах магистральных улиц города

города. Так, начиная с 1982 г., количество автомобилей в г. Якутске и концентрация свинца в почвах магистральных улиц возрастали почти синхронно и увеличились практически в три раза (рис. 10).

Значительное количество Pb содержат почвы, находящиеся в непосредственной близости от автомобильных дорог. Среднее содержание свинца в почвах магистральных улиц г. Якутска превысило санитарные нормы в 2,4 раза. Наиболее интенсивные аномалии Pb вытянуты вдоль автодорожных магистралей с максимумами на перекрестках улиц (рис. 11).

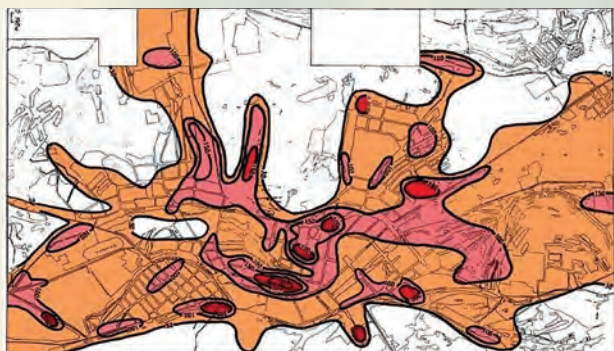


Рис. 11. Распространение Pb в почвах г. Якутска, мг/кг

Размеры зоны влияния автотранспорта на экосистемы сильно варьируют, и ширина придорожных аномалий Pb в почве достигает 100–150 м.

С 1995 по 2008 г. наблюдалось заметное понижение концентрации Pb в почвах магистральных улиц г. Якутска, что связано с благоустройством города, асфальтированием его территории, заменой почв на газонах. Это, безусловно, уменьшило запылённость атмосферы и количество свинца, поступающего в окружающую среду.

Свинец, как и другие тяжёлые металлы, накапливается в верхних гумусовых горизонтах почвенной толщи. Причём период полужизни Pb из почвы (выщелачивание, эрозия, потребление растениями, дефляция) очень длителен и в зависимости от типа почвы может составлять 740–5900 лет.

Почвы считаются самоочищающимся природным фильтром [23]. Однако в криолитозоне они во многом теряют своё свойство обеззараживания из-за малой мощности почвенного профиля, термогидрогеохимического барьера на пути миграции загрязнителей и слабой биохимической активности. Эти условия влияют на ускорение процесса загрязне-

ния почв и грунтов в зоне техногенного давления. Высокий потенциал атмосферного загрязнения, связанный с климатическими особенностями, ограничивает масштабы рассеяния загрязнителей. По сравнению с атмогеохимическими техногенными аномалиями литогеохимические поля Pb проявляются на ограниченных территориях и отличаются меньшей контрастностью.

Специфические условия геохимической обстановки зоны гипергенеза в городе и, прежде всего, щелочная среда почвенных растворов, способствуют фиксации свинца в виде труднорастворимых соединений. Однако постоянное возрастание кислотности городских почв в последнее время способствует увеличению объёма подвижных форм этого металла в почвах и ухудшению экологической ситуации.

Выпадение атмосферных осадков, загрязнённых Pb, и сброс в поверхностные водотоки сточных вод приводят к повышению концентрации свинца в донных отложениях р. Лены. Поступление стоков в реку ниже сброса канализационных вод г. Якутска загрязняет донные осадки у левого берега р. Лены, содержание Pb в которых составляет 30–50 мг/кг. Загрязнение донных отложений свинцом прослеживается на глубину до 1,0–1,5 м.

Содержание Pb в почвах и донных отложениях озёр находится примерно на одном уровне, что предполагает перенос металла с водосбора в акваторию озёр в твёрдой фазе в виде первичных и вторичных минералов [24]. В большинстве озёр уровень санитарных норм почв по содержанию свинца в донных отложениях превышен в 1,5–3,0 раза, а в озёрах бывшего кожзавода, Хатын-Юрях, Тёплое и Талое – даже в 5–9 раз [16].

Распространение озёр на территории города с различным уровнем загрязнения Pb донных отложений показано на рис. 12.

Свинец является одним из сильных токсикантов для живых организмов. Как дефицит, так и избыток его в организме человека и сельскохозяйственных животных приводит к различным заболеваниям (табл. 10).

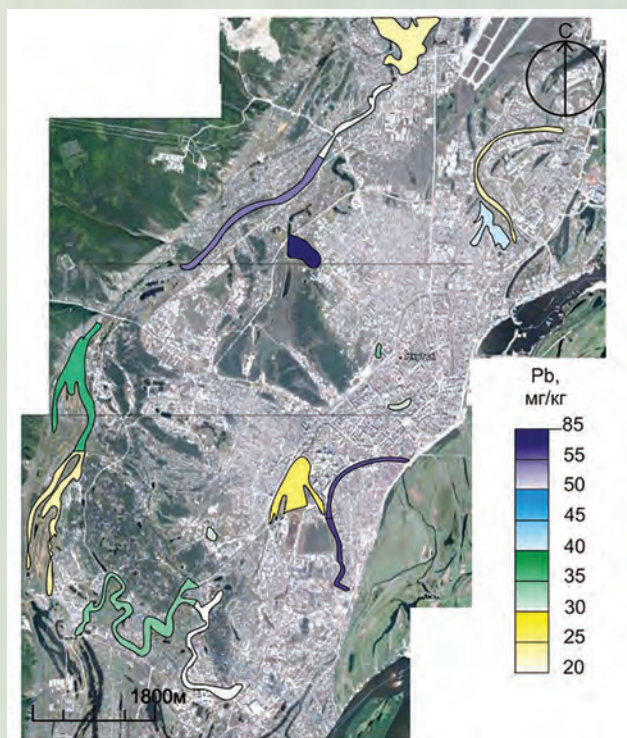


Рис. 12. Содержание Pb в донных отложениях крупных городских озёр

Установлено, что неорганические соединения свинца (Pb^{2+}) нарушают обмен веществ и выступают ингибиторами ферментов [25]. Длительное потребление воды даже с низким содержанием этого металла – одна из причин острых и хронических заболеваний. Очень вредны для здоровья и выбросы в атмосферу, так как происходит их накопление в организме.

Накопление свинца в организме приводит к проблемам в умственном и физическом развитии детей. У маленьких детей изменения психомоторных реакций связывают с повышенным поступлением свинца в организм при облизывании пальцев рук и игрушек, побывавших на загрязненной почве. Для детей школьного возраста характерно изменение показателя IQ. Влияние свинца проявляется также в изменениях двигательной

активности, координации движений, времени зрительной и слухомоторной реакции, слухового восприятия и памяти. Эти негативные изменения в психоневрологическом статусе ребёнка возможны и в более старшем возрасте.

Для женщин свинец представляет особую опасность, так как этот элемент обладает способностью проникать через плаценту и накапливаться в грудном молоке. Всемирная организация здравоохранения отмечает возможность риска спонтанных абортов при концентрации свинца в крови беременных работниц свыше 30 мкг/л [11].

Эколого-иммунологические исследования по оценке влияния климатических и техногенных факторов, в том числе и свинца, на состояние секреторного иммунитета у детей в г. Якутске были проведены врачом Д. А. Алексеевым [26]. Он обследовал в течение трёх сезонов года (зимой, весной и летом) 338 детей г. Якутска в возрасте от 5 до 15 лет. Была установлена частота выявления и количественное содержание в слюне белка, муцина, иммуноглобулинов, лизоцима и свинца. Д. А. Алексеев делает вывод о значительном накоплении свинца в биосредах жителей и высоком уровне заболеваемости городского населения.

Таким образом, загрязнение окружающей среды г. Якутска свинцом охватывает как депонирующие, так и миграционные среды. Во всех компонентах окружающей среды наблюдаются высокие концентрации Pb, превышающие природные значения и санитарные нормы.

Одним из важных путей улучшения экологической ситуации в городе является снижение вредных выбросов от двигателей внутреннего сгорания. Значительный эффект в снижении загрязнений воздуха автотранспортом возможен при массовом переводе его на дизельное и газовое топливо. Экологический эффект от сгорания природного газа в двигателе очень значительный – в выхлопе газовых двигателей отсутствуют тяжёлые металлы и бенз(а)пирен.

Благоустройство города, асфальтирование его территории, замена почв на газонах могут существенно уменьшить запылённость атмосферы и количество свинца, поступающего в окружающую среду. Так, заметное понижение концентрации Pb в почвах магистральных улиц г. Якутска наблюдалось в периоды их активно благоустройства.

Важнейшие заболевания, синдромы, признаки дефицита и избытка Pb у человека и сельскохозяйственных животных [25]

Таблица 10

Важнейшие заболевания, синдромы и признаки	
Дефицит Pb	Избыток Pb
Свинецдефицитные состояния у человека не известны	Хроническое свинцовое отравление: микроцитарная анемия
При дефиците Pb у животных отмечено нарушение обмена железа с развитием признаков железо-дефицитного состояния	Неврологические расстройства: свинцовая энцефалопатия (заторможенность, беспокойство, раздражительность, головные боли, галлюцинации, потеря памяти)
	Периферическая свинцовая невропатия, связанная с нарушением проводимости нерва
	Колики – ранний симптом отравления Pb. Свинцовая кардиомиопатия

Список литературы

1. Виноградов, А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А. П. Виноградов // *Геохимия*. – 1962. – № 7. – С. 555–571.
2. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 425 с.
3. Martin J. M., Meubeeck M. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. - *Marine Chemistry*, 1979, vol. 7, № 2, p. 173-206.
4. Ковальский, В. В. Геохимическая экология / В. В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
5. Иванов, В. В. Экологическая геохимия элементов : справочник : в 6 кн. – Кн. 3: Редкие р-элементы / В. В. Иванов, под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Недра, 1997. – 352 с.
6. Bowen H. J. M. Trace Elements in Biochemistry. - New York: Academic Press, 1966. - 241 p.
7. Голева, Г. А. Гидрогеохимия рудных элементов / Г. А. Голева. – М.: Недра, 1977. – 216 с.
8. Гордеев, В. В. Речной сток в океаны и черты его геохимии / В. В. Гордеев. – М.: Наука, 1983. – 160 с.
9. Шварцев, С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. – М.: Недра, 1978. – 287 с.
10. Gollagwan J. P. Environmental lead levels // *J. Search*, 1980. - Vol. 11. - № 12. - P. 411.
11. Снакин, В. В. Свинец в биосфере / В. В. Снакин // *Вестник РАН*. – 1998. – Т. 68, № 3. – С. 214–224.
12. Ohta S., Muraо M., Fukasawa T., Makarov V. N. Atmospheric aerosol concentration at Yakutsk, Tiksi and Norilsk // *Proceedings of the Fourth Symposium on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1995*. - Japan, Sapporo: Inst. of Low Temperature Sc., Hokkaido University. - 1999. - P. 111-115.
13. Бондаревич, Е. А. Эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения городской среды Читы по состоянию снежного покрова / Е. А. Бондаревич // *Лед и снег*. – 2019. – № 3. – С. 51–59.
14. Радомская, В. И. Многомерный статистический анализ содержания элементов в снеговом покрове г. Благовещенска / В. И. Радомская [и др.] // *Региональная экология*. – 2018. – № 3. – С. 51–59.
15. Анисимова, Н. П. Гидрогеохимические исследования криолитозоны Центральной Якутии / Н. П. Анисимова, Н. А. Павлова ; отв. ред. В. В. Шепелёв ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т мерзлотоведения. – Новосибирск : Академические изд-во «Гео», 2014. – 189 с.
16. Макаров, В. Н. Экогеохимия городских озёр Якутска / В. Н. Макаров, А. Л. Седельникова. – Якутск : Изд-во Ин-та мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2016. – 210 с.
17. Добровольский, В. В. Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами / В. В. Добровольский // *Биологическая роль микроэлементов*. – М.: Наука, 1983. – С. 44–54.
18. Макаров, В. Н. Микроэлементы в камышах городских водоёмов Якутска / В. Н. Макаров // *Вестник Забайкальского университета, Науки о Земле*. – 2017. – Т. 23, № 5. – С. 15–26.
19. Jackson J.J., Rasmussen J.B., Petters R.H., Kalf J. Empirical composition on aquatic macrophytes and their underlying sediments // *Biogeochemistry*. - 1991. - V.12, p. 71-86.
20. Подъячев, Б. П. Геохимические аномалии благородных металлов в осадочных отложениях Якутского поднятия / Б. П. Подъячев // *Система коренной источник – россыпь*. – Якутск : Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – С. 166–173.
21. Макаров, В. Н. Геохимия техногенных отложений (культурного слоя) в криолитозоне (на примере г. Якутска) / В. Н. Макаров, Н. В. Торговкин. – *Криосфера Земли*. – 2018. – № 3. – С. 27–39.
22. Макаров, В. Н. Свинец в биосфере Якутии / В. Н. Макаров. – Якутск : Издательство Института мерзлотоведения СО РАН, 2002. – 113 с.
23. Нежданова, И. К. Об изучении загрязнённости городских почв в связи с охраной окружающей среды / И. К. Нежданова, Ю. П. Суетин, Г. Б. Свешников // *Вестник ЛГУ*. – 1984. – № 12. – С. 87–91.
24. Макаров, В. Н. Эколого-геохимический мониторинг окружающей среды города Якутска / В. Н. Макаров // *Наука и образование*. – 2013. – № 3 (70). – С. 95–100.
25. Авцын, А. П. Патология человека на Севере / Авцын А. П. [и др.]. – М.: Медицина, 1985. – 416 с.
26. Алексеев, Д. А. Состояние секреторного иммунитета у детей г. Якутска : автореф. дис. ... канд. мед. наук. (Чел. гос. мед. академия) / Д. А. Алексеев. – Челябинск, 1999. – 19 с.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

В России центр на периферии.

В. Ключевский

Наука только тогда благотворна, когда мы её принимаем не только разумом, но и сердцем.

Д. И. Менделеев

ТАЁЖНЫЕ И СНЕЖНЫЕ МЕДВЕДИ

А. К. Ахременко

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10035

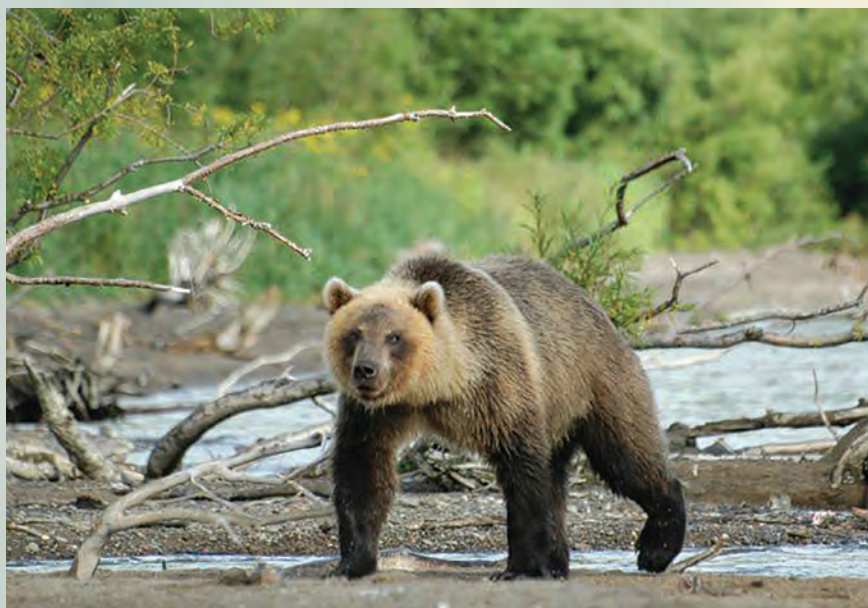


*Александр Кузьмич
Ахременко,
кандидат биологических наук,
зоофизиолог, г. Якутск*

Специалисты, занимающиеся вопросом о происхождении современных бурых и белых медведей, до сих пор не имеют единого мнения. Воистину, сколько медвежатников, столько и гипотез. Одна из них представляется более вероятной и сводится к следующему. Когда-то в области Северного полюса существовал единый материк или архипелаг. Там буйствовала зелень, и деревья были большими. Среди прочих животных по суше бродили и медведи, но одного вида. Примерно 55 000 (± 5000) лет тому назад произошла катастрофа планетарного масштаба: взорвался вулкан на одном из островов современной Индонезии, т. е. как раз на экваторе. Всё небо над планетой заволочило пеплом. Наступил ледниковый период. В итоге неизвестно, по какой причине часть медведей ушла на юг за отступающей растительностью, а оставшаяся часть осталась на уходящих под воду клочках суши, с постепенным промерзанием островов и образованием покровных льдов в океане. Процесс

этот был достаточно продолжительным, что способствовало адаптации этой части медведей к суровым климатическим и ледовым условиям.

Бурый медведь (*Ursus arctos*) – один из самых нетребовательных к среде хищников. Встречается он в лесах от Пиренейских гор до Камчатки, в северном Иране и Китае, на Корейском полуострове, в Северной Америке. На Аляске и в Канаде его называют «гризли». Естественно, что на такой огромной территории внешний вид медведей различен. Прослеживается тенденция к увеличению размеров их тела с запада на восток и с юга на север. Наиболее крупные особи обитают в местах, богатых растительной и животной пищей. Это побережье Камчатки и Аляски. Всем известны сцены «рыбалки» медведей во время нереста красной рыбы. Не брезгают эти звери крабами, креветками, моллюсками и водорослями, остающимися на суше после отливов. В этих местах масса самцов достигает 700 кг [1]. Якутские медведи не отличаются особо



На рыбалку без рыболовных снастей.

Фото В. Нукифорова (Instagram/victor.nikiforov.395)



*Члены семьи мирно делят добычу.
Фото В. Никифорова (Instagram/victor.nikiforov.395)*

крупными размерами. Масса самцов 140–150, а самок 80–100 кг [2, 3].

Зимуют медведи в берлогах, которые чаще они устраивают под корнями деревьев, на возвышенностях, окружённых болотами, на полянах в глухих местах. В горных районах в качестве зимних убежищ служат пещеры и расщелины. В Якутии медведи роют берлоги глубиной до 2–3 м [2], тогда как в других регионах они не так глубоки: в Удмуртии – 0,7 [4], Алтае – 0,9–1,2 [5], Туве – до 2 [6] и Прибайкалье – 1,7–2 м [7].

Сведения об изменении температуры в берлоге крайне скудны. Можно сослаться на публикацию 1985 г., в которой говорится о работе канадских зоологов, изучавших экологию американского чёрного медведя [8]. Отмечается, что при малоснежной зиме вход в берлоги остаётся открытым и температура нередко опускается до минус 40 °С. Тем не менее ректальная температура тела не бывает ниже 30 °С. При этом медведи не покидают своих берлог. Это может свидетельствовать о том, что они контролируют уровень теплопродукции, как и настоящие зимоспящие обитатели криолитозоны (суслики и сурки). В многоснежные зимы отверстие полностью закрывается и температура в берлоге держится всего на несколько градусов ниже нуля [8]. Опытные охотники обычно замечают лёгкий парок над берлогой, поскольку медведи оставляют небольшое отверстие для её вентиляции.

Сроки залегания медведей зависят как от климатических условий, так и от наличия пищи. Так, длительность берложного периода растёт с запада на восток. В Карпатах и горах малого Кавказа она составляет всего 1–2 месяца, а в тёплые и бесснежные зимы звери остаются активными [9]. На северо-востоке Сибири медведи залегают в берлогу в конце сентября – октябре и проводят в берлоге 6–7 месяцев [3, 10–12].

Половозрелыми медведи становятся на третьем году жизни. Гон у них проходит в первой половине лета. Медвежата появляются на свет в январе–феврале. Обычно рождается двойня, но нередко встречаются медведицы с тремя медвежатами, крайне редко – с пятью. Вес медвежат при рождении обычно не превышает 500–600 г. В конце апреля – начале мая их вес может достигать до 8 кг. Этому способствуют высокие питательные качества молока матери, в котором содержание жира составляет 22 %, белка – 11 %, а витамина «Е» – 3,9 мг%, что превышает его содержание в коровьем молоке в четыре с лишним раза [13]. Не молоко, а сливки! Установлено, что масса медвежат увеличивается с запада на восток, так же как и плодовитость [14].

По наблюдениям медвежатника и врача по профессии С. В. Лобачева, число дыханий у спящих медведей составляет 10–12 в минуту против 30–35

во время бодрствования, а ректальная температура – в пределах 29–34 °С [15]. При этом С. В. Лобачев пользовался обычным медицинским градусником. Примерно такие же результаты были получены и при вживлении подкожно в области живота термографа (чипа) медведю, живущему в зоопарке «Орто-Дойду» [16]. В отличие от разовых измерений метод вживляемых датчиков позволяет проследить изменения температуры тела животных на протяжении всего зимнего сна – от залегания до выхода из него.

Следует отметить, что показания датчиков, введённых под кожу и в прямую кишку, не могут приниматься за действительную температуру тела. Прежде всего это относится к крупным животным. К зиме у них утолщается кожный покров и увеличивается подкожный слой сала, а кишечный тракт заливается жиром. Ещё в прошлом веке в физиологии было разработано положение о температуре «оболочки» и «ядра» тела. Разница в показаниях может составлять 3–5 °С.

Американские исследователи выполняют свои наблюдения в основном на чёрном медведе (*U. Americanus*), который уступает бурому по размерам и является менее агрессивным. Ими было установлено, что во время зимнего сна частота сердечных сокращений становится реже на 79–80 % по сравнению с контрольными значениями. В условиях искусственной гипотермии (звери были предварительно обездвижены) частота сердечных сокращений снижалась до 1–4 в минуту, тогда как у собак в тех же условиях она была не ниже 18. Некоторые авторы утверждают, что медведи по этой характеристике ближе к животным, спящим зимой [17]. Так же как и у настоящих зимоспящих, у медведей наблюдается апноэ (задержка дыхания) на 2–4 минуты. Электрокардиограмма у них также не отличается от кардиограмм других зимоспящих [18].

Белый медведь (*Ursus maritimus*) – самый крупный наземный хищник. В его пасти насчитывается 42 зуба. Имея к тому же мощную челюстную мускулатуру, звери разгрызают сетки-рабицы, срывают замки и в состоянии перекусить ствол дробовика. Общая численность белых медведей в настоящее время составляет 25 тысяч особей. В российском секторе Арктике их около 6 тысяч. В канадском секторе Арктики крайне редко, но встречаются самцы, масса которых достигает 1000 кг. Когда такой зверь поднимается на задние лапы, то расстояние до кончиков передних лап у него составляет 4,5 м. Длина когтей у них 15 см. Белые медведи обладают поразительным чутьём – свою добычу они определяют за 30 км. Наиболее часто встречаемые особи имеют массу 300–500 кг. Самцы почти в два раза крупнее самок. В российском секторе Арктики звери менее крупные, их масса от 200 до 400 кг. В июле 2019 г., например, на одном из небольших островов вблизи полуострова Ямал бригада из службы защиты белых медведей обнаружила медведицу с одним медвежонком. Её вес был всего 200 кг.

Белые медведи, так же как и бурые, залегают на зиму в берлоги, но берлоги снежные. Устраивают они их в местах, где наматывается больше снега, т. е. под обрывами берегов или под скалами и в расщелинах. По сведениям Министерства экологии, природопользования и лесного хозяйства РС(Я) в пределах арктической зоны республики «родильными домами» для белого медведя служат островки архипелага «Медвежьих островов». Этот архипелаг находится к востоку от устья р. Колымы, на границе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В среднем там ежегодно появляются на свет 20 медвежат. Беременные самки залегают на 160–170 дней, в то время как яловые самки, самки с сеголетками, молодые и старые самцы пребывают в берлоге 110–130 дней [19, 20]. Залегание проходит в сентябреноябре, а выход приходится на март-апрель.

В берлоге во время зимнего сна у белых медведей частота дыхания понижается до 3–5 раз, а частота сердечных сокращений уменьшается с 60 до 27 ударов в минуту [21]. Измерение потребления кислорода у двух молодых самок массой не более 180 кг показало, что при температуре среды от минус 10 до минус 35 °С среднесуточный расход энергии составил 49 % от основного обмена (уровень метаболизма в покое и при комфортной температуре). Считается, что этот показатель является характерным для животных с такой массой тела. Минимальный расход энергии зафиксирован на уровне 44,3 % [22].

После выхода из берлоги медведица выжидает, когда потомство подрастёт, чтобы отправиться к пайковым льдам, где обитают ластоногие.

Тюлени и нерпы для белых медведей являются основным источником питания. Путь их лежит через многочисленные полыньи. Если взрослые самки в состоянии преодолеть до 80 км чистой воды, то медвежата не более 15 км. В связи с потеплением климата и таянием арктических льдов расширяется и пространство чистой воды, поэтому неизвестно, какова будет судьба зверя, оставшегося на материковом берегу. На пропитание остаётся лишь трава да водоросли. Эта проблема очень серьёзна, поскольку всё больше медведей остаются на побережье материка. Голодные медведи представляют большую опасность для человека. Убедить от них невозможно. Самцы в погоне развивают скорость до 40, а самки до 60 км в час.

Физиологов издавна привлекала проблема регуляции зимней спячки и зимнего сна у животных (гипобиотических состояний). Конечной целью исследований в этом направлении служит достижение устойчивой глубокой гипотермии и выхода из неё без патологических последствий для человека. Ещё в 30-е годы прошлого столетия делались попытки выделения активных соединений (факторов), способствующих вхождению в зимнюю спячку и поддерживающих её [23–26]. Исследователи получали экстракты из бурой жировой ткани, лимфатических узлов и мозга у находящихся в спячке хомячков, ежей, летучих мышей, сусликов и сурков. Эти экстракты вводили белым крысам, кошкам и собакам. Такие введения вызывали у животных сноподобные состояния. Более обстоятельно к этой проблеме вернулись лишь в 60-х годах XX в. Определелись две группы исследователей. Одна группа занималась поиском факторов, выделяемых из органов, а другая работала с белками крови.

Одним из объектов, заинтересовавших учёных, стала двоякодышащая рыба (*Protopterus aethiopicus*),



Белый медведь в «дежурной» стойке оценивает обстановку для охоты.

Фото А. Седова (Instagram @alexey_seafarer)



Где-то мы с вами встречались?
Фото А. Седова (Instagram @alexey_seafarer)

которая водится в экваториальной части западной Африки. При пересыхании водоёмов она впадает в торпидное состояние (оцепенение), глубоко зарываясь в ил. Экстракт из мозга этой рыбы, при введении крысам, снижал температуру тела на 5 °С, а метаболизм на 35 %. Итогом работы стал патент США на пептид, состоящий из 11 аминокислот [27]. Пептид не только подавлял метаболизм и способствовал снижению температуры тела, но и замедлял синтез ДНК и белков.

У нас в стране такие работы были организованы в начале 80-х годов прошедшего столетия. Из органов якутских длиннохвостых сусликов было выделено 35 пептидов, шесть из которых оказались активными. Тестирование на подопытных животных, изолированных органах и мембранах клеток показали разнообразные эффекты [28]. При этом, конечно же, не были обойдены вниманием и медведи. Поскольку у них метаболизм снижается всего в два раза, а ректальная температура тела не опускается ниже 29 °С, то вполне естественно было предположить, что пептиды, выделенные из тканей этих особей, будут обладать более выраженным и длительным воздействием на организм реципиентов.

В моих статьях [29–31] приводятся результаты работ по тестированию фракции из мозга бурого медведя с молекулярной массой от 1000 до 10 000 дальтон. Этот диапазон масс представлен пептидами. При внутрибрюшинном введении фракции в дозе 1 мг/г белым мышам температура их тела понижалась в течение часа на 7 °С, а потребление кислорода на 70 %.

В другом опыте в камере создавалась среда с пониженным содержанием кислорода одновременно с повышением концентрации углекислого газа. В такой атмосфере мышцы охлаждались до комнатной температуры. После этого подавался воздух, и температура тела мышей возвращалась к норме (контроль). Инъекция фракции после охлаждения существенно замед-

ляла разогревание. Вводимая доза оказалась запредельной в отличие от аналогичной фракции из мозга суслика. Даже спустя сутки три мыши оставались в гипотермном состоянии, а две погибли.

Ещё в одном опыте, в тех же гипоксии-гиперкапнических условиях, фракцию вводили интраназально, т. е. в пазухи ноздрей. Контрольные мыши становились нормотермными после трёх часов. Температура тела мышей с введённой фракцией оставалась на уровне 33 °С и спустя 8 часов наблюдений.

Ввиду ограниченного количества материала следующую серию опытов проводили на изолированных клетках сердечной мышцы крыс, в мембранах которых искусственно создавали поры. При помещении клеток в раствор, содержащий ионы кальция, клетка всасывается. При этом возникает ток, сила его измеряется в наноамперах. Из фракции 1–10 кД было выделено три субфракции, одна из них подавляла кальциевый ток на 60 %. Следовательно, активная составляющая пептидной фракции причастна к регуляции сердечной деятельности.

На 20-й минуте после введения фракции в боковой желудочек мозга крыс они впадали в сноподобное состояние. Перестраивались и электрическая активность мозга крыс, усиливались медленные частоты (характерные для глубокого сна) и подавлялись высокие частоты (характерные для парадоксального сна). У сусликов в зимней спячке последние исчезают при температуре 26–28 °С. У медведей же сохраняется высокая температура мозга (32–35 °С), поэтому они способны выскакивать из берлоги на посторонний звук. Это состояние именуется зимним сном или (в англоязычной литературе) поверхностной гибернацией (surface hibernation).

Исходя из того, что медведи, несмотря на свои крупные размеры, в состоянии снижать во время зимнего сна обмен веществ более чем на 50 %, а температуру контролирующих органов (сердца, мозга, почек и др.) всего на несколько градусов, появляется уверенность в том, что пептиды, выделенные и структурированные по образу и подобию медвежьих регуляторов, могут играть большую роль в криоконсервации и пересадке органов человека. Таким образом, возможно, будет решена проблема, до сих пор волнующая криобиологов и криомедиков: как возвращать ткани и органы к жизни без патологических нарушений их структуры и функций.

Список литературы

1. Верещагин, Н. К. Бурый медведь. Крупные хищники и копытные звери / Н. К. Верещагин. – М.: Лесная промышленность, 1978. – С. 50–69.

2. Мордосов, И. И. Экология бурого медведя в Якутии. Медведи в СССР / И. И. Мордосов. – Сочи, 1987. – С. 176–183.
3. Мордосов, И. И. Бурый медведь в Якутии. Медведи / И. И. Мордосов. – М. : Наука, 1993. – С. 301–318.
4. Лоскутов, А. В. Бурый медведь Волжско-Камского края. Медведи / А. В. Лоскутов. – М. : Наука, 1993. – С. 91–135.
5. Сабанский, Г. Г. Бурый медведь Алтая и Саян. Медведи / Г. Г. Сабанский. – М. : Наука, 1993. – С. 214–249.
6. Смирнов, М. Н. Значение бурого медведя в Туве. Экология медведей / М. Н. Смирнов, В. Е. Носков, Г. В. Кельберг. – Новосибирск : Наука, 1987. – С. 60–76.
7. Устинов, С. К. Бурый медведь Прибайкалья. Медведи / С. К. Устинов. – М. : Наука, 1993. – С. 275–301.
8. In der Hohle Des Baren. Wild und Hund. 1985. - № 2. - S. 48-49.
9. Калабухов, Н. И. Спячка млекопитающих / Н. И. Калабухов. – М. : Наука, 1985. – 264 с.
10. Охлопков, И. М. Бурый медведь (*Ursus arctos* L. 1758) в горах Центрального Верхоянья. Актуальные проблемы экологии / И. М. Охлопков, Ф. Г. Яковлев, В. Т. Седалищев. – Караганда, 2003. – С. 418–421.
11. Айыы Уола Айан. Экология бурого медведя в Якутии : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Айыы Уола Айан. – Петрозаводск, 2004. – 20 с.
12. Чернявский, Ф. Б. Млекопитающие Крайнего Северо-Востока Сибири / Ф. Б. Чернявский. – М. : Наука, 1989. – 125 с.
13. Jennes R. Some aspects of milk from four species of bears / R. Jennes, A.W. Erickson, J.J. Craiherd // *J. Mammal.* - 1972. - Vol. 53. - P. 34-47.
14. Завадский, Б. П. Темпы роста бурого медведя в связи с наступлением половой зрелости / Б. П. Завадский // Экология медведей. – Новосибирск : Наука, 1987. – С. 115–119.
15. Лобачев, С. В. Охота на медведя / С. В. Лобачев. – М., 1951. – 62 с.
16. Ануфриев, А. И. Температура тела бурого медведя (*Ursus arctos* L. 1758) в период зимней спячки / А. И. Ануфриев, В. Ф. Ядрихинский // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2016. – № 2. – С. 106–110.
17. Folk E.G.Jr. Physiological observations of subarctic bears under winter den conditions / E.G.Jr.Folk // *Mammalian hibernation III.* Edinburgh and London. - 1967. - P. 75-85.
18. Watts P.D. Mammalian hibernation and the oxygen consumption of a denning black bear / P.D. Watts, N.A. Quistland, C. Jonkel [et al.]. - *Comp. Biochem. Physiol.* - 1981. - V. 69A. - P. 687-691.
19. Млекопитающие Якутии / Под ред. В. А. Тавровского. – М. : Наука, 1971. – 660 с.
20. Lyman C.P. Hibernation and torpor in mammals and birds / C.P. Lyman, J.S. Willis, A. Malan. L.C.H. Wang. - N.Y. - L: Acad. Press, 1982. - 318 p.
21. Беликов, С. Е. Белый медведь. Медведи / С. Е. Беликов. – М. : Наука, 1993. – С. 420–479.
22. Watts P.D. Standart metabolic rate of polar bears under simulated denning conditions / P.D. Watts, N.A. Quistland, R.J. Hurst // *Physiol. Zool.* - 1987. - V. 60. - P. 687-691.
23. Kroll F. 1933 – цит. по Swan H. Neuroendocrine aspects of hibernation / H. Swan // *Survival in the cold.* - Amsterdam: Elsevia. - 1981. - P. 121-138.
24. Kroll F. Gibt es einen. Humoralen Schlafstoff im Schlahirm? / F.Kroll // *Deutsch. Med. Wochenschr.* - 1952. - Bd. 77. - S. 879-880.
25. Wendt C.F. Über Wirkungen eines extraktes aus dem braunen Fettgewebe winterschlafendwen Jgels / C.F.Wendt // *Z. Physiol. Chem.* - 1937. - N. 4. - P. 249.
26. Wendt C.F. Über die Senkung des grundumsatzes durch das braune Fettgewebe winterschlafendwen Jgel und durch Prolon / C.F. Wendt // *Z. Physiol. Chem.* - 1943. - N. 2. - P. 153-168.
27. Reinhard F.G. Hormone – like peptides and use therefor / F.G. Reihard // *US Patent.* 4.332.920. May 10. 1983.
28. Крамарова, Л. И. Эндогенные гипометаболические-гипотермические факторы и их возможное применение для жизни в холоде / Л. И. Крамарова, Р. Х. Зиганшин, Э. Н. Гахова // *Биоорг. химия.* – 2009. – № 5. – С. 597–609.
29. Ахременко, А. К. Влияние фракции (1 -10 кДа) из мозга бурого медведя (*Ursus arctos*) на температуру тела и метаболизм белых мышей / А. К. Ахременко [и др.] // *Докл. РАН.* – 1994. – Вып. 6. – С. 838–839.
30. Игнатъев, Д. А. Влияние фракции 1-10 кД из мозга бурого медведя *U. arctos* на белых мышей / Д. А. Игнатъев, В. В. Воробьев, А. К. Ахременко // *Ж. эволюц. биохимии и физиологии.* – 2004. – № 4. – С. 344–348.
31. Ахременко, А. К. Исследование физиологической активности фракции 1-10 кД из мозга бурого медведя (*U. arctos*) / А. К. Ахременко, Р. Х. Зиганшин, Ю. М. Кокос // *Вестник бурятской ГСХА им. В. Р. Филлипова.* – 2013. – № 4. – С. 7–12.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Радость видеть и понимать есть самый прекрасный дар природы, данный человеку.
Эйнштейн

Время есть величайший из новаторов.

Фрэнсис Бэкон

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ АТТРИБУТОВ БЫТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ МИРА

Н. Н. Кожевников

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10036



**Николай Николаевич
Кожевников,**

*доктор философских наук,
профессор Северо-Восточного
федерального университета
им. М. К. Аммосова, г. Якутск*

Целью настоящей работы является выявление определений бытия, сущего и связанных с ними понятий в рамках концепции системы координат мира на основе предельных динамических равновесий детерминистического хаоса. Традиционный анализ этих понятий включает в себя перечень концепций античности, средневековья, Нового времени и предлагает пользоваться ими в зависимости от особенностей эпохи и авторитета автора. По нашему мнению, анализ таких многовариантных понятий должен опираться, прежде всего, на конкретную наглядную концепцию или идею, которым должен предшествовать определённый взгляд на сопутствующие им понятия.

Бытие, сущее, существование, присутствие

В философии было много философских систем, но только некоторые из них трансформировались в магистральные её направления. Большинство из остальных соответствуют избыточной информации. Некоторые из них были полезными на определённых этапах развития философии, остальные представляют только исторический интерес и запутали фундаментальные проблемы этой дисциплины. Большой вклад в эту путаницу вносит и ориентация при преподавании философии на второстепенные вопросы, не способствующие прояснению её ключевых проблем. Здесь необходимо иметь относительную ясность о понятии «бытие», хотя полной ясности об этом понятии достичь невозможно. В настоящей статье предлагается один из наиболее естественных взглядов на «бытие» и его основные характеристики.

Рассмотрим основные определения бытия и связанных с ним по-

нятий «сущего», «существования» и «присутствия». Их определений на различных этапах развития философии было много. Они углублялись и прояснялись в зависимости от развиваемых конкретным философом представлений. Будем исходить из понимания бытия Аристотелем: «*Бытие же само по себе приписывается всему тому, что обозначается через формы категориального высказывания, ибо сколькими способами делаются эти высказывания, в стольких же смыслах обозначается бытие*» [1, с. 156]. Г. Гегель считал, что «*Чистое бытие... есть... неопределённая простая непосредственность*» [2, с. 217]. М. Хайдеггер делает бытие изначальным понятием своей философии, истолковывая все фундаментальные философские категории (субъект, объект, дух, тепло, сознание, реальность и т. п.) как формы бытия. Вслед за Ницше Хайдеггер считает источником «забвения бытия» платоновскую теорию идей: «*Бытие – это не Бог и не основа мира. Бытие дальше, чем всё сущее, и всё же ближе человеку, чем любое сущее, будь то камень, животное, произведение искусства, машина, будь то ангел или Бог. Бытие есть ближайшее. Однако близкое остаётся человеку самым далёким*» [3, с. 344]. Прежде в своей главной книге Хайдеггер утверждал: «*Что мы всегда живём в некоторой бытийной понятливости и смысл бытия вместе с тем окутаны тьмой, доказывает принципиальную необходимость возобновления вопроса о смысле "бытия"... Разбор предрассудков, однако, сделал вместе с тем ясным, что не только ответа на вопрос о бытии недостает, но даже сам вопрос темен и не направлен. Возобновить бытийный вопрос значит поэтому:*



Картина галактики

(https://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Speculative_fiction)

удовлетворительно разработать сперва хотя бы постановку вопроса» [4, с. 19–20].

Под «сущим» в различных философских подходах понималось: 1) всё существующее, 2) способ существования, 3) бытие связки (сущее всегда «есть»). Онтологическое различение сущего и бытия началось ещё в античности. В средние века сущее понимается как осуществляющее акт бытия. Н. Гартман считает, что «к сущему относится как видимое и данное, так и внутреннее и скрытое. Взгляд на сущее как на данное предполагает, что оно – настоящее» [5]. То есть все вещи, существующие в настоящем, могут быть отнесены к сущему. В арабо-мусульманской философии большинство исследователей «считало "сущее" понятием более узким, нежели "вещь"... прежде чем стать сущей или несуществующей, вещь является утверждённой» [6, с. 676]. Сущность – внутреннее содержание вещи, выражающееся в устойчивом единстве всех форм его бытия. Согласно Канту сущность характеризует необходимые устойчивые признаки вещи.

Сущее тесно связано с существованием – одним из аспектов бытия. Аристотель различал бытие вещи и саму вещь: «...бытие человеком и человек – не одно и то же...» [1, с. 227], хотя он сам не употреблял термина «существование» в явном виде. Присутствие – это готовность сущего вступить во взаимодействие с другими сущими, а через них с другими вещами. У Хайдеггера «присутствие» сводится к человеческому «здесь-бытию». «Присутствие есть сущее, которое, понимая в своём бытии, относится к этому бытию. Тем самым заявлено формальное понятие экзистенции. Присутствие экзистирует. Присутствие есть далее сущее, которое всегда я сам» [4, с. 71].

Определений понятий «сущего», «существования», «присутствия» очень много, так же как и связанных с ними концепций, и здесь приведены далеко не все из них. Однако даже по этому небольшому анализу вид-

но, насколько они многозначны и расплывчаты. Их смысл изменялся на разных этапах развития философии и перекрывал друг друга. Все эти понятия тесно связаны часто весьма неопределённым образом с бытием.

Понятия, связанные с концепцией «бытия»

Бытие опирается на понятия, которые имеют место в мире и его подсистемах: природе, социуме, гуманитарной сфере.

Мир – всё, что окружает человека и человечество в целом. Включает в себя Вселенную, живую природу, социум – сферу человеческих отношений и сферу продуктов человеческого духа (гуманитарную сферу). Понятия

«мир» и «природа» в современных условиях не являются тождественными.

Природа – в настоящее время утратила своё значение как понятие универсальное, соответствующее Вселенной и противопоставляемое человеку, будучи вытесненным другими философскими категориями и мировоззренческими универсалиями... Природа в этом контексте стала отождествляться с окружающей человека средой, т. е. лишь с той частью действительности, которая «выступает как совокупность условий существования человека, включённого в биосферу в качестве биологического вида... охватывая как естественную среду обитания людей, так и искусственную, созданную (преобразованную) руками человека» [7, с. 851].

Вещь – «любое нечто самостоятельно существующее в пространстве-времени... всё, что может быть названо, всё, что может быть объектом мысли. Как самое общее философское понятие оно охватывает любые объекты мысли – и реальные, и воображаемые» [8, с. 851]. Вещь – одна из основных сущностей реальности мира. В той или иной степени она коррелирует с понятиями «объект», «предмет», «актуальное бытие», «реальность», «система».

Объект – «то, на что направлена активность (реальная и познавательная) субъекта. Объект не тождествен объективной реальности... Объектом может быть физическая вещь, существующая в пространстве и времени, объективно-реальная ситуация. Это может быть собственное тело субъекта. Объектами могут быть состояния сознания субъекта и даже его Я в целом... объектом может стать всё, что существует... Нередко термин "объект" используется в философии вне контекста его отношения к субъекту, а просто в смысле предмета. Так, в философии науки выделяют, наряду с эмпирическими объектами, также и объекты теоретические... С точки зрения реализма некоторые

теоретические объекты, которым приписываются свойства пространственной и временной локализации (такие, например, как атомы, электроны, кварки и т. д.), существуют реально. Общеизвестно, что такие теоретические, которые называются идеальными (материальная точка, идеально твёрдое тело и т. д.), реально не существуют, а вводятся в состав теории как способы изучения некоторых явлений в чистом виде» [9, с. 136]. Объект часто считают синонимом вещи, однако обычно это вещь, включённая в человеческую деятельность, которую предметно – практически и познавательно – осваивает субъект.

Предмет – «категория, обозначающая некоторую целостность, выделенную из мира объектов в процессе человеческой деятельности и познания. Понятие предмета часто употребляется в менее строгом смысле, отождествляя его с понятием объекта или вещи... Один и тот же объект может быть предметом различных видов исследования... Основное отличие предмета от объекта заключается в том, что в предмет входят лишь главные, наиболее существенные (с точки зрения данного исследования) свойства и признаки» [10, с. 329–330].

К вышеизложенному целесообразно добавить ещё два уточняющих их понятия.

Предмет философии науки включает в себя следующие элементы: 1. Сущность науки, её критерии. 2. Общую структуру науки и научного знания, включая закономерности их развития и функционирования. 3. Взаимодействие и соотношение науки с философией, культурой, практикой, обществом. 4. Исследование философских оснований науки в целом и в отдельных науках. Кроме того к предмету философии науки относятся «методология научного познания, философская интерпретация содержания науки и модели научной деятельности... ценностные основания науки и научной деятельности, антропологическое измерение науки» [11, с. 105], а также дисциплинарные онтологии – научные картины мира отдельных наук.

Актуальное бытие – «реализованное, наличное бытие в отличие от потенциального бытия, мира возможностей. Актуальное (реальное) бытие в противовес потенциальному принципиально наблюдаемо... Мир актуального бытия значительно слабее, меньше мира потенциального бытия, представляет собой только незначительную (материально-реализованную) часть последнего, однако только вместе эти виды бытия полностью исчерпывают собой действительность» [11, с. 169].

Следует отметить, что все вышеприведенные понятия тесно переплетены друг с другом. Чтобы сформировать на их основе ясную концепцию или систему, необходим определённый взгляд на бытие и связанные с ним понятия. В качестве исходных понятий возьмем «вещь», «сущность», «бытие». «Предмет», «объект» не годятся для исследования бытия, поскольку содержат в себе структуры и оценки, определяемые сознанием, в то время как «вещь» может взаимодействовать с бытием естественным образом.

Концепция «бытия» в контексте системы координат мира

Проведённый выше анализ позволяет поставить вопрос об универсальном основании концепций, ориентированных на выявлении сущего и бытия, в качестве которого может быть использована система координат мира на основе предельных динамических равновесий детерминистического хаоса. Её основная идея: все вещи стремятся к трём предельным фундаментальным равновесиям – идентификационному (I), коммуникационному (C) и ритмическому (K). Ориентацию на конкретный предел будем называть направлением: соответственно идентификационным, коммуникационным и к ритмам мировой гармонии. Связь вещи с этими равновесными пределами I , C , K будет эпизодической (направляющей), и она никогда их не достигает вследствие противодействия окружающей среды [12].

Каждому этапу процесса изменения любой вещи можно сопоставить промежуточные предельные динамические равновесия F , H , G , которые связаны с I , C , K посредством калибровочных соотношений. В пределах этой промежуточной ячейки (F , H , G) устанавливается равновесие между произвольной вещью и промежуточными пределами её возможных динамических равновесий: феноменом (F), горизонтом (H) и собственным ритмом гармонии (G). Интенциональная устремлённость к фундаментальным предельным равновесиям и сформированным на их основе ячейкам является феноменологическим аспектом развиваемого подхода. Предельные ячейки (I , C , K) и (F , H , G) принадлежат феноменологическому пространству бытия, а входящие в них феномены и горизонты в рамках развиваемого подхода являются предельными динамическими равновесиями [13].

«Вещь» как элемент мира взаимодействует с бытием наиболее естественным образом. «Сущее» распространяется на всю Вселенную, тогда как «сущность» соответствует конкретной вещи. Например, сущность звезды – это «термоядерный реактор», тогда как сущее – это «звёздность», распространённая на Вселенную. То есть сущность, выявленная для конкретной звезды, находит свои аналоги во Вселенной. Однако далеко не каждая звезда или «кандидат» в неё может найти свою сущность – устойчивое равновесное горение. Звезда может не зажечься, как Юпитер или Сатурн, которые первоначально развивались в этом направлении. Она может зажечься неравновесно, как «новая» и «сверхновая», или сгореть очень быстро. Однако часть звезд, благодаря интенциональной устремлённости к предельным динамическим равновесиям, находит свою «звёздную сущность» и начинает гореть ровно, равновесно, устойчиво. Звезда, нашедшая своё равновесное сущее, будет существовать долго и заявит всему миру о своём присутствии и о готовности создать «семью» – планетарно-звёздную систему.

Вещь может стать сущностью, если она вступит во взаимодействие с системой координат мира на основе предельных динамических равновесий. В этом процессе



Вектор космического развития
 (https://img.freepik.com/free-photo/_61-1987.jpg)

вещь избавляется от случайных характеристик, не соответствующих её предельным равновесным состояниям, что позволяет ей обрести «истинное» устойчивое состояние. В терминах рассмотренной выше системы координат мира «сущность» – динамическое равновесие как основание вещи.

Вещь, участвующая в процессах самоорганизации, является открытой системой. Стремление к пределу идентификации шаг за шагом выявляет её сущее. Ориентация на предел коммуникации обеспечивает существование этой вещи. Ритмизация обеспечивает нахождение наиболее устойчивых ритмов для самой вещи и для обеспечивающей её существование. Однако любой из этих процессов идёт, опираясь на вышеупомянутые пределы динамических равновесий двух других процессов. Так, переход от феномена к феномену предполагает, что последний располагается в устойчивых состояниях коммуникационных систем и соответствует устойчивым ритмам.

Таким образом, превращение вещи в сущее обеспечивается её взаимодействием с пределами динамических равновесий, «зацеплением» её за них. По сравнению с вещью сущему проще иметь постоянную связь с вышеописанными пределами, принять участие в формировании ячейки (I, C, K), которая будет направлять вещь на внутреннюю свободу, оптимальную коммуникацию с окружающим миром и на его фундаментальные ритмы, что является первой частью мирового кода «преобразование вещи в сущее». Вторая его часть «превращает это сущее в бытие». Этот процесс можно представить в виде герменевтического треугольника: «Вещь» – «Сущее» – «Бытие – как текст сущего». Эти три элемента представляют собой процесс выявления для любой вещи её сущего и бытия.

Здесь имеет место взаимодействие с герменевтикой Хайдеггера и Гадамера [14] и одним из центральных понятий этих концепций – «Мир» и «Земля» [15]. «Мир» и «Земля» – это две группы смыслов, где последняя представляет собой трансцендентальные основания

«Мира». «Мир» во взаимодействии с «Землей» постоянно создаёт новые элементы и ячейки системы координат, относительно которой он устойчиво и оптимально развивается. Однако он подвергает их очень жёсткому отбору, отбрасывая всё ненужное на конкретном этапе его развития и оставляя только необходимое для следующего конкретного шага. «Земля» вбирает в себя все эти отходы в их хаотическом виде. То, что содержится в «Земле», несомненно, больше по объёму и значению, чем то, что содержится в «Мире».

Заключение

Определены характерные черты бытия, сущего, сущности и их различия. Основой для исследования этих понятий является вещь, которая не содержит внутри себя никаких смыслов в отличие от объекта, предмета, реальности и т. п. Она может просто взаимодействовать с различными видами бытия. Сущее выявляется как основание определённого типа вещей, а бытие как текст сущего, существования и присутствия.

Часто подчеркивается, что бытие ближе к человеку, чем любое сущее и в то же время самое далёкое от него. Всё становится очень наглядным, если и вещь, и сущее преломляются через систему координат мира на основе предельных динамических равновесий. Сущее как бы утверждает «вещь» на длительное существование, а бытие в виде текстов становится доступной любой другой вещи, например, любому человеку. Эти тексты трудно расшифровать, но эти процессы также направляются вышеуказанными пределами динамических равновесий.

Бытие – это тексты сущего, а через него тексты любой конкретной вещи. Во всех онтологических сферах мира (неживого, живого, социального, гуманитарного) мы имеем дело с расшифровкой текстов, которые присутствуют вокруг всех вещей. Например, всё живое маскируется, применяет естественную защиту. В социальной и гуманитарной сферах дело обстоит ещё сложнее. Здесь, помимо естественных процессов обмана, широкое распространение получили искусственные процессы. Естественные процессы сводятся, например, к тому, что индивид часто занимается самообманом, привыкает к нему, пытается тем самым выглядеть перед другими людьми в наиболее выгодном свете. Искусственные процессы – это целые индустрии общественного обмана, которые с точки зрения системы координат мира бесполезны. Все тексты «Мира» рано или поздно становятся понятными и доступными. Тексты «Земли» всегда будут представлять собой её тайну. Есть много примеров такой тайны (тёмная материя и тёмная энергия [16], вакуум и т. п.).

Основания системы координат мира принадлежат «Земле». Самая важная задача отдельно взятого

человека и человечества в целом – обеспечивать существование системы координат мира на основе динамических равновесий. Такое обеспечение является основной деятельностью мира, природы, а в будущем станет главным занятием людей.

Выводы

Проведённый выше анализ позволяет: выявить различие между сущим и сущностью; обосновать взаимную дополнимость сущего, существования и присутствия; представить бытие как текст трёх этих понятий или в первом приближении как текст сущего.

Сущность выявляется благодаря анализу конкретной вещи и является его основанием с точки зрения предельных динамических равновесий. Сущее есть обобщение сущности на весь мир. Сущее, существование, присутствие поддерживают друг друга. Другие вещи не «видят» сущности друг друга. Они видят только тексты, которыми вещи взаимодействуют между собой. Разные индивиды имеют дело исключительно с текстами других людей и пытаются их расшифровать.

Список литературы

1. Аристотель. *Собрание соч.* : в 4 т. – М. : Мысль, 1976. – Т. 1. – 550 с.
2. Гегель, Г. В. Ф. *Энциклопедия философских наук. Наука логики* / Г. В. Ф. Гегель ; пер с нем. – М. : Мысль, 1974. – Т. 1. – 452 с.
3. Heidegger M. *Platons Lehre von der Wahrheit.* - Bern, 1947. - S. 76.
4. Хайдеггер, М. *Бытие и время* / М. Хайдеггер ; пер. с нем. – М. : Фолио, 2003. – 503 с.
5. Gartmann N. *Zur Grundlegung der Ontologie.* – Berlin, 1965.

6. Смирнов, А. В. *Сущее в арабо-мусульманской философии.* *Новая философская энциклопедия* : в 4 т. / А. В. Смирнов. – М. : Наука, 2001. – Т. III. – С. 676–677.

7. Чумаков, А. Н. *Природа* / А. Н. Чумаков // *Глобалистика. Энциклопедия.* – М. : Радуга, 2003. – С. 850–851.

8. Левин, Г. Д. *Вещь* / Г. Д. Левин // *Новая философская энциклопедия* : в 4 т. – М. : Мысль, 2001. – Т. IV. – С. 393.

9. Лекторский, В. А. *Объект* / В. А. Лекторский // *Новая философская энциклопедия* : в 4 т. – М. : Мысль, 2001. – Т. III. – С. 136.

10. Старостин, Б. А. *Предмет* / Б. А. Старостин // *Новая философская энциклопедия* : в 4 т. – М. : Мысль, 2001. – Т. III. – С. 329–330.

11. Лебедев, С. А. *Философия науки : краткая энциклопедия (основные направления, концепции, категории)* / С. А. Лебедев. – М. : Академический проект, 2008. – 692 с.

12. Kozhevnikov N.N., Danilova V.S. *The World Coordinate System on the Basis of Limit Dynamic Equilibriums* // *Eur. J. Philos. Res.* 2016. Vol. 5, № 1. P.18-26.

13. 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.

14. Хайдеггер, М. *Исток художественного творчества* / М. Хайдеггер ; пер. с нем. – М. : Академический Проект, 2008. – 528 с.

15. Гадамер, Х. Г. *Введение к работе М. Хайдеггера «Исток художественного творения».* Гадамер Г.-Г. *Актуальность прекрасного* : пер. с нем. – М. : Искусство, 1991. – С. 99–115.

16. *Скрытая масса.* – Электрон. данные. – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Изыскания о строении мира – одна из самых великих и благородных проблем, какие только существуют в Природе.

Галилей

Величие народа определяется его интеллектуальным развитием и его нравственностью.

В. Гюго

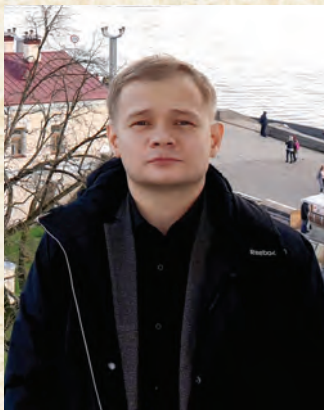
Наука движется толчками в зависимости от успехов, делаемых методикой.

И. П. Павлов

ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ В 30-Е ГГ. XX В.: НАУЧНЫЕ ПОИСКИ И ТРАГЕДИИ СУДЕБ

А. А. Сулейманов

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10037



Александр Альбертович Сулейманов,
кандидат исторических наук,
и. о. заместителя директора
по науке, старший научный
сотрудник отдела истории
и арктических исследований
Института гуманитарных
исследований и проблем
малочисленных народов Севера
СО РАН, г. Якутск

В последние годы Российская Арктика привлекает особое внимание общественных и государственных деятелей, представителей средств массовой информации, а также учёных, традиционно занимающихся проблемами этого региона. Увеличивающийся интерес объясняется, в первую очередь, его стратегическим значением и богатством природных ресурсов. Представляется очевидным, что важным каналом осуществления целенаправленной государственной политики в защиту национальных интересов в Арктике может и должно стать углублённое научное изучение и обсуждение исторического опыта освоения этого уникального региона.

Одной из ярких и, вместе с тем, трагических страниц в истории освоения и изучения Российской Арктики являются 30-е годы XX в. В этот период значительно возрос интерес к освоению и научному изучению северных территорий. Память о нём дошла до наших дней в эпитетах «папанинцы», «челюскинцы» и «седовцы». Вместе с тем эти годы стали временем ломки миллионов человеческих судеб, формировавшихся веками этико-культурных ценностей и расцвета огромного репрессивного аппарата.

Хорошо известно, что именно учёные оказались одним из первых профессиональных сообществ, которое подверглось целенаправленным репрессиям в СССР. В 1929 г. было



Карта академических исследований на Кольском полуострове в 1920–1932 гг.

Основа составлена Г. Д. Рихтером в 1932 г.



Кольская экспедиция. Лагерь поискового отряда в Хибинах (1920 г.)
(Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина, <https://www.prlib.ru/item/419138>)

инспирировано так называемое «Академическое дело». В его рамках пострадало значительное число организаторов и участников Якутской комплексной экспедиции Академии наук СССР 1925–1930 гг. – крупнейшей исследовательской инициативы своего времени. Так, были арестованы учёный секретарь Комиссии по изучению Якутской АССР (КЯР), занимавшийся организационными делами экспедиции, профессор П. В. Виттенбург и её участник член-корреспондент Академии наук СССР С. В. Бахрушин. 10 лет и 3 года исправительно-трудовых лагерей получили соответственно редактор издательства КЯР Я. Н. Ростовцев и исследователь А. А. Бялыницкий-Бируля. Вынуждены были уйти в отставку академик С. Ф. Ольденбург, управляющий делами Академии наук и член президиума КЯР Д. Н. Халтурин. По мнению академика А. Г. Гранберга, репрессии стали одной из основных причин сворачивания академических исследований в Якутии в 30-е гг. XX в. [1], хотя именно в этот период существовало несколько проектов по комплексному изучению её северных районов [2, л. 5–38].

Практически одновременно с Якутской комплексной экспедицией Академией наук СССР были организованы работы ещё в одном регионе Российской Арктики – на Кольском полуострове. Начало планомерному изуче-

нию расположенного в его пределах Хибинского горного массива было положено весной 1920 г., когда территорию современной Мурманской области, а в то время Кольский (Александровский) уезд Архангелогородской губернии, посетила специальная комиссия, в состав которой входили два выдающихся геолога – президент Академии наук СССР А. П. Карпинский и директор Минералогического музея, академик А. Е. Ферсман. В августе того же года А. Е. Ферсман прибыл в Хибинские горы во главе первой академической экспедиции. В 1921 г. исследователи нашли здесь первые глыбы апатитовых руд, а в 1923 г. обнаружили апатитовые россыпи. В 1926 г. А. Н. Лабунцов открыл первое крупное коренное месторождение этого минерала. В 1927 г. при Академии наук СССР была создана специальная Комиссия для изучения производительных сил Кольского полуострова, которую возглавил А. Е. Ферсман, а с 1928 г. академические исследования велись уже в рамках Кольской комплексной экспедиции АН СССР. В августе 1929 г. специалисты пробурили первую разведочную скважину и добыли опытную партию апатит-нефелиновых руд. В результате этого через три месяца было принято правительственное постановление об организации первого в крае горно-промышленного треста «Апатит», началось строительство города Хибиногорска (в 1934 г. переименован в Кировск). Таким образом, именно в 20-е гг. XX в. был дан тот импульс, который в дальнейшем превратил полуостров в один из основных источников сырья для тяжёлой промышленности Советского Союза.

Названные успехи дали возможность организовать на Кольском полуострове Хибинскую горную станцию, которая была открыта 19 июля 1930 г. Её руководителем был назначен академик А. Е. Ферсман. В том же году им были обнаружены сульфидные медно-никелевые руды в Мончетундре. А. А. Григорьев нашёл в Ловозерском районе крупные месторождения диатомита – горной породы, которая в своё время прославилась и обогатила Альфреда Нобеля, использовавшего её для производства динамита, а Н. Н. Гуткова открыла в Хибинах коренные



Члены Печорской бригады Полярной комиссии АН СССР у входа в шахту им. Академии наук в Северном крае (1933 г.)

месторождения нового минерала – ловчоррита (по названию горы Ловчорр на Кольском полуострове), применяемого впоследствии при получении стронция и церия.

Рост масштабов и значения исследований, проводимых Академией наук СССР на Кольском полуострове, энергичное лоббирование интересов Кольской комплексной экспедиции С. М. Кировым привели к созданию здесь в 1934 г. первой полноценной стационарной академической структуры в Российской Арктике – Кольской базы АН СССР. В нормальном режиме она смогла функционировать лишь чуть более двух лет, так как в 1937 г. её накрыла волна «Большого террора». Начался он с увольнения заместителя председателя базы, фактически руководившего всей её текущей деятельностью, И. Д. Чернобаева. После этого учёный был арестован, объявлен «врагом народа» [3, л. 40]. Дальнейшая судьба И. Д. Чернобаева неизвестна [4].

«Нездоровая» ситуация на Кольской базе АН СССР стала обсуждаться в местных газетах – «Кировский рабочий», «Полярная правда» и др. В ответ начались традиционные для того времени публичные «расказня» со стороны сотрудников «обвиняемого» учреждения. В. Х. Дараган, С. Л. Луцкий и Н. А. Аврорин согласились с правильностью критических замечаний, «разоблачающих положение дел на базе» и сделали оптимистичный вывод, что «живая советская струя пробилась, наконец, на Кольскую базу Академии наук...» [5].

В августе 1937 г. на Кольскую базу прибыл инспектор отдела кадров АН СССР Т. Т. Барышев, обнаруживший «засевших» в учёном совете базы «крупнейших вредителей». Исполняя после приезда обязанности учёного секретаря, он уволил 15 января 1938 г. «за развал» работы «лженаучного и малоквалифицированного сотрудника» [6] (кандидата наук, открывателя целого ряда месторождений) А. Н. Лабунцова, от ареста которого спасло, по-видимому, только заступничество В. И. Вернадского. Тогда же был уволен руководитель зоогеографического (биоценотического) отдела базы В. Ю. Фридолин – специалист по комплексному изучению взаимодействия различных представителей фауны Кольского полуострова (дальнейшая судьба этого учёного неизвестна). Начальник ещё одного отдела (экономического) Г. Н. Соловьянов был объявлен «проходимцем», выгнан с работы и арестован (освобождён только через 3 года) [7]. Вынужден был покинуть Кольскую базу и занимавший должность учёного секретаря, заведующий её музеем В. Х. Дараган [6]. Кроме того, был репрессирован и один из активных участников Кольской комплексной экспедиции АН СССР, открыватель апатитовых месторождений, геолог Б. М. Куплетский. Его, к счастью, реабилитировали ещё при жизни И. В. Сталина, после чего он продолжил свою исследовательскую деятельность и в 1945 г. получил учёную степень доктора геолого-минералогических наук, а в 1950 г. был удостоен премии им. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга [8].

Приведённые данные позволяют представить масштабы бедствия, постигшего эту академическую структуру. Следует упомянуть и о таком по-настоящему диком факте: критические отзывы на выполненные в течение

года сотрудниками базы научные работы направлялись следователю областной прокуратуры [7]. Венчала же травлю разгромная статья.

Бездействующая база Академии наук

В задачи Кольской базы Академии наук СССР входит «научно-исследовательская работа по изучению богатств Кольского полуострова». Так, по крайней мере, сказано в справочнике академии.

Как же справляется база со своей задачей?

Для развития промышленности в этом районе Союза большое значение имеет собственное топливо. На полуострове — множество торфяных болот. Здесь широкий простор для научно-исследовательской работы. Но торфяные районы остаются «белым пятном».

Лишь недавно база сделала робкую попытку послать одного из сотрудников для обследования торфяного месторождения. Сразу же были обнаружены богатейшие залежи. Следом же богатства полуострова передают до сих пор, не будучи обнаружены и учтены!

На полуострове имеются медно-никелевые руды. В ближайшее время уже начнется их промышленная эксплуатация. А научная база только приступает к изучению руд.

Некоторые лет назад в этом богатейшем уголке Советского Союза были открыты залежи исключительно редкого минерала — допарита. Изучение допарита еще не начато.

Для развития сельского хозяйства очень важно знание местных почв и разрешение кормовой проблемы. Но и здесь Кольская база ничего не дала практике.

Самые и драгоценные обвалы в горных районах полуострова причиняют значительный материальный ущерб, влекут за собой даже человеческие жертвы. Изучение способов борьбы с горными обвалами имеет

огромное значение. Однако и эта актуальная тема не привлекла внимания сотрудников базы. И здесь — один пустые обещания заняться проблемой в будущем.

Учёный секретарь Кольской базы тов. Барышев на заседании Комитета по филиалам и базам Академии наук, где обсуждался план работ на 1938 год, обещал «поставить» перечисленные вопросы для изучения. Судя по отчету базы за 1937 год, они уже «стояли» в программе прошлого года. 1938 год кончается, вопросы попрежнему только «стоят». Около полугодия народных средств, израсходованных базой за семь месяцев, не дали никакого эффекта.

На что тратятся деньги? На работы по второстепенным объектам, на изучение... мушкетеров, мух, бабочек, жуков, на изучение потребности кобальта и никеля в... капиталистических странах.

Работа сотрудников протекла вне контроля и руководства. Например, сотрудник Завьялов, «изучавший» содержание обочек в адриатических рудах, за семь месяцев не сделал ни одного химического анализа.

Учёный секретарь базы Барышев (кстати, по образованию — историк) большую часть времени проводил и проводит в командировках. А директор базы академик А. Е. Ферман не был в ней с марта прошлого года.

Презиум академии, познать передерив базу, судит о ее работе лишь по оптимистическим отчетам, содеянным Барышевым, и позволяет тем самым непрофессионально прощать государственные средства.

В. САГАРИН.

Статья, опубликованная в газете «Правда», № 325 от 25 ноября 1938 г.

В соседнем с Кольским полуостровом Северном крае (территория современных Республики Коми, Архангельской и Вологодской областей) в 30-е гг. XX в. также были развёрнуты крупные исследования Академии наук СССР. Важное место в них отводилось ботаническим работам. Так, в 1932 г. два академических отряда (Енейский и Юшарский) проводили изыскания в Большеземельской тундре. Енейский отряд изучал её центральную часть – от побережья Баренцева моря до северной границы лесной зоны протяжённостью около 400 км. В ходе этого маршрута учёные определили типы тундр, установили примерные количественные и видовые показатели флоры, дифференцировали обследованные пастбища по сезонам использования и на этом основании определили приблизительную оленеёмкость района. Кроме того, был собран гербарий высших и споровых растений, изучены рыбные ресурсы пресных водоёмов и проведена барометрическая нивелировка местности. Участники Юшарского отряда осуществили типологическое исследование тундры, выделили пять ботанико-географических подзон и изучили их кормовые ресурсы. Руководил этими изысканиями сотрудник Ботанического института АН СССР Ф. В. Самбук [9]. Он был крупным специалистом по тундровой флоре и оленьим пастбищам. Ф. В. Самбук продолжил исследования арктических районов России на Таймыре. На

основании полученных данных учёный в 1937 г. подготовил докторскую диссертацию. Однако осенью того же года он был арестован и, по одним данным, расстрелян в ноябре 1937 г. [10], по другим – погиб в 1942 г. в одном из лагерей, располагавшихся на территории современной Республики Коми [11]. Память о нём увековечена в названиях двух видов растений.

В рассматриваемый период на территории Российской Арктики также были организованы интереснейшие археологические исследования. Предшествовало их проведению сообщение о находке сохранившихся трупов мамонтов в Ямальском национальном (Ненецком) округе. Для их изучения Зоологическим институтом АН СССР была организована экспедиция, в состав которой вошли археолог В. С. Адрианов (Институт антропологии, археологии и этнографии АН СССР) и препаратор В. Фролов (Зоологический институт АН СССР). Экспедиции также предписывалось заняться сбором образцов современной фауны региона, археологической разведкой и по возможности раскопками.

Исследователи прибыли на базу экспедиции в пос. Новый Порт весной 1935 г. В его окрестностях они произвели биологическую часть работ: отметили 63 вида обитающих здесь зверей и птиц, а также собрали фаунистическую коллекцию, включавшую около 300 экземпляров, с которой В. Фролов вернулся в Ленинград. В середине июля, когда «тундра очистилась от снега», В. С. Адрианов отправился из Нового Порта к предполагаемому месту захоронения мамонтов. Прибыв туда, учёный установил, что большинство из них вторичного залегания (т. е. они были перенесены из других мест морем). Мамонты сохранились очень плохо – остались только их скелеты или отдельные фрагменты [12].

После выполнения основного задания В. С. Адрианов с 10-ю рабочими приступил к археологической разведке и раскопкам древнего поселения в устье р. Полуй, в 5 км от Салехарда. На небольшой площадке в 300 квадратных метров учёный нашёл 12 тысяч предметов, в том числе 1,5 тысячи поделок из кости, бронзы и камня. Во время этих работ было обнаружено множество предметов, связанных с хозяйственной деятельностью человека (обломки глиняной посуды, фрагменты стрел, крючки для вязания, шитья, пряжки, ложки из кости и др.). Эти находки, наряду со скульптурными изваяниями и рисунками, представляющими собой «образцы тонкого мастерства», позволили В. С. Адрианову и его коллегам из Института антропологии, археологии и этнографии АН СССР сделать вывод о превосходстве материальной культуры найденного двухтысячелетнего поселения эпохи раннего железного века над культурой современных коренных жителей округа (ненцы, ханты) [13, л. 5]. Неудивительно, что в следующем году В. С. Адрианов вновь был командирован в район Салехарда для продолжения археологических работ. В результате новых исследований он доставил в Ленинград около 11 тыс. предметов, среди которых было богатое разнообразие фрагментов глиняной посуды, костяных лопаточек, ножей, гарпунов, острогов, панцирных

пластинок, крючков, приспособлений для привязывания собак, скребков для кожи, стрел, серпов и др. [14].

Из экспедиции учёный вернулся 29 сентября 1936 г. и приступил к подготовке издания полученных во время исследований материалов, которые ждали и советские археологи, и их зарубежные коллеги. Так, фотографии и чертежи раскопок запросил Филдовский музей естественной истории в Чикаго, ожидался также обмен найденных предметов с коллекцией Копенгагенского музея [14]. Успех экспедиции подчеркивала опубликованная незадолго до возвращения В. С. Адрианова статья в газете «Правда». Однако вскоре, вслед за директором Института антропологии, археологии и этнографии АН СССР Н. М. Маториным и другими высокопоставленными сотрудниками института, 6 ноября 1936 г. В. С. Адрианов был арестован органами НКВД СССР «как активный участник контрреволюционной троцкистско-зиновьевской террористической организации, совершившей убийство С. М. Кирова» [14, с. 43]. Выездной сессией Военной коллегии Верховного Суда СССР 19 декабря 1936 г. учёный был приговорён к высшей мере наказания и в тот же день расстрелян. Ему было всего 32 года! Через 21 год определением Военной коллегии Верховного суда СССР от 27 июня 1957 г. В. С. Адрианов был полностью реабилитирован [15]. Авторство же открытия Усть-Полуйской археологической культуры, раскопки которой В. С. Адрианов проводил в 1935–1936 гг. и дал ей это название, в советской науке было закреплено за В. Н. Чернецовым, который приступил к масштабным полевым работам на Ямале во второй половине 40-х гг. XX в.

Названные выше учёные работали в системе Академии наук СССР – крупнейшем научном учреждении страны. Однако в других исследовательских структурах ситуация была ничуть не лучше. Так, ещё одной печальной страницей истории стала участь сотрудников целого ряда подразделений Главного управления Северного морского пути (ГУСМП) – организации, специально созданной советскими властями для изучения и освоения Арктики. Эта структура в 30-е гг. XX в. вобрала в себя колоссальный объём функций, включая исследование северных районов Советского Союза, и являлась главным адресатом финансовой и политической поддержки со стороны государства среди всех учреждений, занимавшихся исследованием Арктики. В результате в рассматриваемый период структурами ГУСМП только в Якутии были проведены крупнейшая Лено-Хатангская экспедиция (180 участников), Особая Индигирская и Янская комплексные экспедиции, осуществлены исследования гидрографии рек Оленека, Хатанги, Анабара, Лены, Яны, Индигирки и Колымы, геологические работы по поиску месторождений угля, золота, олова, полиметаллов, нефти и др.

Только в течение 1938 г. в одном Гидрографическом управлении ГУСМП было арестовано 13 человек, «изъято из аппарата» 62 и уволено ещё 149 «чуждых элементов» [16]. Среди арестованных был и начальник управления П. В. Орловский. Этот исследователь в 1934 г. возглавлял работы Карской и Второй Ленской

транспортных экспедиций, далее руководил гидрографической экспедицией на ледокольном пароходе «Седов», в ходе которой были открыты семь островов в архипелаге Норденшельда. Талантливый полярник получил 8 лет лагерей, надломивших его здоровье. П. В. Орловский умер в 1948 г. в возрасте 48 лет всего через несколько месяцев после своего освобождения [17]. Ведущий сотрудник ГУСМП, начальник Янского гидрологического отряда Якутской комплексной экспедиции АН СССР 1925–1930 гг. П. К. Хмызников был осужден на 5 лет лагерей за «участие в антисоветской организации». Из заключения исследователь не вернулся, он был реабилитирован посмертно в 1958 г. [18].

Следует отметить, что после проведённых репрессий Главное управление Северного морского пути уже никогда больше не обладало теми возможностями и ресурсами, которые были в его распоряжении до 1937 г. Действовавший при ГУСМП Всесоюзный Арктический институт в ходе «чисток» лишился руководства. В мае 1938 г. был арестован и в следующем году расстрелян директор института, профессор Р. Л. Самойлович (реабилитирован в 1957 г.). Этот специалист являлся одним из ведущих организаторов исследования Арктики в Советском Союзе, был начальником легендарной экспедиции на ледоколе «Красин» по спасению У. Нобиле в 1928 г., в 30-е гг. XX в. руководил экспедициями на «Русанове», «Седове» и «Садко». Практически одновременно с Р. Л. Самойловичем по статье «вредительство и участие в контрреволюционной организации» был арестован его заместитель, открыватель Норильского медно-никелевого месторождения, до сих пор продолжающего «кормить» Россию, Н. Н. Урванцев. Учёный был осужден на 15 лет исправительно-трудовых лагерей и в 40-е гг. XX в. принимал участие в поисках на Таймыре урановых руд для первых советских атомных бомб. Н. Н. Урванцева реабилитировали в 1954 г.

Репрессии затронули и рядовых сотрудников Всесоюзного Арктического института. Так, научный сотрудник Ф. И. Балабин, проводивший в 1932–1933 гг. исследования на Земле Рудольфа, был обвинён в участии в контрреволюционной шпионско-террористической организации и расстрелян в июле 1938 г. (реабилитирован в 1996 г.) [17, 18].

Аналогичная участь постигла сотрудников и других организаций, специализировавшихся на исследовании Арктики, в частности, Полярный институт научного рыболовства и океанографии (ПИНРО) и Институт народов Севера. В 30-е гг. XX в. сотрудники ПИНРО выявили места нереста промысловых видов рыб в Баренцевом море, провели первую океанографическую съёмку его южной части, составили первые прогнозы вылова донной икhtiофауны. Однако и здесь успешная научно-исследовательская деятельность не остановила молох репрессий. Ещё в августе 1933 г. в ПИНРО была выявлена группа «вредителей», в которую, в том числе, вошёл начальник экспедиции института М. С. Идельсон, осуждённый на 3 года. 3 декабря 1937 г. Комиссия НКВД и Прокурора СССР приговорила к высшей мере наказания директора института Г. И. Хлыновского,

его заместителя по науке М. П. Осадчих и сотрудника Р. С. Коробкину. В следующем году был обвинён в шпионаже и отправлен на 8 лет в лагеря заместитель директора ПИНРО В. В. Заостровский [18]. Все эти люди позднее были реабилитированы.

В Институте народов Севера, призванного стать «кузницей» кадров для аборигенных этносов Российской Арктики, в 1937 г. были арестованы Я. П. Кошкин, Е. А. Крейнович, Н. Ф. Прыткова, Н. И. Спиридонов, И. С. Сукоркин, А. С. Форштейн, В. И. Цинциус и др. За некоторыми из них стояли целые направления научных исследований. Так, Е. А. Крейнович (реабилитированный в 1955 г.) вплоть до 60-х гг. XX в. фактически оставался единственным специалистом по научному изучению юкагирского языка, а В. И. Цинциус (добилась пересмотра дела и освобождена в 1939 г.) являлась известным в СССР исследователем языка эвенов.

Таким образом, охватившие в 30-е гг. XX в. научное сообщество репрессии нанесли огромный ущерб отечественной науке и, в частности, исследованиям Арктики. В результате проведённых «чисток» был значительно ослаблен кадровый потенциал советского североведения: погибли или на годы были оторваны от науки крупнейшие специалисты; замедлена или вовсе парализована разработка важнейших исследовательских проектов. Вместе с тем даже в таких нездоровых условиях научно-исследовательские работы в Российской Арктике не прекращались и позволяли пополнять багаж знаний об этом уникальном и важнейшем регионе нашей страны.

Список литературы

1. Гранберг, А. Г. О развитии производительных сил Якутии. К 80-летию Якутской комплексной экспедиции / А. Г. Гранберг // Вестник Российской академии наук. – 2005. – № 12. – С. 1132–1135.
2. Архив Российской академии наук (РАН). Ф. 174. Оп. 106. Д. 9.
3. РАН. Ф. 188. Оп. 3. Д. 7.
4. Макарова, Е. И. Забытые имена из истории Кольской базы АН СССР тридцатых годов / Е. И. Макарова // Тумта. – 2008. – № 6. – С. 15–16.
5. Дараган, В. Х. Превратить Кольскую базу Академии наук в боевое научное учреждение / В. Х. Дараган, С. Л. Луцкий, Н. А. Аврорин // Кировский рабочий. – 1937. – 28 августа.
6. Макарова, Е. И. История Кольской базы АН СССР 1930-х гг. / Е. И. Макарова // Тумта. – 2009. – № 7. – С. 11.
7. Тараканов, М. А. Экономические исследования в Кольской базе и их возобновление в Кольском филиале АН СССР (Н. М. Тоцкий, Г. Н. Соловьянов, И. Т. Кузьминов, Б. И. Коган) / М. А. Тараканов // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2011. – № 3. – С. 89–107.
8. Книга памяти. Жертвы репрессий: Борис Михайлович Куплетский (1894–1964) // Geologist. – Режим доступа : <http://g-to-g.com/index.php?version=rus&module=5&id=2726&filter=repressed> (дата обращения: 14.06.2019).

9. Шишкин, Б. Тундровая растительность Северного края / Б. Шишкин // Вестник Академии наук СССР. – 1932. – № 13. – С. 133–136.

10. Самбук Феодосий Викторович // Книга Памяти. – Режим доступа : http://www.uznal.org/book_of_memory.php?bukva=17&name=12&surname=127&repression=0 (дата обращения: 15.06.2019).

11. Научный архив Коми НЦ УРО РАН. Комментарии к документам № 40–49 // ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения РАН. – Режим доступа : <http://www.komisc.ru/ksc/archive/pub/war/koment5.htm> (дата обращения: 15.06.2019).

12. Адрианов, В. С. Вглубь истории / В. С. Адрианов // Экспедиции Академии наук СССР 1935 г. – М. ; Л., 1937. – С. 103–112.

13. АРАН. Ф. 142. Оп. 1. Д. 1.

14. Решетов, А. М. Советский археолог и этнограф Василий Степанович Адрианов : «жизнь, прерван-

ная на взлёте» / А. М. Решетов // Музей. – 2011. – № 8. – С. 40–43.

15. Формозов, А. А. Русские археологи и политические репрессии 1920–1940-х гг. / А. А. Формозов // Российская археология. – 1998. – № 3. – С. 191–206.

16. Боякова, С. И. Главсевморпуть в освоении и развитии Севера Якутии (1932 – июнь 1941 г.) / С. И. Боякова. – Новосибирск, 1995. – 128 с.

17. Каневский, З. Путешествия из Сибири в Сибирь / З. Каневский, А. Киселёв // Живая Арктика. Историко-краеведческий альманах. – 2003. – № 1. – С. 158–169.

18. Ларьков, С. «Враги народа» за полярным кругом (материалы к изучению репрессий против советских полярников) / С. Ларьков // «Враги народа» за полярным кругом. – М. : ИИЕТ РАН, 2007. – С. 7–92.

НОВЫЕ КНИГИ



Сидоров, О. Г. Михаил Николаев / Олег Сидоров. – М. : Молодая гвардия, 2017. – 345 [7] с.: ил. – (Серия «Жизнь замечательных людей»: Биография продолжается...: сер. биогр.; вып. 35).

Первый Президент Республики Саха (Якутия), крупнейшего региона Российской Федерации, Михаил Ефимович Николаев занимает одно из первых мест в истории родной страны. Благодаря ему сегодня Якутия переживает мощный экономический и культурный подъём. Перед вами – книга-размышление о времени президентства М. Е. Николаева, об истории Якутии второй половины XX века, процессах, происходивших в СССР и России, о современном мире. Автор раскрывает основные пути становления М. Е. Николаева как политика и государственного деятеля, оказавшего влияние на становление новой государственности Российской Федерации и Республики Саха (Якутия). Биография первого Президента – биография Республики Саха.



Павлова-Борисова, Татьяна Владимировна. Публицистические статьи. Творческие портреты. Интервью. Очерки. Эссе : Избранное / Т. В. Павлова-Борисова. – Якутск : Алаас, 2019. – 336 с. – (Серия «Писатели Якутии»).

В сборнике впервые представлены публицистические материалы музыковеда, кандидата искусствоведения, заслуженного деятеля искусств Республики Саха (Якутия) Т. В. Павловой-Борисовой, посвящённые вопросам развития музыкальной культуры и искусства Республики Саха (Якутия), музыкальному образованию, деятельности якутских композиторов, музыкальным деятелям республики, этнической, хоровой музыке, современным музыкальным направлениям – эстраде, рок-музыке и т. д.

Широкая палитра публицистических жанров от газетных заметок и интервью до развёрнутых статей, авторских очерков, творческих портретов и эссе дают возможность получить представление о событиях музыкальной культуры республики и её видных деятелях на рубеже XX–XXI вв.

Для широкого круга читателей, интересующихся вопросами музыкальной культуры Якутии, учащихся и студентов.

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ИРКУТСКО-ЯКУТСКОГО ПОЧТОВОГО ТРАКТА: ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ

ЧАСТЬ 1 (1698–1815 ГГ.)

В. А. Голоков

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10038



**Владислав Алексеевич
Голоков,**

кандидат медицинских наук,
врач-невролог женской
консультации ГАУ РС(Я)
«РБ № 1 – НЦМ» ПНЦ 2,
г. Якутск

Предпосылки становления Иркутско-Якутского тракта (1698– 1743 гг.)

Экономическое освоение и политическое управление присоединённой в XVII в. к Российскому государству Якутии (новой «государевой земли» с огромными территориями, богатыми полезными ископаемыми, пушниной, рыбой и лесами) требовало организации надёжной и постоянной связи [1]. Якутия была самой отдалённой и отсталой глубиной с суровым климатом, бездорожьем, бескрайней тайгой, сложным рельефом с множеством рек и озёр [2]. Посадские воеводы Якутского острога и казачьи отряды должны были иметь связь с центром и теми регионами, откуда они начали продвижение на Северо-Восток Азии, поэтому периодические донесения в Москву были крайне важны. Собираемый ясак также требовал неукоснительной отправки в Центральную Россию.

Первый Сибирский почтовый тракт, соединивший Москву с Якутском, был создан 12 ноября 1698 г. по Указу Великого государя всея Руси Петра Первого. Спустя два месяца, согласно данным А. Н. Вигилева, 8 января 1699 г. первый почтарь повёз из Москвы в Якутск одно «государево письмо» [1]. По мнению П. Л. Казаряна, устойчивого почтового сообщения в пределах Восточной Сибири не сложилось, но учреждённая «пересылка писем по государственной почте» происходила за лето три раза (от Москвы до Нерчинска, а затем в Якутск и обратно) [2].

В 1719 г., согласно указу «О расписании Сибирских городов на три провинции и об определении в оных двух вице-губернаторов Иркутского и Енисейского, подчинённых Тобольскому», был образован Якутский уезд Иркутской провинции Сибирской губернии. Это потребовало установления регулярного сообщения между Иркутском и Якутском [2].



Иркутско-Якутский тракт. Подъём в гору (XVIII в.)

Разведывательные научно-практические экспедиции по указанию Адмиралтейств-коллегии и Сената (Д. Г. Мессершмита – в 1718 г., М. Ф. Головина – в 1720 г., В. И. Беринга – в 1725 г., С. П. Крашенинникова – в 1743 г. и др.), исследовавшие географические, геологические, ботанические, зоологические и этнографические условия Сибири (куда входили Якутия, Охотское побережье и Камчатка), сообщали о значимости Якутска как форпоста, о необходимости прокладки маршрута и строительства тракта дальше, на северо-восток [2].

16 марта 1733 г. во время Второй Камчатской экспедиции В. И. Берингу в предписанной Сенатом инструкции указывалось: «...будучи тебе в Тобольску, сделать определение, дабы за Тобольском до Енисейска и до Якутска по однава в месяц почта отпускала, и как из Тобольска отправиться в Якутск, то дорогою велеть расписать и назначить станы, от которого до которого места возить летом и зимою; а от Якутска до Охотска и до Камчатки хотя б в два месяца однажды посылки были; а каким образом, о том в Якутске с тамошними командирами с совету учинить; дабы через те учреждения из Камчатки и Охотска могли всякие ведомства в Тобольск и в Москву и паки туда без остановки ходить. А понеже вы в Камчатке уже были и путь до Камчатки вам сведом, то Губернатору Тобольскому и в Якутске Воеводе дать вам свое разсуждение, изыскивая безубыточных и нетрудных способов, дабы где пустыня и нежилыя места, в таких местах нарочно станков не учреждать, и людей и лошадей не держать; но перевоз почты, сколько можно, через тое пустоту от жилого до жилого места иметь...» [2, с. 55].

В 1738 г. В. И. Беринг и его подчинённые, крайне нуждаясь в круглогодичной связи между Охотском и Иркутском как для обеспечения доставки срочных грузов, так и для отправки и получения корреспонденции, поручили воеводе Якутского уезда лейб-гвардии капитану-поручику А. Е. Заборовскому организацию почтового сообщения между Якутском и Витимом [3].

При императрицах Анне Иоановне и Анне Леопольдовне в 1730–1740 годах предпринимались меры для организации регулярного почтового сообщения через всю Сибирь, открывались почтовые станции, составлялись расписания движения почты, определялся порядок её разгона, нормативы расстояний, необходимые для смены почтовых лошадей. Так, в 1731 г. был учреждён Якутско-Охотский тракт [2].

С 1742 г. в ходе Второй Камчатской экспедиции началось интенсивное движение людей и отправка грузов из Камчатки и Охотска через Иркутск в Тобольск, однако эстафета почты от Якутска до Витима со сменной лошадей в Олёкминском остроге не могла обеспечить возрастающие потребности в бесперебойном сообщении по тракту [2].

Создание Иркутско-Якутского почтового тракта (1743–1771 гг.)

При императрице Елизавете Петровне по поручению воеводы Якутского уезда капитана И. Я. Остякова был создан Иркутско-Якутский почтовый тракт. По данным краеведа А. Д. Соколова [3–5], он был открыт служащим воеводской канцелярии Якутского уезда Захаром Баишевым в 1743 г. и проложен от Витима до Якутска (протяжённость 1419 вёрст) с учреждением 28 станций, начиная от Якутска: Табагинской, Уулах-Анской, Самыртайской, Тойон-Арынской, Тит-Арынской, Синской, Журинской, Иситской, Малыканской, Саныхтахской, Мархинской, Хаара-Балытской, Наманинской, Тустахской (Солянской), Хомустанской, Биринской, Неленской, Хара-Тюбинской, Огонохтохской, Жедайской, Жербинской, Чахьянской, Мурынской, Хабаландинской, Хамринской, Березовской, Песковской и Витимской.

С 1743 по 1771 гг., согласно исследованиям Ф. Г. Сафронова [6, 7], на тракте стояли якутские юрты, а их жителей привлекали к почтовой службе – содержанию почтовых станций и ремонту дорог. Первые станки располагались друг от друга на расстоянии в сорок и более вёрст. На протяжении 40–60-х годов XVIII в. в канцелярию приходили неоднократные просьбы от местного населения об освобождении их от ямской повинности. В 1770 г. при императрице Екатерине Великой Сенат предписал Иркутскому губернатору А. И. Брилю освободить якутов от ямской гоньбы, указав заселить тракт русскими переселенцами [2].

Приход русских переселенцев на Иркутско-Якутский тракт. Становление и развитие тракта (1771–1815 гг.)

С 70-х годов XVIII в. в связи с «неявкой охочих людей», то есть добровольцев, почтовые станки Якутской провинции Иркутской губернии начали заселять



Ямщицкие торги

русскими крестьянами-мигрантами из Центральной России и Сибири за административные наказания и в счёт 25-летнего рекрутского набора. На участке тракта от Пеледудя до Олёкминска на 1776 г. приходилось 295 ссыльных, через три года – уже 306 [2].

Первый опыт заселения Иркутско-Якутского тракта в Якутском уезде русскими ссыльными показал, что они *«по изведанной невозможности завести в тех местах хлебопашество и скот, по сей крайности нуждаются в казённом содержании»* [2]. Местные жители, избавленные от ямской повинности, старались создавать для русских переселенцев необходимые условия. Они обучали их заготавливать дрова в суровых зимних условиях, устанавливать камельки, хотоны, добывать пушных зверей и шить из шкур одежды [3]. Русские, в свою очередь, передавали местному населению основы земледелия, строительства пятистенных домов с крышами, бань, амбаров, печей, заплотов, конных мельниц. Языковые барьеры помогали преодолевать трактовые писари, занимающиеся переводами.

В 1772 г. между Витимом и Якутском было основано уже 35 почтовых станций. Для ямской службы и заселения этих станций из центральных губерний России было прислано 33 крестьянских семьи. Отцы этих семей стали родоначальниками старожильского русского населения – ямщиков Среднеленя, представлявших собой отборный элемент недовольных, сосланных за непокорность по воле своих господ-помещиков [2]. Согласно архивному фонду ЯНЦ РАН (№ 5, оп.1, д. 161, 225), А. Д. Соколовым был составлен список фамилий всех 33 родоначальников ямщицких семей: в Якутском Округе – Соколов, Лобанов, Шепелев, Козлов, Припузов, Иванов, Юрьев, Макаров, Строев, Якушев, Соловьев, Филиппов, Петров, Сухарев, Голоков, Федоров, Теплов, Хлебников, Суханов; в Олёкминском Округе – Яныгин, Евстифеев, Арбукин, Коротких, Винокуров, Сташков, Фролов, Макаров, Тарасов, Шумилов, Миронов, Нестеров, Ипатьев и Сергеев [4].

31 января 1775 г. на основании законоположения «О новом разделении Иркутской губернии на провинции, воеводства и комиссарства» во главе Якутской провинции Иркутской губернии был поставлен провинциальный воевода. Иркутско-Якутский тракт в пределах Якутской провинции был разделён на два участка: от Витима до Олёкминска и от Олёкминска до Якутска. Во главе их встали назначенные якутской провинциальной канцелярией станционные смотрители, которых обязали следить за состоянием тракта и порядком в почтовой гоньбе, а также за жизнью и бытом причисленных к почтовым станциям ссыльных и переселенцев [2].

В 1778 г. были основаны дополнительные станции: Ой-Муранская (между

Журиной и Синской) и Батамайская (между Синской и Тит-Арынскими станциями).

В феврале 1781 г. иркутская губернская канцелярия пыталась вновь возложить обязанности по исправлению почтовой гоньбы на местное население, которое противилось этому, но не отказывалось снабжать трактовых крестьян всем необходимым. Следовали указы, содержащие конкретные распоряжения по устройству почты; разрабатывались технологии содержания дорожного тракта (изготовление фашинов, гатей, переправ через мелкие реки) [2]. Иркутско-Якутский тракт протяжённостью 2895 км начал действовать круглогодично, причём 2400 км его проходили вдоль берега реки Лены. Зимняя дорога действовала с октября по апрель, летняя – с мая по октябрь.

С 1783 г., согласно именному указу «О составлении Иркутской губернии из четырёх областей», Якутская провинция была переименована в Якутскую область и разделена на пять уездов: Якутский, Олёкминский, Оленский (Вилуйский), Жиганский и Зашиверский. Упразднена была и система воеводского управления. Во главе Якутской области встал комендант, во главе уездов – земские исправники [2].

С 1784 г. в ведение Якутской области были переведены 12 почтовых станций – Саньяхтахская, Малыканская, Иситская, Журиная, Ой-Муранская, Синская, Батамайская, Тит-Арынская, Тойон-Арынская, Бэстяхская, Уулах-Анская, Табагинская и Якутская городская [3].

С марта 1797 г. по именному указу императора и самодержца Всероссийского Павла I в Сибири вместо наместничеств вновь были созданы две губернии: Тобольская и Иркутская, ликвидировано комендантство, и Якутская область опять оказалась в положении уезда Иркутской губернии, которым управлял городничий, а уездные земские исправники переименованы в земских комиссаров [2].

В 1806 г. правительствующий Сенат и Военная коллегия получили предписание о выдаче подорожных билетов и прогонов чиновникам, посылаемым по казённым надобностям в Якутск и Охотск [2].



Олёкминские ямщики (XIX в.)



Ямщики на тракте

20 ноября 1809 г. в Сибири был учреждён Десятый округ путей сообщения, призванный заниматься управлением водных и сухопутных сообщений, начали предприниматься меры по обустройству трактов внутри губерний [2].

С 1810-х годов правительство императора Александра I для укрепления оседлости русских переселенцев стало выделять ямщикам пахотные и сенные угодья. С этого времени, наряду с почтосодержанием, ямщики начали заниматься земледелием – выращиванием зерновых, картофеля, моркови, капусты, гороха, редьки и табака [3].

К 1815 г. завершилась начатая в 1803 г. постепенная замена натуральной повинности по перевозке почты и грузов на земские денежные сборы с торгов для содержания почтовых станций [2].

Продолжение следует

Список литературы

1. Вигилев, А. Н. История отечественной почты / А. Н. Вигилев. – М. : Радио и связь, 1990. – 312 с.
2. Казарян, П. Л. Иркутско-Якутский почтовый тракт : история становления / П. Л. Казарян // Управление мегаполисом. – 2008. – № 6. – С. 53–63.
3. Соколов, А. Д. По следам государевых ямщиков / А. Д. Соколов. – Якутск : НИПК «Сахаполиграфиздат», 2002. – 156 с.
4. Соколов, А. Д. 275 лет начала постоянного почтового сообщения в Якутии и 265 лет со дня основания Иркутско-Якутского почтового тракта / А. Д. Соколов. – Якутск : Якут. край, 2008. – 32 с.
5. Соколов, А. Д. По следам государевых ямщиков / А. Д. Соколов // Наука и техника в Якутии. – 2012. – № 2 (21). – С. 52–57.
6. Сафронов, Ф. Г. Русские крестьяне в Якутии (XVIII – начало XX века) / Ф. Г. Сафронов. – Якутск, 1961. – 495 с.
7. Сафронов, Ф. Г. Русские на северо-востоке Азии в середине XVII – XIX веков / Ф. Г. Сафронов. – М. : Наука, 1978. – 258 с.

НОВЫЕ КНИГИ



Шепелёв Радий Семёнович. Истоки. Очерки на полях истории предков / Р. С. Шепелёв ; авт.-сост. : Т. Р. Писарева, С. Р. Шепелёв, Н. Р. Шепелёва. – М., 2019. – 464 с.

Предлагаемая вниманию читателя книга посвящена моему отцу Шепелёву Семёну Васильевичу – замечательному человеку, учителю, новатору. В книгу вошли его краткая биография, рассказ о нашей семье, а также некоторые страницы истории Якутии. В книге рассказывается об этапах исследования родословных семей Шепелёвых и Соколовых. Авторам удалось установить родственные связи на большой глубине – самые ранние сведения относятся к середине XVIII века. «География событий» покрывает обширную территорию, многочисленные города и сёла – Кострому, Пелым, Якутск, Табагу, Булгунняхтах, Иркутск, Мирный... Книга включает в себя выдержки из исторических трудов, в том числе неизданной диссертации Е. Д. Яныгина, архивные документы и справки, карты, фотографии из семейного архива, родословные древа Шепелёвых и Соколовых, а также уникальные, ранее не публиковавшиеся, но бережно хранимые рукописи с личными воспоминаниями С. И. Шепелёва, А. Г. Соколовой и Р. С. Шепелёва, авторские рисунки.

Издание представляет интерес не только для родственников, друзей, коллег по работе – тех, чья судьба связана с описываемыми в книге событиями, но и для всех тех, кто хотел бы провести собственное генеалогическое исследование своего рода.

ПАМЯТЬ О КОРИФЕЕ МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЯ

Р. Н. Иванова

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10039

В июле 2016 г. научная общественность Республики Саха (Якутия) отметила 100-летие со дня рождения выдающегося учёного-мерзлововеда, кандидата географических наук, одного из первооткрывателей Якутского артезианского бассейна, заслуженного деятеля науки Якутской АССР, действительного члена Географического общества СССР, ветерана тыла и труда Петра Алексеевича Соловьёва (1916–2002 гг.). В Институте мерзлотоведения СО РАН прошло торжественное заседание, а издательством ИМЗ СО РАН была выпущена книга «Соловьёв Пётр Алексеевич» из серии «Учёные-мерзловеды» [1].

Соловьёв П. А. рано начал трудиться – в 14 лет он был принят на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации. Не прерывая трудовой деятельности, он в 1933 г. поступил в Московский геолого-разведочный техникум [2], но не окончил его. В 1936–1938 гг. Пётр Алексеевич работал техником-гидрогеологом Анадырской мерзлотной станции горно-геологического Управления Главсевморпути, исполняя обязанности начальника станции вместо своего репрессированного отца. В этот период юный исследователь написал несколько глав отчёта и статью о подземных льдах, которая была напечатана в трудах Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева (ИНМЕРО) АН СССР в 1941 г.

С 1939 г. П. А. Соловьёв работал в Москве в должности научно-технического сотрудника ИНМЕРО АН СССР. В 1940 г. он был командирован на Якутскую научно-исследовательскую мерзлотную станцию института. С этого времени и до конца своей жизни Пётр Алексеевич постоянно проживал в г. Якутске [3].

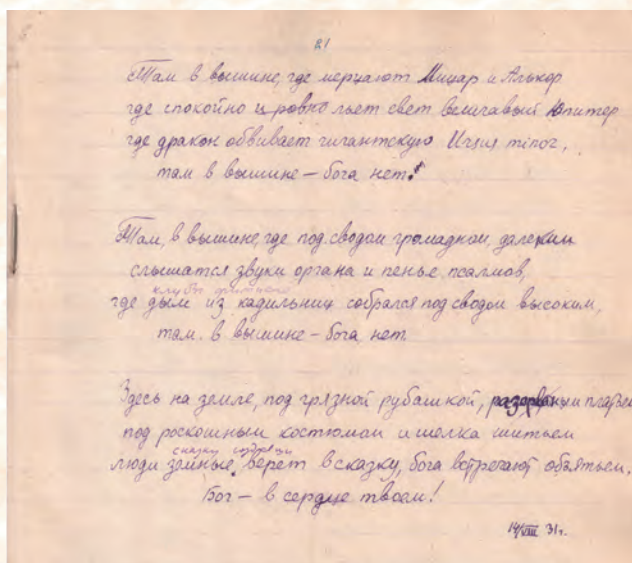
Перечень научных открытий и теоретических разработок П. А. Соловьёва в области геокриологии весьма впечатляет. Он первым описал явление сезонного оттаивания грунтов под слоем снега, а также их одновременное промерзание сверху и снизу. В ходе гидрогеологического бурения, доказавшего существование под подошвой вечной мерзлоты в Центральной Якутии обширного артезианского бассейна подземных вод, он предложил новые способы оценки мощности вечной мерзлоты по изменению термограммы, а также способы предотвращения от промерзания подземных вод, поступающих в буровую скважину. Им была написана инструкция для метеостанций по шурфованию и описанию структуры мёрзлых грунтов. Пётр Алексеевич был первым, кто разработал схему расчленения четвертичных отложений Центральной Якутии по геоморфологическому принципу, описал строение речных террас и составил номенклатуру разновозрастных уровней рельефа. Он создал также теорию развития аласного термокарстового рельефа, ввёл в науку термины «ледовый комплекс», «термическая эрозия», «псевдота-

лик», «потенциальное промерзание (протаивание)», «аласный рельеф» и «аласные отложения». Им были составлены первые карты инженерно-геологического районирования Якутской АССР (1967, 1970) и карты распространения многолетней мерзлоты в Якутской АССР (1989). Его опыт картирования и районирования территории Якутии был востребован при составлении «Геокриологической карты зоны БАМ» (1979), «Мерзлотно-ландшафтной карты ЯАССР» (1991) и других картографических изданий.

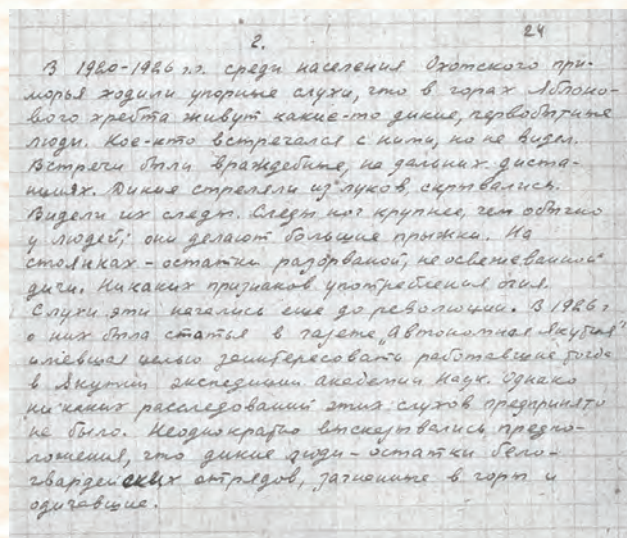


Заслуженный деятель науки Якутской АССР П. А. Соловьёв (1916–2002 гг.) выступает с докладом на научном совещании (г. Якутск, 1975 г.)

Пётр Алексеевич Соловьёв был человеком творческим – с малых лет он писал стихи и небольшие рассказы, но нигде их не печатал. Его дочь – Татьяна Петровна Кузнецова, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая музеем Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов (Москва, ЦНИГРИ) – в начале июля 2019 г. приехала в Якутск, чтобы почтить память своего отца и попытаться опубликовать его художественно-публицистические произведения. Ранее Т. П. Кузнецова передала в Музей истории изучения вечной мерзлоты Института мерзлотоведения СО РАН три толстые общие тетради с его стихами и рассказами. Эти тетради были отсканированы сотрудниками института Л. В. Банчик и А. А. Семёновым, и электронный вариант рукописей был передан Татьяне Петровне. Стихи и рассказы юного Петра Алексеевича удивляют своей философичностью мировосприятия. В более зрелом возрасте Пётр Алексеевич любил описывать природу и особенности северного края.



Страница со стихами юного Пети Соловьёва



Страница из рукописи П. А. Соловьёва «Преломления» (1940–1946 гг.)

19 июля в зале учёного совета Института мерзлотоведения СО РАН состоялась встреча с Т. П. Кузнецовой. В начале встречи заместитель директора по науке, к.г.н. Александр Николаевич Фёдоров преподнес ей букет красивых цветов и сувенир из алмазной крошки – изображение эмблемы института, в котором более 60 лет трудился её отец. Доктор геолого-минералогических наук, проф. Виктор Васильевич Шепелёв преподнёс дорогой гостье юбилейный проспект о деятельности института, сборник художественных произведений сотрудников института «Не наукой единой», памятный юбилейный значок института, а также свежий номер журнала «Наука и техника в Якутии», главным редактором которого он является уже 19 лет.

Гостья была приятно удивлена и обрадована столь тёплым приёмом, оказанным ей.

Присутствующие на встрече сотрудники института поделились своими воспоминаниями о П. А. Соловьёве. В. В. Шепелёв отметил, что Пётр Алексеевич был книголюбом, великолепным картографом, участвовал в составлении таких уникальных многотомных изданий, как «Гидрогеология СССР» и «Инженерная геология», которые цитируются до сих пор. «Институту и всем нам повезло, – сказал Виктор Васильевич, – что большую часть своей творческой жизни этот талантливый исследователь провёл в нашем коллективе. Он был одним из тех немногих, кто без высшего образования получил степень кандидата наук». Татьяна Петровна добавила, что диссертационный совет присудил её отцу докторскую степень, но ВАК не утвердил это решение только из-за того, что он не имел высшего образования.



Подарки дорогой гостье вручили А. Н. Фёдоров (слева) и В. В. Шепелёв.

Фото Ф. Манькина



Молодые сотрудники с интересом слушают рассказы ветеранов института о корифее мерзлотоведения П. А. Соловьёве.

Фото Ф. Манькина

Научные труды П. А. Соловьёва являются золотым фондом геокриологии и востребованы до сих пор. Некоторые уточнения по этому поводу высказал А. Н. Фёдоров: «В 1970-е годы Демек и Чудек из Чехии, которые стажировались у П. А. Соловьёва, цитировались в зарубежных геокриологических трудах. Спустя 10–20 лет мы спрашивали у наших зарубежных коллег, почему вы не ссылаетесь на первоисточники, а они отвечали, что на английском языке доступны только труды чехов. Сейчас справедливость восторжествовала – любой иностранец, который работает в Центральной Якутии, прекрасно знает работы П. А. Соловьёва и ссылается на них».

Пётр Алексеевич активно занимался общественной деятельностью. Он был членом Географического общества СССР, членом общества книголюбов, народным заседателем Якутского городского суда.

Татьяна Петровна немного рассказала о себе. Она родилась в Якутске в 1946 г. Отец в 1948 г. отправил свою семью (жену – коренную якутянку, дочку и

новорожденного сына) в Москву, к своему отцу, а сам обещал после написания и сдачи отчёта приехать, но остался в Якутске до конца своих дней. Татьяна Петровна окончила геологоразведочный факультет МГУ и после завершения учебы была распределена на работу в Якутск. Однако отцу это не понравилось. Он считал, что работа в Москве – это некая преференция для молодого специалиста, и она осталась в ЦНИГРИ, где трудится до сих пор. Татьяна Петровна сказала, что сейчас немножко даже завидует тем сотрудникам института, которые трудились бок о бок с её отцом более 60 лет, в то время как он проводил с семьёй очень мало времени. На вопрос, что же держало отца все эти долгие годы в Якутске, его ученик, а ныне доктор географических наук, В. В. Куницкий ответил коротко и ёмко: «Ледовый комплекс».

Татьяна Петровна выразила благодарность всем, кто пришёл на встречу. Она отметила, что в институте до сих пор чувствуется, как ценят П. А. Соловьёва и хранят память о нём.

Список литературы

1. Пётр Алексеевич Соловьёв / Рос. акад. наук, Сиб. отд-е, ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова ; сост.: В. В. Куницкий, Т. А. Ботулу. – Якутск : Изд-во ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2016. – 128 с. – (Серия «Учёные-мерзлотоведы»).
2. Ботулу, Т. А. Знаток вечной мерзлоты / Т. А. Ботулу // Наука и техника в Якутии. – 2001. – № 1. – С. 83.
3. Ботулу, Т. А. Знаток вечной мерзлоты / Т. А. Ботулу, В. В. Куницкий // Якутская геокриологическая научная школа (сфера исследований, результаты, люди). – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2010. – С. 212–214.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Научный работник не должен задаваться целью сделать открытие, его задача – глубокое и всестороннее исследование интересующей его области науки. Открытие возникает только как побочный продукт этого исследования.

И. И. Мечников

Будущее принадлежит медицине предохранительной. Эта наука, идя рука об руку с лечебной, принесёт несомненную пользу человечеству.

Н. И. Пирогов

О МЕЖДУНАРОДНОМ ИНЖЕНЕРНОМ ЧЕМПИОНАТЕ «CASE-IN»

О. И. Лаптева, Г. Н. Егорова

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10040



*Ольга Ивановна Лаптева,
старший преподаватель
Физико-технического инсти-
тута Северо-Восточного
федерального университета
им. М. К. Аммосова
(ФТИ СВФУ), г. Якутск*



*Гульнара Николаевна Егорова,
старший преподаватель
ФТИ СВФУ, г. Якутск*

4 апреля 2019 г. в стенах Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова (СВФУ) прошёл Международный чемпионат инженерных кейсов «CASE-IN». Это мероприятие является крупнейшим практико-ориентированным соревнованием в России и странах СНГ по решению инженерных кейсов (практических задач) среди студентов технических вузов. Проект реализуется в соответствии с Планом мероприятий, направленных на популяризацию инженерных профессий, утверждённым распоряжением Правительства РФ от 5 марта 2015 г. № 366-р.

Целью чемпионата является выявление и поддержка самых перспективных студентов профильных вузов, содействие получению ими практических знаний, опыта и новых компетенций, повышение имиджа работников топливно-энергетического (ТЭК) минерально-сырьевого (МСК) комплексов и смежных отраслей, популяризация инженерно-технического образования и формирование кадрового резерва.

Чемпионат реализуется в пяти лигах (табл. 1).

Задачи студенческой лиги чемпионата следующие:

Таблица 1

Реализуемые лиги в рамках чемпионата

Название лиги	Описание	Участники
Школьная лига	Командное заочное соревнование школьников в решении инженерных кейсов, направленное на популяризацию знаний об энергетике; формирование у учащихся позитивного и ответственного отношения к этой области знаний; выявление наиболее перспективных учеников, заинтересованных в работе в отраслях ТЭК и МСК	Школьники 9–11 классов
Лига рабочих специальностей	Командное соревнование, состоящее из отборочных этапов, для поиска и отбора перспективных обучающихся профессиональных образовательных организаций и привлечения в дальнейшем их к трудоустройству в отраслевые компании	Учащиеся профессиональных образовательных организаций в возрасте до 20 лет
Студенческая лига. Направления: «Геологоразведка»; «Горное дело»; «Металлургия»; «Нефтегазовое дело»; «Нефтехимия»; «Электроэнергетика» «Цифровой атом»	Соревнование среди обучающихся образовательных организаций высшего образования в решении инженерных кейсов, посвящённых реальным производственным проблемам и разработанных по материалам отраслевых предприятий	Студенты, магистранты и аспиранты образовательных организаций
Лига молодых специалистов	Лига молодых специалистов проходит с февраля по май и состоит из 5 очных отборочных этапов в географических зонах (север, юг, запад, восток, центр) и финала в Москве	Молодые специалисты компаний ТЭК и МСК в возрасте до 35 лет
Специальная лига «CASE-IN»	Это корпоративные чемпионаты по решению кейсов, которые реализует отраслевая компания для отбора перспективных молодых специалистов во внешний кадровый резерв из числа студентов и школьников, а также для оценки молодых специалистов и работников компании	Школьники, студенты, молодые специалисты в зависимости от проводимого мероприятия

– создание крупнейшей профориентационной площадки топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов для студентов инженерно-технического профиля ведущих организаций высшего образования, с участием представителей предприятий, органов власти, научно-образовательных центров, общественных и экспертных объединений;

– комплексная оценка и развитие профессионального, лидерского и инновационного потенциала, профориентация и практическое обучение более 5000 студентов на основе образовательной технологии «Метод кейсов», предусматривающей решение реальных производственных задач;

– вовлечение молодёжи в рассмотрение конкретных задач функционирования топливно-энергетического или минерально-сырьевого комплексов и выявление на базе их предложений перспективных и интересных подходов к решению актуальных проблем развития отрасли;

– мотивация студентов к выстраиванию профессиональных траекторий в отрасли, повышение имиджа рабочих и инженерных профессий топливно-энергетического или минерально-сырьевого комплексов, популяризация инженерно-технического образования;

– создание эффективного инструмента для компаний по формированию кадрового резерва из числа студентов, наиболее адаптированных к работе на реальном производстве, инвестированию в развитие человеческого капитала, продвижению бренда отрасли в молодёжной и профессиональной среде.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова провёл отборочный этап студенческой лиги по следующим направлениям: «Горное дело», «Геологоразведка», «Электроэнергетика», «Нефтегазовое дело». Впервые в 2019 г. прошла лига молодых специалистов. По итогам отборочного этапа в Якутске СВФУ получил диплом призёра в номинации «Энергия образования» за лучшую организацию и проведение отборочного этапа (рис. 1).

Физико-технический институт (ФТИ) СВФУ с 2016 г. является организатором лиги по электроэнергетике. Студенты кафедр теплофизики и теплоэнергетики, электроснабжения, образовав команды, предложили варианты решения проблем для реального предприятия на основе конкретной производственно-финансовой ситуации, используя теоретические и практические знания, технико-экономические расчёты и логику. Этапы проведения студенческой лиги были следующие:

- регистрация команд;
- за 10 дней до отборочного этапа команды получили инженерный кейс, и к отборочному этапу они должны были подготовить презентацию решения кейса и устное выступление;
- защита своих решений перед экспертной комиссией;
- определение победителя отборочного этапа, который приглашается на финал в Москву.

Экспертной комиссией студенческой лиги по направлению «Электроэнергетика» отборочного этапа



Рис. 1. Диплом Северо-Восточному федеральному университету им. М. К. Аммосова – призёру в номинации «Энергия образования» за лучшую организацию и проведение отборочного этапа Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» 2018 г.

выступают профессорско-преподавательский состав ФТИ СВФУ, представители энергетических предприятий региона (ПАО Якутскэнерго, АО «СО ЕЭС» Якутского РДУ, АО «Сахаэнерго»), министерства ЖКХ и энергетики РС(Я). Эксперты оценивают участников по следующим критериям:

- 1) технология;
- 2) экономика;
- 3) оригинальность и новизна решения (инновационность);
- 4) презентация и выступление;
- 5) энергоэффективность;
- 6) ответы на вопросы экспертов.

В таблице 2 приведены представленные инженерные кейсы по направлению «Электроэнергетика», начиная с 2016 г.

В 2016 г. победила команда «AC\DC» – студенты группы ЭО-12 и аспирант кафедры «Теплофизика и теплоэнергетика» (рис. 2). В финале команда получила номинацию «Решительность» (ТатаринOV Василий –

Таблица 2

Название и задачи кейса

Год	Название кейса/ область	Задача кейса	Результаты
2016	Электроснабжение удалённых потребителей (Забайкальский край, с. Батакан)	Выбор и обоснование эффективной схемы электроснабжения автономного посёлка, а также определение объёма и источников получения тепловой энергии	1 место – команда «АС\BC»
2017	Коронный разряд (Красноярский край)	Анализ годовых режимов работы линий электропередач Александровской ГРЭС и разработка комплекса технологических решений, обеспечивающих максимальный объём снижения потерь на корону при минимальных финансовых затратах	1 место – команда «SB2»
2018	Северные сети (Ямало-Ненецкий автономный округ)	Проанализировать текущее состояние электросетевого комплекса ПАО «ФСК ЕЭС» на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. На основе анализа статистики технологических нарушений на линиях электропередачи необходимо разработать комплекс мероприятий по снижению аварийности и повышению надёжности функционирования объектов ПАО «ФСК ЕЭС», спланировать сроки реализации и рассчитать требуемые для реализации мероприятия. Необходимо также учесть строительство перспективных электросетевых объектов	1 место – команда «Атом»
2019	Системы диагностики силового трансформаторного оборудования и линий электропередачи	Дать характеристику действующему комплексу систем диагностики силовых трансформаторов и линий электропередачи, используемому на объектах МЭС Востока. Определить эффективность действующего комплекса системы диагностики силовых трансформаторов и линий электропередачи МЭС Востока, выявить его преимущества и недостатки. Определить необходимость использования дополнительных и новых средств и систем диагностики силовых трансформаторов и линий электропередач	1 место – команда «Logic Energy»

капитан, Константинова Мария, Максимов Иннокентий, Ченянов Михаил).

В 2017 г. в университете прошёл 5-й Международный чемпионат инженерных кейсов «CASE-IN». Первое место заняла команда «SB2» – студенты кафедры электроснабжения (Местников Николай – капитан, Гоголев Роман, Захаров Семён, Черёмкин Андрей). Гостями чемпионата 2017 г. были: Н. Н. Дураев – заместитель министра ЖКХиЭ РС(Я), А. К. Корякин – заместитель генерального директора по инновациям, НИОКР и капитальному строительству АО «Сахазэнерго». Гости отметили важность данного мероприятия в развитии энергетики.



Рис. 2. Команда «АС\BC» в финале чемпионата (г. Москва, 2016 г.)

Победителями отборочного этапа 2018 г. стала команда «Атом», которую представляли студенты кафедры электроснабжения ИТФ СВФУ (Охлопков Максим – капитан, Павлов Андрей, Петрова Ксения, Филиппов Никифор) (рис. 3).

В 2019 г. в соревновании по направлению «Электроэнергетика» приняли участие 11 команд из студентов Физико-технического института СВФУ, Якутского института водного транспорта, Технического института (филиал в г. Нерюнгри). Экспертная комиссия была в следующем составе: Е. А. Босьяков – начальник отдела технического контролинга АО «СО ЕЭС» Якутского РДУ; А. Ф. Саначев – начальник управления инновационного



Рис. 3. Победители отборочного этапа – команда «Атом» с ректором СВФУ, профессором Е. И. Михайловой (2018 г.)



Рис. 4. Экспертная комиссия чемпионата по направлению «Электроэнергетика» (2019 г.)
 Слева направо: А. К. Толеубаев, М. Л. Корякина, О. И. Лаптева

развития и инвестиций «ПАО Якутскэнерго»; А. К. Толеубаев – начальник службы эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики и измерений АО «Сахаэнерго»; Н. А. Саввинова – директор Физико-технического института СВФУ; М. Л. Корякина – старший преподаватель Чукотского филиала СВФУ; О. И. Лаптева – старший преподаватель Физико-технического института СВФУ (рис. 4).

По результатам представленных решений кейсов 1 место заняла команда студентов кафедры теплофизики и теплоэнергетики ФТИ СВФУ «Logic Energy 4» (Семенова Наталья, Реев Василий и Латышев Андрей – студенты группы ЭО-16, Семенов Семен – аспирант 2-го года обучения). Эта команда будет представлять СВФУ в финале, который пройдет в г. Москве (рис. 5).

Капитан команды Семенова Наталья так прокомментировала этот успех: «Я участвую второй раз в данном мероприятии. В прошлом году наша команда "Заряд" заняла 3 место в отборочном этапе. Международный инженерный чемпионат "CASE-IN" – мероприятие по решению инженерных кейсов. Каждый год темы кейсов меняются и соответствуют



Рис. 5. Победители отборочного этапа 2019 г. по направлению «Электроэнергетика» (команда «Logic Energy 4»).
 Слева направо: Реев Василий, Латышев Андрей, Семенов Семен, Семенова Наталья

актуальным задачам стратегического развития страны. Так, в 2018 г. тема кейса была посвящена развитию Арктики. В этом году темой кейса является "Цифровая трансформация". Участие в чемпионате "CASE-IN" дало мне возможность показать себя, научиться работать в команде, узнать много нового в области электроэнергетики. О чемпионате мне рассказали преподаватели нашей кафедры».

Следует отметить, что реализация подобных курсов позволяет создавать тесную связь между теоретическим обучением и практическим применением полученных знаний на примере решения конкретных проблемных задач. Концепция самого чемпионата способствует более активному сотрудничеству между обучающимися организациями и компаниями-работодателями, позволяет оценить уровень знаний студентов, обучающихся по актуальным направлениям, создаёт условия для прохождения практик и стажировок студентов в ведущих отраслевых компаниях. Для студентов появляется возможность развить профессиональные, коммуникационные и лидерские навыки, раскрыть свой потенциал в своей будущей специальности.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Когда рушится всё, наступает час философии.

Хайдеггер

Города рушатся, империи приходят в упадок, а наука вечна.

Улугбек

Тот, кто не любит свою страну, ничего любить не может.

Байрон

ОШИБКА ЭЙНШТЕЙНА

ЧАСТЬ 1. ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ И ТЁМНАЯ МАТЕРИЯ

В. В. Лепов

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10041



Валерий Валерьевич Лепов,
доктор технических наук,
и. о. директора Института
физико-технических проблем
Севера им. В. П. Ларионова
СО РАН, профессор кафедры
философии ЯНЦ СО РАН,
действительный член Академии
наук РС(Я), г. Якутск

Классическая механика Ньютона предполагала бесконечность и неподвижность (стационарность) Вселенной, поэтому в ней не требовалось вводить понятия скрытой, или тёмной материи, и энергии. Не требовалось это и Эйнштейну при описании стационарной Вселенной, поскольку гравитация интерпретируется в Общей теории относительности как геометрический эффект пространства-времени в неевклидовой псевдо-римановой геометрии. Гравитационное поле, как обобщение ньютоновского гравитационного потенциала, отождествляется с метрикой четырёхмерного пространства-времени, а напряжённость гравитационного поля — с аффинной связностью (сохранения параллельных переносов) пространства-времени.

Но когда Эйнштейн попытался математически описать гравитацию с помощью искажения геометрии пространства-времени в специальной теории относительности, ему пришлось ввести в уравнения дополнительный член Λ (греч. *лямбда*), характеризующий кривизну. Отрицательное значение Λ означало бы расширение Вселенной, а положительное — её сжатие. Тёмная энергия, таким образом, является физической интерпретацией Λ при расширении Вселенной. Ускоренное расшире-

ние означает большое количество тёмной энергии, или отрицательного давления, расталкивающего галактики друг от друга. По последним подсчётам тёмная энергия составляет 64 % всей энергии мира.

Тёмная же материя, наоборот, ответственна за то, что звёзды во вращающихся галактиках не разлетаются в разные стороны под действием центростремительного ускорения. Некая скрытая масса, состоящая предположительно из тяжёлых слабо взаимодействующих с обычным веществом частиц искривляет лучи света вокруг скоплений галактик так, как будто они содержат намного больше материи, чем обнаруживается в светящихся звёздах. Наличие тёмной материи (около 27 %) подтверждается также расчётом согласно теории образования скоплений галактик и сравнением его с наблюдениями.

Обычное вещество, таким образом, составляет менее 10 % от всей энергии Вселенной и находится в туманностях и в облаках газа. Доля звёзд на порядок меньше, всего около 1,5–2,0 % [1], и не менее 0,3 % реликтовых нейтрино (пронизывающих Вселенную с начала её существования [2]). Таким образом, складывается парадоксальная ситуация (рис. 1) — природа подавляющей

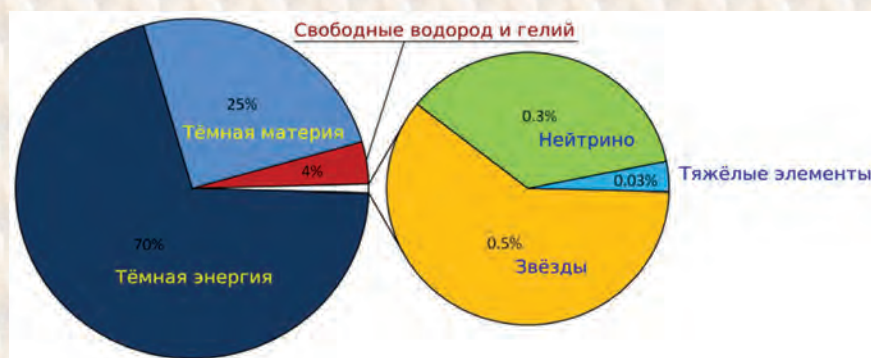


Рис. 1. Примерное распределение энергии (материи) во Вселенной.
Небольшой сектор справа (0,03 %) — доля тяжёлых элементов [2]

части Вселенной (около 90 %) современной науке неизвестна.

Учёными было представлено несколько гипотез о природе и тёмной энергии, и тёмной материи. Однако в отсутствие существенных доказательств и обоснований они остаются лишь предположениями. Ниже рассмотрены основные из этих гипотез, а также некоторые вопросы, касающиеся развития теории гравитации.

1. Тёмная энергия

Одним из главных кандидатов на роль тёмной энергии является физический вакуум с его постоянными квантовыми флуктуациями. Он обладает стабильной плотностью энергии, поэтому с увеличением объёма при расширении Вселенной его давление должно уменьшаться.

Международная группа учёных под руководством А. А. Вихлинина (Институт космических исследований РАН, Гарвард-Смитсоновский астрофизический центр, США), в которую входят сотрудники ИКИ РАН и других научных организаций Европы и США, исследует природу тёмной энергии по темпу роста крупномасштабной структуры Вселенной, которую можно представить как скопления галактик, соединённых филаментами – скоплениями газа, между которыми находятся пустоты. Поскольку тёмная энергия противодействует силе гравитационного притяжения и препятствует образованию сгущений вещества на больших масштабах расстояний, она должна оказывать существенное влияние на скорость роста таких структур.

Скопления содержат тысячи галактик, подобных нашей, и могут иметь массы порядка 10^{14} масс Солнца. Экспериментально было обнаружено и подробно исследовано 86 наиболее массивных скоплений галактик во Вселенной, находящихся от нескольких сотен миллионов до нескольких миллиардов световых лет от Млечного Пути. Для этого использовались рентгеновский телескоп ROSAT (Германия, НАСА), российский-турецкий 1,5-метровый телескоп РТТ-150 и орбитальная рентгеновская обсерватория Чандра (США). Измерения расстояний выполнены при помощи десятка оптических телескопов, рассредоточенных по всему миру. На основе полученных данных восстановлена картина эволюции Вселенной в течение последних 5,5 миллиардов лет,

при этом показано, что рост крупномасштабной структуры Вселенной в течение этого времени существенно замедлился.

Исследователями получено наиболее точное на сегодняшний день измерение расталкивающего действия тёмной энергии, при этом уравнения общей теории относительности (с учётом космологической постоянной Λ) хорошо работают на всех наблюдаемых расстояниях – от радиусов орбит планет в нашей Солнечной системе до размеров всей наблюдаемой части Вселенной [3].

В 2018 г., изучая распределения массивных скоплений галактик в пространстве, учёные пришли к выводу, что масса центральных галактик занижена в 2–4 раза вследствие использования многими авторами функции звёздной массы галактик, основанной на фотометрических измерениях, серьёзно недооценивающих профиль поверхностной яркости внешних частей для массивных галактик [1].

Сегодня большие надежды возлагаются на российский космический телескоп «Спектр-Рентген-Гамма», который в октябре 2019 г. долетит до окрестностей точки либрации¹ системы «Солнце – Земля» (примерно в 1,5 млн км от планеты). На нём установлены два рентгеновских телескопа: eRosita Института внеземной физики Общества Макса Планка и ART-XC Института космических исследований РАН и ВНИИ экспериментальной физики (рис. 2).

После калибровки «Спектр-РГ» должен будет на протяжении четырёх лет сканировать небо для предположительного обнаружения около ста тысяч скоплений галактик. Кроме того, ожидается открытие до трёх



Рис. 2. Российский спутник «Спектр-РГ», выведенный в точку Лагранжа L2 между Солнцем и Землей в октябре 2019 г. (ГК РОСКОСМОС)

¹ Точки либрации (Лагранжа) – (от лат. librātiō – раскачивание), или L-точки. Это такие точки в системе из двух массивных тел, в которых третье тело с пренебрежимо малой массой, на которое не действуют никакие другие силы, кроме гравитационных со стороны двух первых тел, может оставаться неподвижным относительно этих тел. Всего существует пять точек, в которых третье тело с пренебрежимо малой массой может оставаться неподвижным во вращающейся системе отсчёта, связанной с массивными телами. Гравитационные силы в точках либрации уравновешиваются центробежной силой.

миллионов аккрецирующих² сверхмассивных чёрных дыр, сотен тысяч звёзд с активными в рентгеновском диапазоне коронами и аккрецирующих белых карликов, десятков тысяч звездообразующих галактик и многих других объектов, в том числе неизвестной природы.

2. Тёмная материя

Одной из первых гипотез о природе тёмной материи была теория вимпов³ – тяжёлых стабильных частиц массой в 100–1000 раз тяжелее протона, чрезвычайно слабо взаимодействующих с обычной материей и излучением и не распадающихся в течение длительного времени (иначе они были бы обнаружены в земных экспериментах). Наличие в природе таких частиц свидетельствовало бы также о существовании неизвестного науке закона сохранения, запрещающего им распадаться. Возникновение вимпов связывают с периодом очень ранней Вселенной, когда температура её достигала 10^{15} градусов. Оставшаяся часть таких тяжёлых частиц как раз соответствовала бы современной плотности тёмной материи согласно Стандартной модели. Однако ни одного факта экспериментального обнаружения чего-то похожего на загадочные вимпы до сих пор нет.

Другим кандидатом на роль тёмной материи являются обычные чёрные дыры. В 2015 г. фотонный интерферометр LIGO⁴ впервые зафиксировал гравитационные волны, предположительно возникшие от слияния двух чёрных дыр [4]. При прохождении гравитационной волны меняется расстояние между двумя телами, однако, ввиду слабости самого эффекта, до этого обнаружить его не удавалось. Кроме двух детекторов LIGO в США, событие было также зарегистрировано на европейском детекторе Virgo⁵, и в дальнейшем была образована коллаборация исследователей. Детекторы-близнецы LIGO вместе с Virgo возобновили работу 1 апреля 2019 г. после серии улучше-

ний, повышающих их чувствительность к гравитационным волнам. На апрель 2019 г. было зарегистрировано уже более 15 таких событий, причём обнаружения происходят практически еженедельно (рис. 3) [5]. Коллаборации с помощью телескопов удаётся зафиксировать то или иное крупное событие на звёздном небе, а изменение амплитуды сигнала позволяет рассчитать массу объектов до и после слияния. В частности, было показано, что значительная часть массы объектов при слиянии теряется в виде энергии возбуждаемых гравитационных волн. На рис. 4 представлено изображение обнаруженного в августе 2019 г. объекта, предположительно чёрной дыры, поглощающей нейтронную звезду [6].

Поскольку до появления детекторов LIGO было возможно обнаружение только сверхмассивных чёрных дыр по косвенным данным (мощному переменному электромагнитному излучению в широком диапазоне и струйным выбросам материи), то сегодня потенциальное

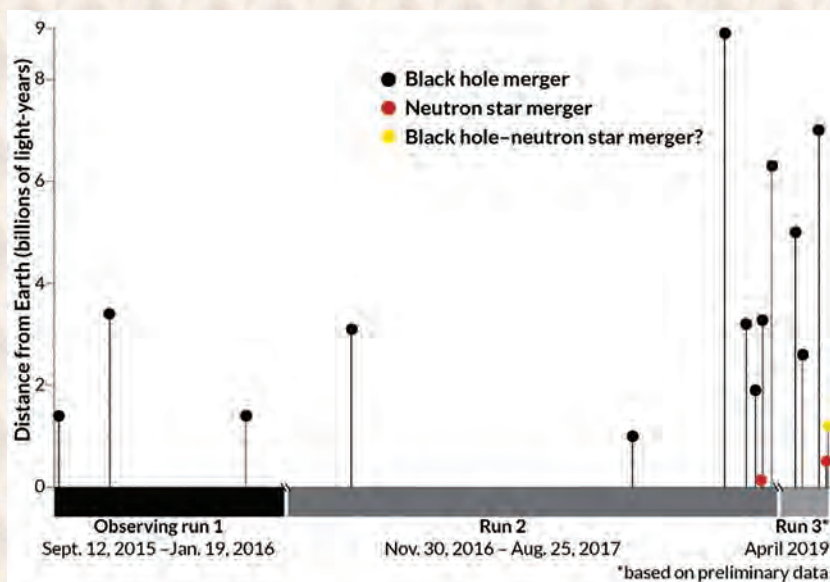


Рис. 3. Гравитационно-волновые явления, зарегистрированные коллаборацией LIGO-Virgo, в зависимости от их приблизительного расстояния от Земли.

Большинство событий происходит от слияния чёрных дыр, но также есть кандидаты от слияния нейтронных звезд (красный) и между чёрной дырой и нейтронной звездой (жёлтый). © E. OTWELL, T. TIBBITTS [5]

² Аккреция – (от лат. accretio – приращение, увеличение), падение вещества на космическое тело (обычно звезду или чёрную дыру) из окружающего пространства под действием сил тяготения. Роль аккреции велика в двойных системах, когда масса одной из звёзд увеличивается, что может привести к вспышке новой звезды или инициировать источник импульсного рентгеновского излучения.

³ Вимп – слабодействующая массивная частица (от англ. аббревиатуры WIMP – Weakly Interacting Massive Particle; слово wimp означает «скудный человек, обыватель»). Вимп – кандидат на роль основного компонента холодной тёмной материи, дающей около четверти вклада в общую плотность Вселенной. Предположительно вимпы участвуют только в слабом и гравитационном взаимодействии, а масса их должна быть как минимум в несколько десятков раз больше массы протона.

⁴ LIGO – (англ. Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), лазерно-интерферометрическая гравитационно-волновая обсерватория, а также международное научное сообщество, объединяющее около 40 научно-исследовательских институтов и 600 отдельных учёных. LIGO состоит из двух обсерваторий: в Ливингстоне (штат Луизиана) и в Хэнфорде (штат Вашингтон), удалённых друг от друга на 3002 км. Это позволяет по задержке сигнала определить направление на его источник.

⁵ Virgo – франко-итальянский детектор гравитационных волн, расположенный в EGO (Европейская гравитационная обсерватория), а также одноимённая коллаборация, занимающаяся его разработкой и обслуживанием.



Рис. 4. Гравитационные волны, возможно, впервые свидетельствуют о процессе поглощения чёрной дырой нейтронной звезды [6]

количество чёрных дыр во Вселенной значительно возросло, что отражено в диаграмме на рис. 1.

Наличие большого числа чёрных дыр средних размеров противоречит современной космологической модели. Обнаружение их вдали от центров галактик (сверхмассивных чёрных дыр с массой 10^5 – 10^{10} солнечных) не объясняется теорией образования галактик, основанной на принципе гравитационной неустойчивости, формировании протогалактических облаков и их фрагментаций с образованием звёзд.

Таким образом, вклад чёрных дыр в энергию Вселенной явно недооценён, поскольку нахождение двух таких объектов рядом и их слияние должно быть довольно редким крупным событием. Очевидно, что при дальнейшем массовом обнаружении сливающихся чёрных дыр и нейтронных звёзд они могут стать вероятными кандидатами на значительную часть тёмной материи в галактиках и их скоплениях [1].

3. Теории гравитации

С другой стороны, имеются иные, отличные от общей теории относительности Эйнштейна, теории гравитации, например, $f(R)$ -гравитации, или теория хамелеонов (гипотетических элементарных частиц), которая была выдвинута группой астрофизиков из Германии и Дании в начале 2019 г. По их расчётам, тёмной материи во Вселенной должно быть намного меньше, чем принято считать. Хамелеоны, согласно гипотезе, изменяют своё поведение в зависимости от окружения.

Физики из Даремского университета Великобритании (Durkham University, UK) смоделировали поведение галактики типа Млечный Путь по модели $f(R)$ -гравитации (рис. 5, [6]). «*Наши симуляции впервые показали, что даже если изменить силу притяжения, это не помешает сформироваться галактическим диском со спиральными рукавами. Наше исследование определённо не означает, что Общая теория относительности (ОТО) неверна, но показывает, что она не обязана быть единственным способом объяснения роли гравитации в эволюции Вселенной*», – заявил один из руководителей исследования Кристиан Арнольд [6].

Исследование также способствует дальнейшему пониманию природы тёмной энергии, ответственной за ускоренное расширение Вселенной.

Моделирование взаимодействия гравитации и сверхмассивных чёрных дыр в центре галактик показало, что чёрные дыры играют центральную роль в формировании последних, поскольку разогретые струи, выбрасываемые ими при поглощении окружающей материи, сжигают газ, который бы мог послужить основой образования новых звёзд.

Соавтор работы профессор Баоджу Ли из Даремского университета вычислительной космологии, поясняет, что если в общей теории относительности ускоренное расширение Вселенной объясняется неизвестной тёмной энергией, в простейшем случае задаваемой космологической константой, плотность которой неизменна в пространстве и времени, то в альтернативных теориях, например теории $f(R)$ -гравитации, ускоренное расширение объясняется модификацией самого закона тяготения.

Исследователи из Дарема ожидают, что их расчёты будут подтверждены наблюдениями с помощью телескопа SKA (англ. Square Kilometre Array, квадратный километр антенн), находящегося в Австралии и Южной Африке, который будет запущен в 2020 г. SKA будет самым большим в мире радиотелескопом, созданным для наблюдений первых звёзд и галактик, сформировавшихся после Большого взрыва, чтобы бросить вызов общей теории относительности Эйнштейна.

Но нужно ли привлекать теории новых специфических частиц, чтобы объяснить природу и без этого таинственных тёмной материи и тёмной энергии? Не будет ли это заменой одного неизвестного другим, что ещё более усложнит модель и наше понимание мироздания?

В классической механике Ньютона скорость распространения гравитационного взаимодействия предполагается бесконечной, в отличие от общей теории относительности Эйнштейна, где она не превышает скорости света. Обе эти теории объясняют устойчивость планетарных орбит. Но как это может быть? Рассмотрим историю вопроса и возможные формулировки закона всемирного тяготения.

В своё время Лаплас показал, что если скорость гравитации конечна, то есть в гравитационно-связанной системе одно тело притягивается к другому, когда последнее находится в положении, которое занимало некоторое время назад, пока распространялось гравитационное воздействие, между ними возникает пара сил, которая будет увеличивать момент импульса системы, тем самым удаляя тела друг от друга [7]. Этот парадокс назван именем Лапласа, или эффектом запаздывающего потенциала.

Так, если бы гравитация распространялась со скоростью света, то на Землю действовала бы тангенциальная сила порядка 0.0001 радиальной силы действующей на Землю гравитации Солнца (отношение орбитальной скорости Земли 30 км/с к скорости света 300 000 км/с), что приводило к удвоению расстояния от Земли до Солнца каждые 1200 лет. Поэтому Лаплас дал

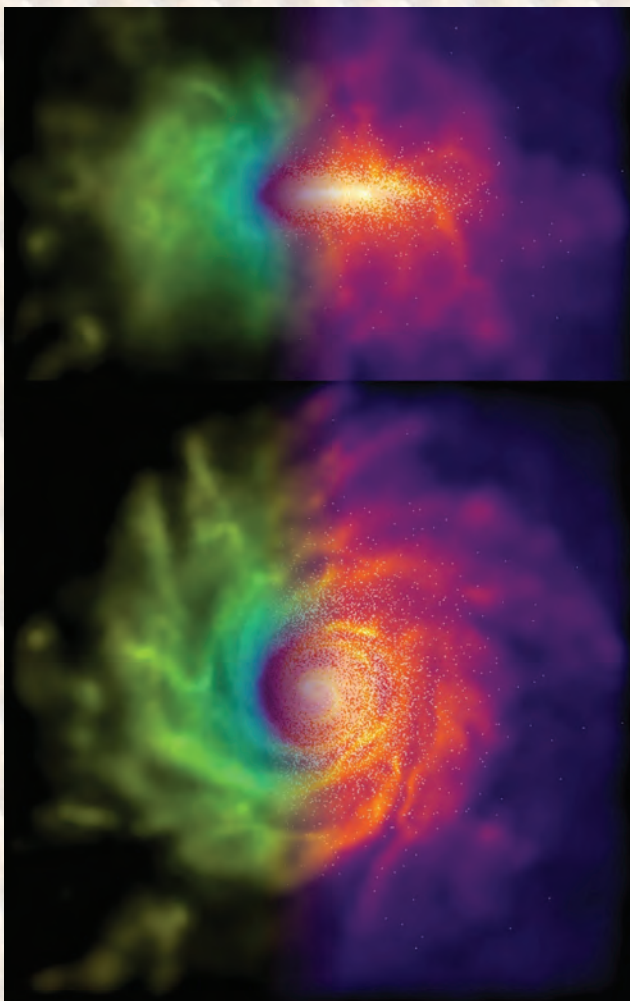


Рис. 5. Сгенерированное на основе компьютерной симуляции по модели $f(R)$ -гравитации изображение сформировавшегося диска спиральной галактики типа Млечный Путь [6]

оценку нижнему пределу скорости распространения гравитации как $V_\zeta = 10^8 \cdot c$, где c – скорость света.

Но оперируя уравнениями ОТО, А. Ф. Богородский разъясняет, что «эффект запаздывающего потенциала компенсируется зависимостью поля гравитации от движения масс, чем и устраняется парадокс Лапласа» [8, стр. 91]. Таким образом, по ОТО, несмотря на то, что скорость гравитации не может превышать скорость света, вектор силы направлен всегда на текущее положение тела, поскольку кроме силы, возникающей из-за запаздывающего потенциала, на тело действует также сила, противоположная ей по направлению и равная по величине, которая возникает из-за зависимости поля гравитации от движения масс.

Кинетическая теория гравитации Лесажа, предложенная ещё в 1748 г. [9], трактует силу, компенсирующую увеличение момента импульса системы из-за запаздывания гравитации, сопротивлением некой упругой среды [10]. Такое механическое понимание гравитации

в дальнейшем подверглось резкой критике как с точки зрения термодинамики, так и из-за логических несоответствий. Джеймс Максвелл указывал на переход энергии в теплоту и расплавление тел, а Анри Пуанкаре в 1908 г. подсчитал, что скорость корпускул должна быть на много порядков выше скорости света, и эта энергия испепелила бы все планеты [11]. Теория не соответствует движению планет и их спутников в Солнечной системе, где их влияние друг на друга не изменяется по законам упругого взаимодействия со средой.

4. Квантовые теории гравитации

Как известно, ни Эйнштейну, ни его последователям не удалось построить единую квантовую теорию, включающую в себя и теорию гравитации. Таким образом, гравитация остаётся пока единственным из фундаментальных взаимодействий, для которого не построена общепризнанная непротиворечивая квантовая теория. Даже если при низких энергиях гравитационное взаимодействие можно было бы представить как обмен некими калибровочными бозонами со спином 2 (т.н. «гравитонами»), то теория сталкивается с неразрешимыми математическими проблемами (гравитационными сингулярностями) и считается неудовлетворительной.

Однако с 70-х годов прошлого столетия разрабатывается ряд новых теорий, предлагающих свой подход к проблеме квантования гравитационного поля. Это теория струн, или М-теория, теория петлевой квантовой гравитации, причинная динамическая триангуляция, и в последние годы – теория Садчева-Йе-Китаева.

В М-теории роль элементарных частиц и пространства-времени играют струны и их многомерные аналоги – браны (в двумерном варианте – мембраны). Для многомерных задач браны сами являются частицами, но для струн внутри этих бран – пространственно-временными структурами. Математика бран настолько сложна, что вычисления ограничены только тремя измерениями. Остальные шесть считаются скрытыми в микромире, на уровне планковских величин. Единственной из всех теорий струн математическая обосновывает размерность нашего пространства-времени.

Пространство и время в теории петлевой квантовой гравитации состоят из маленьких квантовых ячеек пространства, которые таким образом соединены друг с другом, так что на малых масштабах создают дискретную структуру пространства, а на больших переходят в непрерывное гладкое пространство-время. При этом теория петлевой квантовой гравитации, в отличие от всех известных, может описать как процесс Большого взрыва, так и предшествующее ему состояние. Также она позволяет описать все частицы стандартной модели, не требуя для объяснения их масс введения бозона Хиггса.

На оригинальных структурах планковского масштаба базируется и причинная динамическая триангуляция, в ней вводятся элементарные евклидовы симплексы (треугольник, тетраэдр, пентахор), обеспечивающие пространственно-временное многообразие с учётом принципа причинности. Четырёхмерность и

псевдоевклидовость пространства-времени в макроскопических масштабах, таким образом, вытекают из неё естественным путём.

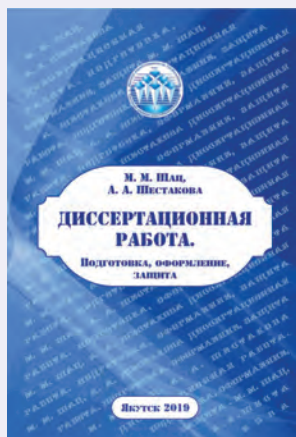
Теория Садчева-Йе-Китаева математически обобщает теории струн на основе подходов теории хаоса [12], фактически претендуя на роль единой теории [13], и базируется на модели голографического кода вечно осциллирующей Вселенной. Однако обсуждение этой теории – предмет отдельной статьи, так же как и возможные модели гравитации, основанные на свойствах физического вакуума, позволяющие избежать как привлечения гипотетических частиц, так и тёмной материи и энергии. Хочется верить, что XXI век ознаменуется не только философией цифрового общества, но и ясным объяснением последнего фундаментального взаимодействия.

(Продолжение следует)

Список литературы

1. Кравцов, А. В. Зависимость звёздная масса – масса гало и эффективность звёздообразования в скоплениях галактик / А. В. Кравцов, А. А. Вихлинин, А. В. Мещеряков // Письма в Астрономический журнал : Астрономия и космическая астрофизика, 2018. – Т. 44 (1). – С. 4–37.
2. Рубаков, В. А. Тёмная материя и тёмная энергия во Вселенной. ИЯИ РАН. Лекция 17.04.2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/25560/25565.
3. Ускоренное расширение Вселенной подтверждено // Наука и жизнь. 29.12.2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.nkj.ru/news/14861/>.
4. B. P. Abbott (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) et al. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger (англ.) // Physical Review Letters. - 2016. - Vol. 116, no. 6.
5. LIGO и Virgo сделали 5 вероятных обнаружений гравитационных волн за месяц. 5.05.2019 [Электронный ресурс АВ-news.ru]. – Режим доступа : <https://ab-news.ru/2019/05/05/ligo-i-virgo-sdelali-5-veroyatnyih-obnaruzheniy-gravitacionnyih-voln-za-mesyac/>.
6. Christian Arnold et al. Realistic simulations of galaxy formation in $f(R)$ modified gravity // Nature Astronomy, 2019. DOI: 10.1038/s41550-019-0823-y.
7. Лаплас, П. С. Изложение системы мира / П. С. Лаплас. – Л. : Наука, 1982. – С. 309.
8. Богородский, А. Ф. Уравнения поля Эйнштейна и их применение в астрономии / А. Ф. Богородский. – Киев : Изд-во Киевского ун-та, 1962.
9. Le Sage, G.-L., Letter à une académicien de Dijon, 1756. Mercure de France: P.153–171.
10. Aronson, S. The gravitational theory of Georges-Louis Le Sage. The Natural Philosopher, 3, 1964. P. 51–74.
11. Роузвер, Н. Т. Перигелий Меркурия. От Лееве-рье до Эйнштейна / Н.Т. Роузвер. – М. : Мир, 1985. – 244 с.
12. Juan Maldacena, Douglas Stanford. Comments on the Sachdev-Ye-Kitaev model. Institute for Advanced Study, Princeton, NJ 08540, USA. arXiv:1604.07818v1 [hep-th] 26 Apr 2016.
13. G. Mo. LIGO/Virgo S190814bv: Update on Sky-Localization and Source-Classification. GCN Circular. August 15, 2019.

НОВЫЕ КНИГИ



Шац, М. М. Диссертационная работа. Подготовка, оформление, защита (справочно-методическое пособие) / М. М. Шац, А. А. Шестакова ; отв. ред. О. И. Алексеева ; Сиб. отд-ние РАН, Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова. – Издание 4-е, расшир. и доп. – Якутск : Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2019. – 152 с.

В пособии на основе новых нормативных документов освещены главные этапы защиты диссертационного исследования: подготовка автореферата и диссертации, ее оформление и публичная защита. Охарактеризованы получение заключения по месту подготовки диссертации, предварительная экспертиза в совете, публичная защита и оформление документов после нее.

Пособие будет полезно аспирантам, соискателям ученых степеней, их руководителям и консультантам, а также всем научным сотрудникам.

КОНСТАНТИН БОРИСОВИЧ МОКШАНЦЕВ: К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

А. В. Прокопьев,
кандидат геолого-минералогических наук;
Ф. Ф. Третьяков,
кандидат геолого-минералогических наук;
В. Ф. Тимофеев;
О. В. Королева,
кандидат геолого-минералогических наук

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10042

Константин Борисович Мокшанцев – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки ЯАССР и РСФСР, кавалер ордена Ленина – был одним из организаторов Института геологии ЯФ СО АН СССР в Якутске, возглавляя его с 1965 по 1978 гг., руководителем региональных геологических, тектонических и нефтепоисковых исследований в Якутии.

Мокшанцев К. Б. родился 24 декабря 1919 г. в Самарканде. После окончания геологического факультета Московского института инженеров железнодорожного транспорта в 1943 г. он работал геологом в Транспроекткарьере (1943–1945 гг.), главным геологом Восточно-Сибирской экспедиции Министерства нефтяной промышленности (1946–1948 гг.), начальником партии и главным геологом Московского филиала ВНИГРИ и треста № 54 Миннефтепрома (1949–1953 гг.), а также в Тресте «Монголнефть» (1950–1953 гг.) и руководителем сектора геологии Волгоуральского филиала ВНИИгеофизики (1954–1958 гг.). Работая в этих организациях, Константин Борисович внёс значительный вклад в изучение геологического строения и полезных ископаемых Приуралья, Забайкалья и Монгольской Народной Республики. Результаты исследований были обобщены К. Б. Мокшанцевым в многочисленных отчётах, статьях и в монографиях: «Полезные ископаемые Монгольской Народной Республики» (1957), «Геологическое строение Монгольской Народной Республики» (1959). В этих трудах, выполненных в соавторстве с коллегами, для обширного и практически неизученного региона впервые дано систематическое описание стратиграфии, тектоники и полезных ископаемых, что явилось надёжной основой для постановки последующих планомерных геологических работ в Монголии. В 1956 г. К. Б. Мокшанцев успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности



Константин Борисович Мокшанцев (1919–1978 гг.) – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки ЯАССР и РСФСР

Восточно-Гобийской депрессии МНР». Эти исследования выдвинули его в число признанных авторитетов в области региональной и нефтяной геологии.

В апреле 1958 г. Константин Борисович был приглашён по рекомендации академика А. А. Трофимука в Институт геологии Якутского филиала СО АН СССР для развёртывания региональных тектонических и нефтепоисковых исследований и назначен на должность заведующего сектором стратиграфии, тектоники и литологии. В октябре 1959 г. его избрали заместителем директора, а в 1965 г. К. Б. Мокшанцев был назначен директором Института геологии ЯФ СО АН СССР, одновременно возглавив лабораторию тектоники.

С приходом в Институт геологии ЯФ СО АН СССР Константин Борисович сосредоточил свои исследования на вопросах тектоники и нефтегазоносности территории Якутии. Его научная деятельность и коллектива возглавляемой им лаборатории была направлена на решение кардинальных проблем тектоники Сибирской платформы, Верхояно-Чукотской, Джугджуро-Становой и Байкало-Патомской складчатых областей. Одновременно с этим проводилась работа по оценке перспектив нефтегазоносности данных регионов. Результаты этих исследований опубликованы в следующих коллективных работах: «Основные этапы геологического развития и перспективы нефтегазоносности Якутской АССР» (1960), «Тектоническое строение Якутской АССР» (1964), «Глубинное строение восточной части Сибирской платформы и прилегающих складчатых сооружений Верхояно-Чукотской складчатой области» (1968), «Лено-Вилуйская нефтегазоносная провинция» (1969), «Тектоническая карта Якутской АССР масштаба 1:1 500 000 (объяснительная записка)» (1971), «Структурный контроль проявлений кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы», а также в многочисленных статьях. В этих трудах



Ученик К. Б. Мокшанцева Г. С. Гусев докладывает о принципах построения Тектонической карты Якутии (г. Якутск, 1972 г.).

Первый ряд (справа налево): Э. Д. Избеков, Л. В. Никишова, С. П. Мурзаев, Д. К. Горнштейн; второй ряд: А. А. Бровкин, К. А. Лазебник, А. И. Томская, В. Ф. Возин; третий ряд: В. С. Шкодзинский, К. Н. Никишов, Б. В. Олейников, В. В. Ковальский, Г. П. Михалев, К. Б. Мокшанцев; четвертый ряд: Г. П. Буланова, В. А. Варшавский, Г. Д. Бабаян, В. И. Кицул, Б. Л. Флеров, В. А. Амузинский

впервые в едином плане описано строение рельефа кристаллического фундамента и структура осадочного чехла востока Сибирской платформы, проведено детальное тектоническое районирование, описаны складчатые и разрывные нарушения западной части Верхояно-Чукотской складчатой области. Впервые было сделано детальное районирование Приморской низменности и шельфовых морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В центральной части Яно-Колымской системы мезозойд впервые были выделены Адычанское и Сунтаро-Лабынкырское складчато-глыбовые поднятия с неглубоко погруженным кристаллическим основанием. Складчатые и складчато-глыбовые сооружения, окружающие Колымский массив, были объединены в единую Момо-Полуосненскую антиклинальную зону.

В монографиях и статьях, посвящённых глубинному строению территорий Якутии, К. Б. Мокшанцевым и его коллегами впервые для Якутии проведена классификация глубинных разломов, среди которых были выделены краевые швы, системы сквозных, внутриплатформенных и внутригеосинклинальных разломов. В работах были описаны морфология и история развития конкретных разломов и показана их структурно-магмоконтролирующая роль. Эти материалы нашли отражение в «Кар-

те разломов территории СССР» и в сборнике «Разломная тектоника территории Якутской АССР» (1976).

Константином Борисовичем разрабатывалось положение о самостоятельности орогенного этапа в истории земной коры, которое было изложено в его докторской диссертации «Тектоника восточной части Сибирской платформы и обрамляющих складчатых сооружений», успешно защищённой им в 1971 г.

Под руководством и при непосредственном участии К. Б. Мокшанцева была составлена и опубликована в 1976 г. «Тектоническая карта Якутской АССР и сопредельных территорий» масштаба 1:1 500 000 и монография «Тектоника Якутии» (1975). В этих работах с учётом новейших материалов нашли отражение глубинные границы, рельеф кристаллического фундамента и структуры осадочного чехла, разработана методика выделения и отображения геосинклинальных, орогенных и платформенных осадочных и магматических формаций на Сибирской платформе и смежных с ней структур. Тектоническая карта явилась надёжной основой для прогнозирования месторождений полезных ископаемых, планирования различного рода геолого-поисковых и разведочных работ.

В области нефтяной геологии Константин Борисович большое внимание уделял перспективным в отношении нефтегазоносности районам с учётом благоприятной тектонической обстановки. Был составлен ряд карт, отражающих строение рельефа кристаллического фундамента, осадочного чехла, и дана прогнозная



Вопросы нефтегазоносности Сибирской платформы были всегда в центре внимания сибирских геологов (г. Якутск, 1974 г.).

Слева направо: академик А. А. Трофимук, А. К. Бобров, Е. И. Бодунов и К. Б. Мокшанцев



Мокшанцев К. Б. (в центре) с А. Ф. Петровым (слева) и Д. К. Горништейном за обсуждением структуры чехла Сибирской платформы (г. Якутск, 1975 г.)

оценка перспектив нефтегазоносности восточной части Сибирской платформы. Эти работы послужили основой для составления комплекта карт масштаба 1:2 500 000 по перспективам нефтегазоносности Сибирской платформы, нескольких изданий карт нефтегазоносности СССР, «Атласа литолого-палеографических карт СССР» и т. д.

Совместно с работниками академических организаций других научных центров и геологами-производственниками Константин Борисович активно занимался проблемой тектоники и глубинного строения земной коры Якутской алмазонасной провинции. При его творческом содействии были намечены критерии тектонического контроля расположения алмазонасных кимберлитовых тел, что нашло отражение в работе «Структурный контроль кимберлитового магматизма на северо-востоке Сибирской платформы» (1974).

В 70-е годы XX в. он уделял большое внимание изучению геологии Южной Якутии, в связи со строительством БАМ, а также участвовал в составлении новой «Карты сейсмического районирования территории СССР» и «Карты сейсмического районирования территории Якутской АССР» в м-бе 1:2 500 000. Эти карты использовались различными организациями при проектировании строительства в зоне БАМ.

Мокшанцеву К. Б. принадлежит более 120 научных трудов, он был научным редактором 15 монографий и сборников.

Константин Борисович являлся одним из организаторов Института геологии ЯФ СО АН СССР и, будучи директором, эффективно руководил его деятельностью. За время его руководства (с 1965 по 1978 гг.) институт превратился в крупное научное геологическое учреждение на Северо-Востоке страны. Он всячески содействовал росту творческого и профессионального уровня сотрудников института. Под его руководством 8 аспирантов и соискателей подготовили и успешно защитили кандидатские диссертации. Он также читал лекции по курсу исторической геологии студентам Якутского государственного университета. За плодотворную научную и педагогическую деятельность Константин Борисович был награжден почётными грамотами Президиума Верховного Совета ЯАССР. В 1969 г. ему было присвоено



Обсуждение тектоники Верхояно-Копымской складчатой системы (г. Якутск, 1976 г.).

Слева направо: Г. С. Гусев, В. С. Веклич, К. Б. Мокшанцев, А. М. Шарин, Ф. Ф. Третьяков

звание заслуженного деятеля науки Якутской АССР, а в 1972 г. – заслуженного деятеля науки РСФСР. В 1975 г., в связи с 250-летием Академии наук СССР, К. Б. Мокшанцев был награжден орденом Ленина, что явилось признанием его заслуг не только как крупного учёного, но и как талантливого организатора науки.

ВЫДАЮЩИЙСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ В ОБЛАСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОКРИОЛОГИИ

С. И. Заболотник,

кандидат геолого-минералогических наук;

И. В. Климовский,

кандидат географических наук;

В. В. Самсонова,

кандидат географических наук

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10043

Тридцать лет назад ушёл от нас один из крупнейших мерзлотоведов России, признанный специалист в области региональной геокриологии, участник Великой Отечественной войны Игорь Александрович Некрасов.

В большую науку он пришёл не сразу. Свою трудовую деятельность И. А. Некрасов начал в далёкие предвоенные годы в колхозах Рязанщины, а в 1943 г., памятном для страны крупными победами Советской Армии на фронтах Великой Отечественной войны, был призван в армию. После окончания Московского военно-инженерного училища в январе 1945 г. молодой офицер принял командование сапёрным взводом на Втором Белорусском фронте. Боевой путь младший лейтенант И. А. Некрасов закончил далеко за пределами нашей Родины, на берегах Одера.

К мирному труду Игорь Александрович вернулся только в 1947 г., став преподавателем средней школы. В конце того же года он одел форму курсанта Ленинградского высшего мореходного училища, после окончания которого в 1952 г. молодой специалист-гидрометеоролог уехал на Крайний Северо-Восток СССР, на Чукотку – в пос. Анадырь.

Именно там, на Анадырской научно-исследовательской мерзлотной станции (АНИМС), которая в то время входила в состав московского Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева АН СССР (ИНМЕРО), И. А. Некрасов навсегда связал свою жизнь с наукой о вечной мерзлоте. Молодой и энергичный научный сотрудник, страстно влюблённый в эту науку, за шесть лет буквально исходил пешком и извездил на оленях и собаках всю обширную территорию Чукотского полуострова. В 1952 г. он обследовал большую группу озёр, провел их классификацию, определил химический состав и возможность использования для водоснабжения. В 1953 г. им был пересечён Корякский хребёт по маршруту от пос. Ха-



Игорь Александрович Некрасов (9.02.1926–4.04.1989 гг.) – доктор географических наук, профессор, участник Великой Отечественной войны

тырка на побережье Берингова моря до долины р. Великой в Анадырской низменности. Материалы, собранные экспедицией АНИМС ИНМЕРО, позволили впервые установить закономерности распространения, состава и свойств многолетнемерзлых пород в области горных сооружений, находящихся в сфере влияния тихоокеанских воздушных масс. В 1954 г. И. А. Некрасов выявил значительную прерывность многолетнемерзлых пород в долинах крупных рек Чукотки (Энмынваам, Белая, Майн и Анадырь), объяснив это влиянием подрусловых потоков. Эти исследования впоследствии легли в основу его кандидатской диссертации.

Игорь Александрович был среди тех немногих смельчаков, которые в 1955 г. рискнули посетить одно из чудес Северо-Востока – оз. Эльгыгыт-хын на Анадырском плоскогорье (ледяное озеро, открытое в 30-х годах XX в. академиком С. В. Обручевым и считавшееся у местных жителей проклятым). Им была установлена его тектоническая природа, измерена температура воды и глубина, которая в центре озера составляла 169 м, дана мерзлотно-палеогеографическая характеристика ледниковых отложений, опоясывающих этот водоём.

Первые научные отчёты и статьи И. А. Некрасова, появившиеся в печати в середине 50-х годов прошлого столетия, интересная и оригинальная авторская интерпретация фактических материалов однозначно указывали на появление в геокриологической науке молодого талантливого и перспективного исследователя. Он был приглашён в Москву в аспирантуру ИНМЕРО. Учасье в очной аспирантуре, Игорь Александрович не прерывал связей с полюбившимся ему суровым Чукотским краем, посещая его почти каждое лето. Три года ушло на обобщение богатых фактических материалов, собранных в горах и низменностях Крайнего Северо-Востока, которые стали основой кандидатской диссертации, успешно



*Младший лейтенант
И. А. Некрасов после окончания
войны (1945 г.)*



*Курсант Ленинградского
высшего мореходного училища
(1950 г.)*

защищённой им в 1962 г. Текст этой диссертационной работы был представлен им в монографии «Талики речных долин и закономерности их распространения», выпущенной в Москве издательством «Наука» в 1967 г. Анализируя в этой работе современные представления по рассматриваемой проблеме, выявив особенности распространения таликов в долинах рек Чукотки и обозначив основные факторы, обуславливающие их наличие и разновидность, Игорь Александрович предложил достаточно стройную генетическую классификацию таликов. Более того им были определены индикаторы, позволяющие надёжно проводить их картирование в долинах речных систем на основе крупномасштабных карт и рекогносцировочных маршрутных исследований. Совокупность полученных данных позволила И. А. Некрасову разработать ряд методических рекомендаций и определить принципиальную возможность перехода от качественных оценок природных факторов к количественным.

После защиты кандидатской диссертации И. А. Некрасова ждали новые горизонты исследований, а плацдармом для них явилась территория Якутии. В 1962 г. он был приглашён в г. Якутск в недавно созданный Сибирским отделением Академии наук СССР Институт мерзлотоведения. Дирекция института поручила молодому кандидату наук возглавить крупнейшую в то время Удоканскую экспедицию, начинающую комплексные геокриологические исследования в Северном Забайкалье, где планировалось освоение богатых месторождений полезных ископаемых и прокладка к ним автомобильных и железнодорожных магистралей.

В 1967 г. И. А. Некрасов был назначен на должность заведующего лабораторией общей геокриологии Института мерзлотоведения СО АН СССР. За короткий период ему удалось создать из молодых, только что оперившихся специалистов дружный трудоспособный коллектив и развернуть широкие геокриологические

исследования на всей огромной территории развития вечной мерзлоты в нашей стране. В 60–70-х годах под его непосредственным руководством и при личном участии были проведены региональные исследования на территории от гор Южной Сибири (Алтай, Саяны, хребты Приамурья) до верховьев р. Колымы. Обширен был и круг вопросов, над которыми работала, возглавляемая им лаборатория. Кроме региональной геокриологической тематики сотрудники лаборатории проводили изучение морфологии мёрзлой зоны, особенностей подземного оледенения в горных районах, интересовались современным и древним оледенением Северо-Востока СССР, сделали первую попытку исследования вечной мерзлоты с помощью космической информации.

Определяя главное направление работы лаборатории общей геокриологии, Игорь Александрович всегда стремился сблизить науку о мерзлоте с практикой, поэтому намечал работы так, чтобы они опережали на 5-6 лет начало промышленного освоения исследованных территорий. Научная интуиция и умение увидеть дальнюю перспективу являлись его отличительными чертами.

Более 15 лет под непосредственным руководством И. А. Некрасова сотрудники лаборатории общей геокриологии и ряда других научных подразделений Института мерзлотоведения СО АН СССР проводили полевые



*Начальник Удоканской экспедиции И. А. Некрасов
(слева) и научные сотрудники П. И. Филиппов
(в центре) и С. И. Заболотник в пешем маршруте
по дороге Чара – Наминга (1964 г.).*

Фото С. И. Заболотника

исследования в различных районах Якутии и Восточной Сибири. Полученные ими обширные фактические материалы легли в основу целого ряда изданных трудов: монографий, брошюр, карт. Желание помогать молодым учёным, вырабатывать у них навыки правильно анализировать и обобщать собранные данные у И. А. Некрасова выражалось в форме написания совместных с ними работ. Так, им были опубликованы 5 монографий в соавторстве с такими в то время начинающими исследователями, как В. Н. Девяткин, С. И. Заболотник, И. В. Климовский, Е. В. Максимов, С. Е. Мостахов, Ю. Г. Шасткевич и др.

Работая над материалами Удоканской экспедиции института, проводившей исследования в горах Забайкалья в 1961–1965 гг., Игорь Александрович вместе со своими молодыми коллегами С. И. Заболотником, И. В. Климовским и Ю. Г. Шасткевичем опубликовал в 1967 г. монографию «Многолетнемёрзлые горные породы Станового нагорья и Витимского плоскогорья» (М., Наука). В этой книге им написаны наиболее интересные разделы об истории развития криолитозоны водораздельных гряд и впадин байкальского типа. Рассматривая историю развития мёрзлых толщ Северо-Восточного Забайкалья с конца плейстоцена, то есть примерно за последние 40 000 лет, И. А. Некрасов выделил три основных этапа, тесно увязав каждый из них с глобаль-



*И. А. Некрасов изучает наледь в горах Забайкалья (1050 м абс.) на р. Нижний Ингамакит (1964 г.).
Фото С. И. Заболотника*

ными процессами оледенений, периодами частичной дегляциации и изменениями климата.

Примерно в таком же плане им в соавторстве с Е. В. Максимовым и И. В. Климовским была написана и монография «Последнее оледенение и криолитозона Южного Верхоянья» (Якутск, кн. изд-во, 1973). В ней детально рассмотрены палеогеографические условия эпохи последнего оледенения и раскрыты основные закономерности развития криолитозоны в этом регионе. Особое место уделено задачам геокриологического картирования горно-складчатых областей. Были описаны моренные комплексы, свидетельствующие о стадильности распада верхнеплейстоценового оледенения, выполнены определения абсолютного возраста рыхлых отложений района. Эти отложения включали также мощные подземные льды.



*Заведующий лабораторией общей геокриологии И. А. Некрасов (справа) и ст. лаборант И. В. Дорофеев на леднике им. В. А. Обручева (1971 г.).
Фото И. В. Дорофеева*

Обширные и уникальные фактические материалы, собранные И. А. Некрасовым и В. Н. Девяткиным в горных районах севера Якутии, легли в основу подготовки их совместной монографии «Морфология криолитозоны бассейна р. Яны и сопредельных районов» (Новосибирск, Наука, 1974). В ней для значительной территории были обобщены данные по характеру распространения многолетнемёрзлых пород, их мощности, таликам и термическому режиму. На базе этих исследований им удалось впервые выявить различия в температуре горных пород на равнинах и в пределах горных сооружений, а также дать детальное описание криолитозоны отдельных структурно-геологических единиц: Полоусненско-Верхоянской, Яно-Оймяконской и Верхоянской областей и Момо-Селяннинской, Уяндинской и Яно-Индибирской северных впадин и низин.

Совокупность проанализированных данных позволила И. А. Некрасову по ранее разработанной им методике составить карту-гипотезу морфологии и температуры криолитозоны бассейна р. Яны и сопредельных районов в масштабе 1:3 000 000. Мощность криолитозоны была им дифференцирована на карте на три категории: 100–300, 300–500 и более 500 м, а вероятные

пределы изменения температуры мёрзлых пород в границах этих категорий были обозначены соответственно: от -1 до -9 °С; от -5 до -10 °С; от -8 до -12 °С и ниже.

В докторской диссертации, успешно защищённой Игорем Александровичем в 1975 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, а также в изданной на её основе монографии «Криолитозона Северо-Востока и Юга Сибири и закономерности её развития» (Якутск, кн. изд-во, 1976), он рассматривает общее состояние криолитозоны на огромной территории горных стран Сибири – от южных границ России до берегов моря Лаптевых на севере, а также от Байкала и Забайкалья на западе до Охотского моря на востоке. Используя обширные личные материалы и привлекая известные фондовые сведения об основных параметрах многолетнемёрзлых пород (мощность, прерывистость, температура), И. А. Некрасов составил серию разномасштабных карт, отражающих морфологию и температуру криолитозоны. Именно в этой монографии он свёл воедино свои методические разработки по составлению таких карт и изложил приёмы и принципы геокриологического районирования территорий со сложными мерзлотными условиями.

Некрасов И. А. всегда тщательно рассматривал структуру и содержание каждой новой рукописи, подготавливаемой к публикации. Так было и в конце 70-х годов, когда потребовалось подвести итоги работ двух крупных экспедиций Института мерзлотоведения СО АН СССР по Удоканской проблеме и по освоению зоны, прилегающей к строящейся Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. В соавторстве с И. В. Климовским им была опубликована монография «Вечная мерзлота зоны БАМ» (Новосибирск, Наука, 1978), являющаяся, по сути, первой сводкой современных представлений о характере криолитозоны в пределах обширных территорий вдоль трассы шириной до 500 км и протяжённостью более 2000 км, т. е. на площади свыше 1 млн км². В этой работе приведены новейшие сведения о многолетнемёрзлых породах региона, подземных льдах разного генезиса, криогенных явлениях, а также сделан качественный прогноз возможных путей эволюции криолитозоны при освоении территории. Региональная характеристика многолетнемёрзлых пород дана по четырём элементам районирования: Средне-Сибирской, Байкало-Становой, Приамурской и Якутской территориям. На отдельные участки составлены специальные карты и схемы. Самостоятельная часть монографии – обширная библиография (595 источников), в которой были представлены все опубликованные по региону работы вплоть до января 1977 г.

Одновременно научный коллектив, возглавляемый И. А. Некрасовым, в составе четырёх кандидатов наук (С. И. Заболотника, И. В. Климовского, П. А. Соловьева, Ю. Г. Шасткевича) и ряда молодых сотрудников подготовил Геокриологическую карту «Байкало-Амурская железнодорожная магистраль» масштаба 1:2 500 000, изданную ГУГК СССР в 1979 г.

Игорь Александрович был не только мерзлотоведом, но и географом широкого профиля. С 1971 по



И. А. Некрасов направляется обследовать территорию стационара Этеркан, расположенного в хр. Турана (зона БАМ) (1979 г.). Фото В. В. Самсоновой

1976 гг. он увлёкся вопросами современного оледенения континентальных горных районов Якутии. По его инициативе и при личном участии были проведены гляциологические исследования в труднодоступных хребтах горной системы Черского. Современные ледники там были открыты только в 1934–1940 гг. Первые сведения по морфометрии (площади оледенения и количестве ледников) по Буордахскому массиву были обнародованы в 1947 г. Л. М. Берманом, а по всему Северо-Востоку – только в 1955–1958 гг. А. П. Васильевым. Группа энтузиастов под руководством И. А. Некрасова осуществила в 1970-х годах полевые исследования основных узлов горного оледенения на северо-востоке Якутии, описала 318 ледников, в том числе 35 новых. Собранные материалы легли в основу томов 17 и 19 «Каталога ледников СССР», опубликованных Гидрометеоиздатом в 1981 г. Это был первый в стране каталог, в котором дана детальная характеристика географического положения, морфология и режим ледников обширного, ранее не исследованного района современного оледенения Северного полушария Земли.

Традиционно используя и дешифрируя аэрофотоснимки в ходе полевых исследований и при составлении карт, И. А. Некрасов для реализации преимуществ появившихся спектрозональных космических снимков сформировал в 1977 г. специализированную группу дистанционных методов и развил это направление для разработки методики комплексного геокриологического дешифрирования.

Как исследователь региональных проблем И. А. Некрасов всегда, в преддверии организации полевых и экспедиционных работ в том или ином районе, тщательно изучал историю познания природных и, в первую очередь, геокриологических условий каждого из них. Это позволяло ему правильно выбирать и отрабатывать основные направления научных исследований, составлять комплексные программы многолетних работ на перспективу. Итоги этой важнейшей составляющей научного поиска – кропотливой систематизации сведений и материалов предшествующих исследователей –

были сосредоточены в его личной обширной картотеке, а также опубликованы в виде глав в монографиях по отдельным регионам и даже самостоятельных обзоров: «История формирования современных представлений о морфологии и температурном поле многолетней криолитозоны Северо-Востока СССР» и «История исследования многолетнемерзлых горных пород и криогенных явлений на территории Прибайкалья и Забайкалья», изданных в 1971 г.

Так было и в последний период его жизни (1984–1989 гг.), когда Игорь Александрович, уже будучи сотрудником Института проблем освоения Севера СО АН СССР, возглавил геокриологические исследования в новом для него регионе – Западной Сибири. В 1990 г. вышла в свет его очередная книга «История геокриологических исследований Западной Сибири», подготовку которой он осуществлял с группой своих соратников. В этой работе в хронологическом порядке рассмотрено более 1500 трудов, выделено 6 периодов исследований отдельных геокриологических проблем Западной Сибири. Книга завершается выделением приоритетных направлений геокриологических исследований, среди которых важнейшими являются: изучение криогенных толщ на континенте, на шельфе Карского моря, наблюдения за эволюцией островной криолитозоны, разработка принципов и методов охраны природы, а также рекультивация мерзлотных ландшафтов.

За 37 лет научной деятельности И. А. Некрасов опубликовал около 160 научных работ, в том числе 11 крупных монографий, 6 брошюр, 2 геокриологические карты и 17 статей за рубежом.

Нет учёных без учеников, т. е. нет науки без хорошо подготовленных кадров. Этот критерий лежал в основе всей научно-организационной деятельности И. А. Некрасова. Он был великолепным педагогом и проводником научных знаний, принимал активное участие в подготовке молодых специалистов в Якутском государственном университете (ЯГУ), где в течение многих лет читал курсы лекций студентам кафедры географии биолого-географического факультета. Привлекая молодёжь в науку, Игорь Александрович активно занимался развитием студенческой научной деятельности. В 1975 г. он создал кружок «Геокриология» и руководил им. Вместе с заведующим кафедрой географии к.г.н. С. Е. Мостаховым организовывал и лично участвовал в экспедициях географов на источники Улахан-Тарын, Булуус и Золотинку. Он находил время для того, чтобы руководить дипломными работами студентов, растить

аспирантов, возглавлять государственную экзаменационную комиссию в ЯГУ и выступать с докладами в соавторстве с молодыми учёными. Можно сказать, что Игорь Александрович активно участвовал в создании якутской научной школы мерзлотоведов.

В период работы в Тюмени (1984–1989 гг.) И. А. Некрасов в качестве профессора географического факультета Тюменского географического университета читал курс лекций по мерзлотоведению и руководил производственными практиками студентов.

К первому написанному им популярному изданию следует отнести книгу «Якутская АССР (Краткий географический словарь-справочник)» (1980). Библиографической редкостью стала его научно-популярная книга «Вечная мерзлота Якутии» (1984). По просьбе издательства «Недра» она была им переработана, дополнена, но издана под новым названием «Вечна ли вечная мерзлота?» только в 1991 г., т. е. почти через 2 года после его смерти.

Долгие годы И. А. Некрасов скрупулёзно работал над составлением «Геокриологического словаря», привлекая к участию в этом творческом процессе не только учёных Института мерзлотоведения СО АН СССР, но и специалистов из Москвы, Иркутска, Ленинграда, Тюмени и других городов. К большому сожалению, этот капитальный труд им не был завершён, поскольку 4 апреля 1989 г. он скоропостижно скончался в Москве, будучи оппонентом на защите кандидатской диссертации молодой соискательницы.

Игорь Александрович воспитал целую плеяду мерзлотоведов-региональщиков. В их числе следует назвать кандидатов наук В. В. Ана (Северное Забайкалье), И. С. Васильева (Восточная Якутия), С. П. Готовцева (Северное Забайкалье, Западная Якутия), С. И. Заболотника (Северное Забайкалье, зона БАМа и горные районы Монголии), И. В. Климовского (Западная Якутия, Верхоянье и Забайкалье), А. С. Любомирова (Чукотка), И. В. Позднякова (Северное Приамурье), Л. Н. Соловьёву (Северное Забайкалье), М. М. Шаца (горные районы юга Средней Сибири), В. С. Шейнкмана (горная система Черского) и др.

Памяти И. А. Некрасова посвящены две крупные монографические работы – «Мерзлотные ландшафты Якутии» (1989) и «Криолитозона Якутской алмазоносной провинции» (1994). Так его ученики выразили благодарность своему учителю, привившему им любовь к геокриологической науке и научному поиску.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путём чистой дедукции можно получить картину мира. К этим законам ведёт не логический путь, а только основанная на проникновении в суть опыта интуиция.

А. Эйнштейн

ПУТЬ БОЛЬШОГО УЧЁНОГО

И. И. Колодезников,

*доктор геолого-минералогических наук, профессор,
действительный член Академии наук РС(Я);*

Г. Н. Саввинов,

*доктор биологических наук,
директор НИИ прикладной экологии
Севера им. Д. Д. Саввинова СВФУ*

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10044

В 2019 г. исполнился год, как ушёл от нас доктор биологических наук, профессор, академик Академии наук Республики Саха (Якутия) Дмитрий Дмитриевич Саввинов. Он являлся ярким представителем плеяды крупных российских учёных-экологов, чьё имя и работы широко известны не только в нашей республике, но и в научном сообществе России и многих зарубежных стран.

Дмитрий Дмитриевич Саввинов родился в с. Тыалыкы Нюрбинского района Якутской АССР 29 марта 1932 г. в многодетной семье колхозника. Его мать, Анна Алексеевна, рано ушла из жизни, а отец, Дмитрий Егорович, умер, когда маленький Дима учился в первом классе, т.е. он полностью познал все тяготы сиротской жизни.



Дмитрий Дмитриевич Саввинов
(29.03.1932 – 04.06.2018) –
академик АН РС(Я), доктор
биологических наук, профессор

Дима воспитывался у своих братьев и сестёр. Переехав из Нюрбы к старшей сестре в Верхневиллюйск, учился в Верхневиллюйской средней школе, а после 8-го класса продолжил учёбу в г. Якутске. В 1954 г. Дмитрий поступил на биолого-почвенный факультет Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева и в 1958 г. успешно его окончил.

Научная деятельность Д. Д. Саввинова началась в 1958 г., когда он был принят на работу в лабораторию почвоведения Института биологии Якутского филиала Академии наук СССР. Возглавлял её известный почвовед Василий Георгиевич Зольников, который являлся и директором института.

В тот период главной тематикой института была оценка



Маленький Дима с родителями (1937 г.)



Учащиеся Верхневиллюйской средней школы (1950 г.).

Слева первый в нижнем ряду – Дмитрий Саввинов



Дмитрий Саввинов (на переднем плане крайний справа) во 2-й школе г. Якутска (1952 г.)



Студенты биолого-почвенного факультета Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева (1958 г.).

Сидят (слева направо): А. К. Коноровский и Д. Д. Саввинов – будущие доктора наук по почвоведению

биологических ресурсов Северо-Востока России, включая всю громадную территорию Якутской АССР. Лаборатория в основном занималась проблемами изучения почвенных ресурсов, их рационального использования и охраны. Небольшая группа под руководством Николая Ивановича Мусича изучала особенности агрохимии почв на территориях интенсивного развития земледелия.

Зольников В. Г. изначально хотел использовать молодого специалиста как почвовед-географа, но Дмитрия Дмитриевича привлекали агрофизика и климатология. Заведующий лабораторией согласился направить его в полевой сезон 1959 г. на почвенный стационар института в пригородной зоне г. Якутска, где ему поручили заниматься гидрологическими и почвенными исследованиями.

Почвенный стационар Института биологии ЯФ СО АН СССР на территории совхоза «Хатасский» (Ой-Бэс) функционировал с 1959 по 1964 г. Основным объектом исследований были мерзлотные засоленные лугово-чернозёмные почвы. После ухода В. Г. Зольникова научное руководство стационаром перешло к кандидату сельскохозяйственных наук Л. Г. Еловской, которая стала заместителем директора института, поэтому основная часть работы легла на плечи молодых выпускников ТГУ Д. Д. Саввинова и А. К. Коноровского. Первый проводил исследования водного и мерзлотного режимов, второй – солевого, воздушного и пищевого. Итогом этих работ стала монография Л. Г. Еловской, А. К. Коноровского и Д. Д. Саввинова «Засоленные почвы Центральной Якутии» (М., Наука, 1966).

До исследований Д. Д. Саввинова и А. К. Коноровского проблема засоленных почв никем не изучалась. Решение её необходимо было не только с теоретической стороны, но и с практической, поскольку мерзлотные лугово-чернозёмные почвы в разной степени засоленности являлись базовыми для возделывания основных сельскохозяйственных земель в земледельческой зоне Центральной Якутии, которые в силу климатических особенностей остро нуждались в проведении оросительных мероприятий.

Исследования Д. Д. Саввинова показали, что в условиях своеобразных региональных особенностей

своих свойств и режимов мерзлотных почв наиболее рациональными способами орошения сельскохозяйственных культур являются вегетационные поливы с умеренными нормами по основным фазам развития культур. Экспериментальные опыты учёных были внедрены в производство, благодаря чему, например, совхоз «Хатасский» стал одним из передовых хозяйств в республике.

Результаты исследований по гидрологии засоленных почв стали основой для написания Д. Д. Саввиновым кандидатской диссертации «Особенности водного режима лугово-чернозёмных почв Центральной Якутии», блестяще защищённой им в 1966 г. на учёном совете Иркутского госуниверситета им. А. А. Жданова. Необходимо отметить, что отзыв на диссертационную работу Д. Д. Саввинову дала знаменитая V комиссия Всероссийского общества почвоведов, состоявшаяся в мае 1966 г. и возглавляемая корифеем гидрологии почв профессором Алексеем Андреевичем Роде. Комиссия оценила диссертацию Д. Д. Саввинова как «крупный вклад в отечественное почвоведение».



Сотрудники Института биологии ЯФ СО АН СССР (1970 г.).

Слева направо: В. И. Романов, Д. Д. Саввинов и А. К. Коноровский

Наряду с изучением агрофизики мерзлотных лугово-чернозёмных почв, Дмитрий Дмитриевич одним из первых в Якутии приступил к исследованию процесса испарения влаги с поверхности снега. Результаты этих исследований были опубликованы им в ряде научных статей. Автор утверждает, что в результате испарения запас влаги в снежном покрове к моменту его схода уменьшается на 20–25 %, что является ощутимой потерей для водного баланса почвы в условиях засушливого климата Центральной Якутии.

Начиная с 1966 г., Д. Д. Саввинов включился в работу Ленского лесного стационара, расположенного на берегу р. Нюя на участке Захаровка. Дмитрию Дмитриевичу было поручено вести гидротермические и микроклиматические наблюдения на различных вариантах рубки в лиственных и сосновых лесах. Под руководством Д. Д. Саввинова по широкой программе проводились как почвенные гидротермические, так и микроклиматические наблюдения. Впервые было изучено влияние различных режимов рубки на гидротермический режим и микроклимат приземного слоя атмосферы в лиственных, сосновых и сосново-лиственных лесах. Путем были исследованы микроклиматические различия между лесами и долиной р. Нюя, установлена величина задержания кронами деревьев жидких и твердых осадков. Впервые в условиях Якутии определены величины испарения снега на открытой местности и под пологом леса, а также выявлена динамика относительной испаряемости по различным вариантам рубки.

Основные результаты трёхлетних исследований по гидротермике почв и микроклимату на Ленском лесном стационаре (1966–1969 гг.) опубликованы в обобщающих крупных научных статьях «Температурный и водный режимы лесных почв Якутии» (1971) и «Микроклимат леса и вырубка в Якутии» (1973). Результаты исследований влияния рубки, распашки и пожаров на физико-химические свойства почв Юго-Западной Якутии были отражены в статье «Влияние вырубок и распашки на физико-химические свойства почв Юго-Западной Якутии» (1972). Позже Д. Д. Саввинов был приглашен на Лесной стационар, организованный И. П. Щербаковым в Жиганском районе для изучения влияния разреженных рубок в северотаёжных лиственных лесах с низкой биологической продуктивностью. Исследования проводились по той же программе, что и на Ленском стационаре. Это позволило сравнить влияние рубки на гидротермику почв и микроклимат в лесах северной и средней тайги. Основные результаты этих исследований были опубликованы им в статье «Почвы Жиганского стационара и их гидротермический режим» (1971). Это были первые научные работы по изучению микроклимата и гидротермики в северной тайге Якутии.

В 70-х годах XX в. в республике начались широкомасштабные мелиоративные работы по расширению кормовых угодий. По просьбе директора ЯНИИСХа проф. М. Г. Сафронова руководство Института биологии СО АН СССР направило группу к.г.н. Д. Д. Саввинова на полевые исследования в местность «Кысыл Толон» (долина р. Кэнкэмэ) для изучения влияния

различных способов коренного улучшения закороченных, заболоченных лугов на их биологическую продуктивность. Трёхлетние исследования гидротермического режима почв и урожайности лугов показали, что наиболее эффективным приёмом является коренная обработка органогенного горизонта почвы фрезерованием. Рекомендуемый учёными приём позволял не только сохранять запасы органических веществ в почвенном слое, но и улучшать агрофизические условия роста и развития луговых трав. Результаты этих исследований и рекомендации для рационального использования почвенно-растительных ресурсов мелкодолинных ландшафтов были отражены в книге «Улучшение и рациональное использование закороченных мелкодолинных лугов Якутии» (1978). Было доказано, что зимняя срезка кочек бульдозерами в мелкодолиных лугах негативно влияет на водный баланс, поскольку в засушливые годы именно закороченные заболоченные луга становятся почти единственной базой для высоких урожаев трав, а зимой – кормовой базой для табунного коневодства.

В 70-е гг. XX в. один из основоположников тундроведения проф. В. Н. Андреев организовал субарктический стационар в Халарчинской тундре, около пос. Походск Нижне-Колымского района, где Д. Д. Саввинову было поручено вести почвенные гидротермические и микроклиматические исследования. Они показали, что в субарктических тундрах почвы формируются в крайне жестких гидротермических условиях и резко дифференцируются по элементам микрорельефа. Результаты многолетних исследований были опубликованы Д. Д. Саввиновым в коллективной монографии «Сезонная и годовая динамика фитомассы в субарктической тундре» (1978).

В 80-е гг. прошлого века в связи с освоением целинных земель и необходимостью резкого повышения биологической продуктивности овощных, кормовых и зерновых культур, во всех сельскохозяйственных районах республики проводились научные исследования на опорных базовых хозяйствах ЯНИИСХ СО ВАСХНИЛ. Основными объектами были выбраны орошаемые земли Покровского опытного хозяйства ЯНИИСХ, а также Соморсунский опорный пункт в Амгинском районе (совхоз им. Строда).

Результаты многолетних исследований агрофизических свойств и гидротермических режимов мерзлотных почв долин рек Лены и Амги при разных вариантах вегетационных и влагозарядковых поливов были опубликованы в монографиях Д. Д. Саввинова и В. И. Слепцова «Свойства и режимы мерзлотных палевых почв» (1987) и «Физические свойства и гидротермический режим почв долины р. Амга» (1988) в соавторстве с Г. Н. Саввиновым. В результате многолетних исследований коллектива авторов из разных научных учреждений были разработаны научно-практические рекомендации «Режим орошения картофеля на мерзлотных палевых осолоделых почвах» (1986), «Интенсификация кормопроизводства в зоне р. Амга» (1988), «Методические указания по эффективности использования земель



Д. Д. Саввинов работает над докторской диссертацией (1980 г.)

долины реки Амга» (1986). В Институте биологии СО АН СССР Д. Д. Саввинов, кроме регулярной работы на стационарах, проводил гидротермические исследования и на территории Якутского ботанического сада (1968, 1970-1971 гг.).

Результаты своей 22-летней научной деятельности в Институте биологии СО АН СССР Д. Д. Саввинов обобщил в докторской диссертации «Гидротермический режим мерзлотных почв и его регулирование», успешно защищённой в 1982 г. на учёном совете при Институте почвоведения и агрохимии СО АН СССР. Ранее им был опубликован фундаментальный научный труд по данной проблематике – «Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты» (1976). В этих работах автор приводит уникальные данные, характеризующие особенности формирования гидротермического режима почв по основным природно-климатическим подзонам, от субарктических тундр до северных границ распространения южной тайги. Исследования такого обобщающего характера и масштаба в области гидротермики почв криолитозоны не имеют аналогов ни в нашей стране, ни в зарубежных регионах Севера.

Баланс тепла и влаги в почвах определяется в первую очередь их водными, физическими и теплофизическими свойствами, поэтому проф. Д. Д. Саввинов исследовал их в неразрывной связи. Им совершенно по-новому были рассмотрены свойства, режимы и агрофизика мерзлотных палевоых почв Якутии, а также выявлены механизмы сложных энергетических связей между климатом и почвой, почвой и растительностью в долинах крупных рек Якутии. Всё это позволяет констатировать, что Д. Д. Саввиновым в 80-х гг. XX в. были заложены теоретические и прикладные основы нового научного направления – климата мерзлотных почв.

Проведение многолетних стационарных гидротермических наблюдений в различных природно-климатических зонах позволило Д. Д. Саввинову выдвинуть гипотезу о том, что при интенсивном хозяйственном использовании наземных экосистем в субарктических тундрах и северной тайге прогрессируют антропогенные заболочивающие процессы, а в средней тайге,

наоборот, аридизационные процессы, приводящие к явлениям антропогенного опустынивания.

В мае 1989 г. Дмитрий Дмитриевич был избран заведующим Отделом охраны природы Якутского филиала СО АН СССР. Этот переход ознаменовал начало второго этапа жизненного и научного пути учёного, положившего начало развитию в республике прикладной экологии как самостоятельного научного направления.

В 1989 г. впервые не только в нашей республике, но и в Российской Федерации началось крупномасштабное комплексное исследование экологической ситуации, сложившейся в бассейне р. Вилюй. Работе такой крупной научной экспедиции с участием не только институтов Якутского филиала СО АН СССР, но и ведущих российских учёных из других научных учреждений страны (Институт земной коры СО АН СССР, НИИ медицинских проблем Севера АМН СССР, ЧИПР СО АН СССР, Институт биофизики СО АН СССР и др.) предшествовали активные выступления ведущих учёных-экологов и создание рабочей комиссии по организации Вилюйской комплексной экспедиции во главе с её председателем чл.-кор. АН СССР Г. Ф. Крымским и его заместителями профессорами Н. Г. Соломоновым, Д. Д. Саввиновым и А. Д. Кириллиным.

Исследования Вилюйской комплексной экспедиции (научный руководитель – д.б.н. Д. Д. Саввинов, начальник экспедиции – И. С. Бурцев), проведённые в 1989–1993 гг., показали, что хозяйственная деятельность предприятий алмазодобывающей промышленности и Вилюйской ГЭС нанесла значительный ущерб экосистемам бассейна р. Вилюй. Исследования медико-экологической группы данной экспедиции (руководитель – проф. В. Г. Кривошапкин) выявили, что ухудшение экологической ситуации в бассейне р. Вилюй крайне негативно отразилось на состоянии здоровья населения. Специалистами Института экономики комплексного освоения природных ресурсов Севера СО РАН (руководитель – проф. Е. Г. Егоров) была проведена экономическая оценка экологического ущерба, нанесённого экосистемам бассейна р. Вилюй. По неполным расчётам, экономический ущерб от негативных экологических последствий строительства Вилюйского водохранилища за 30 лет составил 791 млн руб., а ущерб, причинённый экономике и населению четырёх вилюйских районов, был оценён в 1062 млн руб., что в общем составило примерно 1850 млн руб. в ценах 1990 г. или в перерасчёте на современные цены – не менее 185 млрд руб. (Егоров, 2015).

Результаты исследований Вилюйской комплексной экспедиции были изложены в серии коллективных монографий под редакцией проф. Д. Д. Саввинова: «Экология бассейна реки Вилюй: промышленное загрязнение» (1992); «Экология реки Вилюй: состояние природной среды и здоровья населения» (1993) и «Экология Вилюя: материалы к оценке экологического состояния» (1996). К тому времени деградация биоты, почв и ландшафтов, экогенная заболеваемость населения стали настолько очевидными, что государство было вынуждено приступить к созданию специализированной государственной

службы охраны природы. Указом Президиума Верховного Совета Якутской АССР от 27.06.1988 был образован Госкомитет ЯАССР по охране природы, который впоследствии (19.01.1992) был преобразован в Министерство экологии и природопользования РС(Я).

В августе 1994 г. в целях защиты территорий традиционного природопользования от техногенного воздействия, сохранения ненарушенных природных комплексов, видового разнообразия северной флоры и фауны для будущих поколений и на основании Указа первого Президента Республики Саха (Якутия) М. Е. Николаева была начата организация сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – республиканской системы «Ытык Кэрэ Сирдэр». Это мероприятие стало важнейшим событием в области охраны окружающей природной среды республики. В число первых особо охраняемых природных территорий, созданных в 90-е гг. прошлого столетия в республике, вошёл ресурсный резерват «Верхнеамгинский». Созданию ООПТ в верховьях р. Амги во многом способствовали результаты многолетних комплексных экологических исследований коллектива, руководимого проф. Д. Д. Саввиновым. Материалы этих работ были отражены в серии монографий под редакцией Д. Д. Саввинова: «Экология верхней Амги» (1992), «Экология средней Амги» (1993) и «Экология нижней Амги» (1995).

В общей цели этих мероприятий закономерным стало создание Института прикладной экологии Севера СО РАН. Постановлением Президиума Сибирского отделения РАН № 21 от 3 февраля 1993 г. на базе Отдела охраны природы ЯНЦ СО РАН он был организован как академическое научное подразделение, нацеленное на разработку фундаментальных и прикладных основ экологических проблем Северо-Востока Российской Федерации. Дмитрий Дмитриевич при этом всегда подчёркивал особую роль в его создании председателя Сибирского отделения РАН академика Валентина Афанасьевича Коптюга, который активно поддержал эту идею.

С первых дней его работы основное внимание уделялось изучению теоретических и прикладных аспектов состояния природной среды и здоровья населения Севера. Для решения данной проблемы в сложной природно-социальной системе «окружающая природная среда – производство – человек» Д. Д. Саввинов и его коллеги впервые применили комплексный экологический подход.

Итак, два вышеуказанных события конца 20 столетия – организация первой комплексной экологической экспедиции в бассейне р. Вилюй и создание специализированного академического научного учреждения – Института прикладной экологии Севера – явились началом развития нового научного направления в нашей республике – прикладной экологии, изучающей механизмы антропогенного воздействия на биосферу и разрабатывающей принципы рационального природопользования на территории северных регионов страны. У истоков этого нового научного направления стоял профессор Дмитрий Дмитриевич Саввинов.



Изучение горных почв в Алданском районе (2014 г.)

Первыми крупными разработками института явились исследования механизмов воздействия производственной деятельности крупных промышленных комплексов на структуру и функционирование наземных и водных экосистем. Методологически исследования изначально проводились по бассейновому принципу, суть которого заключается в том, что речная экосистема выполняет функцию общего транзитного загрязняющего компонента и одновременно служит своеобразным биологическим индикатором степени загрязнения конкретной территории.

В научных публикациях тех лет были затронуты самые актуальные вопросы прикладной экологии Севера. Основными объектами комплексных экологических исследований института в то время и сейчас являются наиболее интенсивно подверженные техногенному воздействию территории, расположенные в бассейнах таких крупных рек, как Лена, Алдан, Вилюй и Анабар. Особое место в экологических исследованиях занимают промышленные районы Южной и Юго-Западной Якутии. Институт принимал активное участие в экологическом сопровождении освоения таких инвестиционных проектов республики, как Талаканское и Чаындинское месторождения углеводородов, Эльгинское

месторождение коксующихся углей, Накынское кимберлитовое поле, россыпные месторождения алмазов в среднем течении р. Анабар, Эльконское месторождение уранидов, магистральный нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан», железнодорожная магистраль Томмот – Кердем – Якутск, Томторское редкометалльное месторождение и др.

Продолжались многолетние стационарные и полустационарные мониторинговые исследования и на агроландшафтах Центральной Якутии. Созданные в советские времена крупные сельские агломерации противостоят природно-экологическим особенностям северных экосистем. Разросшиеся поселения с тысячами жителей, значительным поголовьем крупного рогатого скота, лошадей и большим количеством техники, сконцентрированных в пределах территориально ограниченных замкнутых аласных систем, функционируют сегодня в экологически кризисном режиме, так как по периферии этих поселений образовались очаги безлесности и деградации пастбищных угодий. В связи с этим экологами Института прикладной экологии Севера разработана концепция эффективного функционирования аласных экосистем, рационального использования их ресурсов и меры борьбы с последствиями мерзлотного опустынивания. Результаты многолетних исследований аласных экосистем Центральной Якутии под руководством проф. Д. Д. Саввинова были обобщены в коллективной монографии «Аласные экосистемы: структура, функционирование, динамика» (2005). Здесь уместно напомнить о том, что научная гипотеза о мерзлотной антропогенной аридизации в экосистемах средней тайги впервые была выдвинута в ранних статьях проф. Д. Д. Саввинова «Об аридизации мерзлотных таёжных и аласных ландшафтов в Якутии» (1979) и «Об устойчивости мерзлотных биогеоценозов к антропогенному воздействию» (1981).

Прикладная экология вначале развивалась таким образом, что территории, непосредственно заселён-

ные человеком (городские и сельские поселения), несколько выпадали из эколого-оценочных исследований. Сельские поселения считались заведомо экологически благоприятными для проживания людей, а экология городов относилась, скорее, к сугубо санитарно-гигиенической области. Однако, начиная с последних десятилетий XX в., вопросы экологии селитебных территорий стали привлекать всё большее внимание не только гигиенистов, но и экологов. Мониторинговые исследования, проведённые проф. Д. Д. Саввиновым и его коллегами в городских поселениях, выявили значительное химическое загрязнение отдельных компонентов экосистем селитебных территорий. Экологическая ситуация в сельских поселениях, где проживает значительная часть населения республики, оказалась далеко не лучшей, чем в городах.

Необходимо подчеркнуть, что в условиях слабости изученности проблем экологического мониторинга, нормирования и прогнозирования, профессорами Ю. В. Шумиловым, Д. Д. Саввиновым и их коллегами в течение многих лет разрабатывались региональные варианты организации мониторинговых наблюдений и экологического нормирования. Материалы исследований, проведённых в 1993–1999 гг., были изложены в статье «Экологическое нормирование – новый подход к природопользованию на Севере» (1999) и в монографии «Проблемы и практика экологического нормирования на Севере» (2001). Новаторские способности Д. Д. Саввинова проявились в те годы и в успешном применении методов математического моделирования в экологических исследованиях. Результаты исследований по использованию современного математического аппарата применительно к изучению различных природных явлений творческой группы под руководством акад. РАН П. Я. Кочиной, где активное участие, наряду с академиками РАН В. П. Ларионовым и д.ф.н, проф. А. С. Саввиновым, принимал и проф. Д. Д. Саввинов, отражены в коллективных монографиях: «Простые отношения в природе. Пропорциональность, инвариантность, подобие» (М., Наука, 1996) и «На пути к математической простоте природы» (М., Наука, 1998. – на англ. яз.)

В годы руководства Д. Д. Саввиновым Института прикладной экологии Севера успешное развитие получили исследования по проблемам биоиндикации и геохимии экосистем, а также биологической рекультивации и восстановления нарушенных земель.

По прошествии четверти века с момента начала прикладных экологических исследований в Якутии, с уверенностью можно сказать, что в нашей республике за это время сформировалась научная школа прикладной экологии, основоположником и научным лидером которой долгие годы являлся профессор Дмитрий Дмитриевич



Дмитрий Дмитриевич со своими учениками на аласе (Усть-Алданский улус, 2015 г.)

Саввинов. Он не только воспитал целую плеяду учёных-экологов, активно работающих сегодня над проблемами прикладной экологии Якутии, но и способствовал научному и профессиональному росту известных учёных, работающих за пределами республики. В своё время в созданном и руководимом Д. Д. Саввиновым специализированном Совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук при ИПЭС АН РС(Я) (по специальности 11.00.11. – охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) было успешно защищено 14 работ якутских учёных.

Дмитрий Дмитриевич ярко проявил себя и как крупный организатор науки. Он работал в качестве заместителя у председателей Президиума Якутского научного центра СО РАН, академиков РАН В. П. Ларионова и Г. Ф. Крымского. В 2001–2008 гг. он был вице-президентом Академии наук Республики Саха (Якутия), которой в то время руководили акад. РАН Г. Ф. Крымский и чл.-кор. РАН В. В. Филиппов. В 1993 г. Д. Д. Саввинов стал директором-организатором Института прикладной экологии Севера и на протяжении долгих лет успешно работал его директором и научным руководителем.

Необходимо отметить, что Дмитрий Дмитриевич был блестящим популяризатором научных знаний. Он является автором ряда книг, посвящённых анализу научно-общественной работы выдающихся деятелей науки и культуры Якутии. Широко известна его серия «Преемственность», куда вошли книги: «Профессор А. Д. Егоров» (1997), «О людях науки» (1999), «А. Я. Уваровский» (2001) и др. При этом Дмитрий Дмитриевич, как учёный-просветитель, не мог не оценить творческое научное наследие великого мыслителя якутского народа, учёного, общественного деятеля, основоположника якутской литературы А. Е. Кулаковского. За последние годы он подготовил и выпустил три книги, посвящённые анализу этой темы: «Возвращаясь к Кулаковскому» (1997), «Ещё раз возвращаясь к Кула-

ковскому» (2007), «А. Е. Кулаковский и судьба этноса» (2008). Оценивая значение письма А. Е. Кулаковского якутской интеллигенции, Д. Д. Саввинов подчёркивал: *«Письмо – это вершина творчества Кулаковского. Мы говорим, что Кулаковский – великий человек. Великим считается только тот человек, который выходит за рамки Якутии, России, вот тогда можно считать его великим человеком. Мы должны величие Кулаковского доказать не своим уровнем, а уровнем России и в мировом масштабе. Моя задача показать Кулаковского, как сына мира, и на этом строить мои научные труды. Одной из основных проблем письма является экологическая проблема. Кулаковский поднял вопрос об экологии, экологических проблемах в 1912 году, ещё до Вернадского. Я считаю, что Кулаковского вообще нельзя сравнивать ни с кем. С таких позиций мы и должны рассматривать труды великого человека Мира Кулаковского».*

Общественность республики знала Дмитрия Дмитриевича, как активного общественного деятеля, всегда занимавшего принципиальную гражданскую позицию в вопросах, связанных с экологической безопасностью родной Якутии. Он снискал себе имя бескомпромиссного защитника интересов народов республики, отстаивающего эти интересы на любом уровне. Это не всегда и не всем нравилось, но, в конечном счёте, объективность и правильность позиции учёного подтверждались самой жизнью.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что вся жизнь Д. Д. Саввинова, учёного, гражданина и патриота родной Якутии, была неразрывно связана с развитием науки, просвещения и образования в нашей республике, с охраной и защитой северной природы. В этом смысле Дмитрий Дмитриевич останется в нашей памяти не просто крупным учёным и общественным деятелем, но и мыслителем большого масштаба, олицетворяющим культурно-ценностное значение научного знания в развитии нашего общества.

НОВЫЕ КНИГИ



Павлов Александр Владимирович / Сиб. отд-ние РАН, ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова ; [авторы-составители: С. П. Варламов, Г. В. Малкова, П. Н. Скрябин] ; отв. ред. М. Н. Железняк. – Якутск : Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2019. – 96 с. – (Серия «Учёные-мерзловеды»).

Настоящее издание подготовлено к 90-летию со дня рождения видного учёного-мерзлотооведа, одного из ведущих специалистов в области теплофизики ландшафтов и мониторинга криолитозоны Александра Владимировича Павлова. Дана характеристика его научной, педагогической и общественной деятельности, помещены отзывы коллег на наиболее крупные работы, представлены список научных публикаций, другие библиографические сведения о юбиларе, а также литература о нём. Издание будет полезным для мерзлотоведов, теплофизиков, географов, климатологов, историков науки и широкого круга читателей.

ПОЛВЕКА В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В. С. Дмитриева,

кандидат экономических наук

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10045

В 2019 г. исполнилось 85 лет со дня рождения заслуженного работника образования РС(Я), почётного работника высшего образования РФ, профессора Ивана Ивановича Егорова (1934–2012 гг.). Он был талантливым педагогом и сильным руководителем, внёсшим неоценимый вклад в развитие высшего образования республики.

Иван Иванович родился 23 февраля 1934 г. в с. Бэрэ Сыланского наслега Чурапчинского улуса, в семье учителя Ивана Петровича Егорова, кавалера ордена «Знак Почёта». В 1955 г. он окончил Чурапчинскую среднюю школу и в 1955–1960 гг. был студентом физического факультета по специализации «физика твёрдого тела» Сибирского физико-технического института при Томском государственном университете им. В. В. Куйбышева. В 1965–1968 гг. учился в очной аспирантуре этого университета.

Будучи студентом и аспирантом, Иван Иванович принимал активное участие в общественной работе физического факультета института. Он являлся членом бюро ВЛКСМ, членом партбюро, внештатным инспектором Томского Управления Госторгинспекции, президентом землячества студентов и аспирантов в г. Томске.

Участь в очной аспирантуре в г. Томске, И. И. Егорову повезло – он приглашал курс лекций пригласённого тогда из США известного экономиста-менеджера В. И. Терещенко «О принципах организации работ и управления производством в условиях рыночной экономики». Интерес к его лекциям в то время был огромным. Залы были заполнены до отказа. На этих лекциях Иван Иванович понял главное – для того, чтобы предприятие было успешным, надо во всём опережать конкурентов. Этими принципами И. И. Егоров постоянно руководствовался в своей работе. Уделяя много времени изуче-



Иван Иванович Егоров (1934–2012 гг.) – заслуженный работник образования РС(Я), почётный работник высшего образования РФ, кандидат физико-математических наук, профессор

нию отечественной и зарубежной литературы по научной и эффективной организации труда, он воплотил в жизнь свою технологию достижения побед.

Егоров И. И. защитил кандидатскую диссертацию в Сибирском физико-техническом институте при Томском государственном университете под руководством профессора Арнольда Петровича Савицкого. В 1976 г. Иван Иванович был избран деканом физико-математического факультета Якутского государственного университета (1976–1977 гг.). В 1977 г. ректор ЯГУ Ариан Ильич Кузьмин добился в МВО РСФСР разделения физико-математического факультета на физический и математический. В том же году И. И. Егоров был избран первым деканом физического факультета (1977–1988 гг.). Он начал системную работу по повышению

качества обучения и поднятию творческой активности студентов. Улучшилась исполнительская дисциплина сотрудников факультета, активизировалась работа студенческих организаций. В результате через три года физический факультет вышел на передовые позиции в



Иван Иванович Егоров (в верхнем ряду, пятый слева) с однокурсниками (г. Томск, 1957 г.)



Со своим научным руководителем Арнольдом Петровичем Савицким (г. Томск, 1967 г.)

университете. Число кафедр на факультете возросло до семи, были открыты две новые специализации, а «остепенённость» профессорско-преподавательского состава возросла с 37 до 54,7 %. В эти годы более 50 % хозяйственных работ ЯГУ выполнялось сотрудниками физического факультета.

В 1986 г., впервые в истории ЯГУ, на выставке ВДНХ СССР сотрудники двух кафедр физического факультета (радиофизики и космофизики и физики твёрдого тела) представили две научные экспериментальные установки, которые были удостоены дипломов I степени, а их авторы награждены двумя золотыми медалями (Л. Б. Некрасов и Н. Н. Бурцев), двумя серебряными (С. Е. Васильев и А. Р. Сыромятников) и семь человек – бронзовыми медалями. Физический факультет имел договоры о содружестве с коллегами из Казани, Томска, Вильнюса, Ленинграда и др.

В связи с перестройкой вузов физический факультет приступил к заключению прямых договоров с научно-исследовательскими институтами и производственными предприятиями ЯАССР для целевой подготовки молодых специалистов и совместного ведения исследовательских работ. На факультете в это время ежегодно работали 15–17 научных кружков с охватом около 160 студентов. На традиционной студенческой научной конференции университета и на других конференциях ежегодно около 200 студентов факультета выступали с научными докладами. Они успешно участвовали в конкурсах разных уровней. Так, в 1986 г. 19 студентов были награждены дипломами и благодарностями всесоюзных конкурсов.



Егоров И. И. – первый декан физического факультета Якутского государственного университета (г. Якутск, 1977 г.)

В течение ряда лет физический факультет по результатам учебной, научной и воспитательной работы признавался победителем в социалистическом соревновании университета. Такой успех достигался хорошо организованным и слаженным трудом коллектива, введением, опережая другие факультеты, новых прогрессивных методов работы, созданием хорошего психологического климата среди сотрудников и в среде студентов, особенно их актива, когда каждый из них «ярко горел» на своём месте.

За годы работы в Якутском государственном университете Иван Иванович организовал открытие и становление:

1) трёх специализаций с соответствующими спецкурсами и лабораториями – «физика твёрдого тела»



И. И. Егоров (в первом ряду, крайний справа) среди сотрудников кафедры физики твёрдого тела физического факультета ЯГУ в 90-х годах XX в.



Сотрудники кафедры технологии обработки драгоценных камней и металлов физического факультета ЯГУ со своим заведующим (г. Якутск, 2000 г.)

(1972 г.), «технология гранильного производства» (1994 г.) и «технология ювелирного дела» (2000 г.);

2) двух кафедр – физики твёрдого тела (1980 г.) и технологии гранильного производства (1996 г.);

3) трёх филиалов кафедры технологии гранильного производства – при Сунтарском республиканском политехническом лицее, при АО «Туймаада Даймонд» и при ООО «Даймонд Сервис»;

4) двух специальностей – «материаловедение и технология новых материалов» (1994 г.) и «технология обработки драгоценных камней и металлов» (2003 г.).

Эти новые специальности по подготовке высококвалифицированных специалистов гранильной, ювелирной и камнеобрабатывающей промышленности были открыты впервые в истории высшего образования РС(Я) решением вневедомственного Совета Министерства образования РФ и утверждены приказом МО РФ № 3762 от 02.10.2003.

Работая в университете, Иван Иванович выполнял одновременно большую общественную работу, являясь:

- председателем головной группы народного контроля ЯГУ (1970–1989 гг.);

- членом Комиссии народного контроля г. Якутска (1971–1977 гг., 1982–1989 гг.);

- заместителем секретаря парткома ЯГУ (1970–1988 гг.);

- членом бюро Ярославского РК КПСС г. Якутска (1986–1989 гг.).

Говорят, если человек талантлив, то талантлив во всём. Иван Иванович был именно такой многогранной личностью. Он имел первый разряд по шахматам, являлся трёхкратным чемпионом республики по национальным прыжкам в старшей возрастной группе, входил в состав сборной команды факультета по лыжным гонкам. Он всегда пропагандировал своим примером здоровый образ жизни.

За особые заслуги в сфере высшего образования и многолетний добросовестный труд И. И. Егорову присвоены звания почётного работника высшего профессионального образования РФ (2002 г.) и заслуженного работника образования РС(Я) (2005 г.). Он был награждён почётным знаком «За активную работу в органах КНК СССР» (1974 г.), нагрудным знаком «За отличные успехи в работе Министерства ВиССО СССР» (1984 г.), почётными грамотами РС(Я) и РФ.

Кафедра технологии обработки драгоценных камней и металлов Физико-технического института СВФУ своим становлением и развитием обязана своему создателю – профессору Ивану Ивановичу Егорову. В настоящее время при кафедре функционируют четыре лаборатории: художественного материаловедения, технологии гранильного производства, технологии

ювелирного дела и дизайна и композиции, а также один компьютерный класс. На базе учебно-производственных лабораторий студенты проводят научные исследования и практические работы по обработке алмазов в бриллианты, 3-D моделированию и изготовлению ювелирных изделий.

1–3 октября 2019 г. на базе Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова состоялось заседание научно-методического совета «Технология художественной обработки материалов» Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупнённой группе специальностей и направлений подготовки 29.00.00 – «технологии легкой промышленности». В рамках этого заседания были



Иван Иванович с народным художником России, почётным академиком Всероссийской академии художеств А. Я. Степановой – председателем жюри Всероссийского смотра-конкурса творческих работ студентов в Московском государственном горном университете (2010 г.)



Участники XXII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, магистрантов и аспирантов по направлению «технология художественной обработки материалов», посвящённые 85-летию со дня рождения И. И. Егорова (г. Якутск, 2019 г.)

организованы и проведены XXII Всероссийская научно-практическая конференция и смотр-конкурс творческих работ студентов, магистрантов и аспирантов, посвящённые 85-летию со дня рождения основателя специальности «технология обработки драгоценных камней и металлов», профессора Ивана Ивановича Егорова. В конференции приняли участие представители 19 вузов из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Архангельска, Ростова-на-Дону, Златоуста, Кирова, Красноярска, Иркутска, Липецка и других городов.

Ивана Ивановича Егорова можно назвать основателем якутской школы физиков-материаловедов. Он открыл творческую дорогу многим своим ученикам – Н. Н. Бурцеву, М. А. Емельяновой, Г. Н. Романову, Н. С. Тимофееву и др. Руководство и профессорско-преподавательский коллектив СВФУ, безусловно, помнят и чтут И. И. Егорова как мудрого педагога и выдающегося организатора высшего образования в республике и прикладывают все усилия, чтобы привить его жизненные ценности и принципы новому поколению якутского студенчества.

НОВЫЕ КНИГИ



Никита Гаврилович Соломонов / [составители: В. П. Ноговицын, и др.]. – Якутск : Бичик, 2019. – 208 с. – (Серия «Почётные граждане республики»).

Книга знакомит читателя с жизнью и деятельностью доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки ЯАССР и РСФСР, почётного работника высшего профессионального образования СССР, выдающегося учёного, общественного деятеля, почётного гражданина РС(Я) и г. Якутска, члена-корреспондента и советника РАН, академика Никиты Гавриловича Соломонова. В книгу вошли воспоминания коллег, соратников, учеников, близких и родных, а также материалы, вышедшие в разные годы в периодической печати и научных изданиях.

СЛОВО ОБ УЧИТЕЛЕ

А. П. Исаев, доктор биологических наук;
В. Е. Кардашевская, кандидат биологических наук;
К. К. Кривошапкин, кандидат биологических наук

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10046

В 2019 г. на 83-м году ушёл из жизни талантливый учёный, высококлассный педагог, профессор Пётр Алексеевич Тимофеев. Его жизнь – это образец служения науке, образованию и воспитанию молодых учёных и педагогов.

Пётр Алексеевич родился 12 июля 1936 г. в Мальжегарском наслеге Нюрбинского района Якутской АССР в семье колхозников. Рано потеряв родителей, Пётр Алексеевич жил и воспитывался у бабушки по материнской линии, а позже в семье своего дяди Семёна Егоровича Тимофеева. В 1945 г. он начал учиться в Чукарской начальной школе, а затем, живя в интернатах, посещал Малькайскую семилетнюю и Мархинскую среднюю школы.

В 1955 г. Пётр Алексеевич поступил на естественный факультет Якутского педагогического института и в 1959 г. успешно закончил обучение, получив специальность биолога. Это был первый выпуск Якутского государственного университета (ЯГУ). Государственная комиссия по распределению молодых специалистов направила П. А. Тимофеева, как способного, трудолюбивого и проявлявшего интерес к исследовательской работе, на учёбу в Днепрпетровский университет для подготовки к научно-педагогической работе в высшей школе. Его научным руководителем и наставником в жизни стал видный учёный и крупный специалист в области лесоведения, профессор, доктор биологических наук Александр Люцианович Бельгард. Пётр Алексеевич, будучи ассистентом кафедры геоботаники, специализировался по лесоведению и геоботанике, упорно и настойчиво работал над повышением своей теоретической и практической подготовки, приобщился к научно-исследовательской работе. Он поступил в заочную аспирантуру университета и в 1966 г. успешно защитил диссертацию по теме «Возобновление дуба и сосны в естественных лесах юго-востока Днепрпетровщины», став кандидатом биологических наук.

После возвращения с Украины в 1963 г. вся его трудовая деятельность была связана с биолого-географическим факультетом Якутского государственного университета (ныне Институтом естественных наук



Пётр Алексеевич Тимофеев (1939–2019 гг.) – заслуженный работник высшего профессионального образования РФ, отличник высшей школы СССР, заслуженный работник образования РС(Я), профессор

Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова). Здесь он сформировался как блестящий педагог, пройдя путь от ассистента до заведующего кафедрой, декана и профессора. Он был очень разносторонним человеком. Впервые в стране Пётр Алексеевич подготовил и читал студентам университета оригинальные спецкурсы: «Мерзлотное лесоведение», «Дендрофлора Якутии», «Флора и растительность Якутии».

С 1988 по 1993 гг. Пётр Алексеевич более углублённо изучал леса республики, работая в Институте биологии Якутского научного центра СО РАН, но при этом не прерывая педагогической деятельности в университете.

П. А. Тимофеев – один из тех редких людей, у которых прекрасно сочетались три таланта: преподавателя, учёного и руководителя. Вместе с тем он был не просто преподавателем высшей школы, а педагогом-воспитателем безупречной

честности. Его отношения со студентами были основаны на сотрудничестве. Как опытный педагог Пётр Алексеевич в годы заведования кафедрой ботаники биолого-географического факультета ЯГУ сосредоточил внимание на улучшении учебно-методического обеспечения учебного процесса, на привлечении студентов к научным исследованиям, на повышении квалификации и педагогического мастерства преподавателей. Его отличала высокая требовательность к студентам и умение организовать их работу над собой, поверив в свои силы. Его оптимистический настрой (мир принадлежит оптимистам!) и искренняя любовь к природе удивительным образом передавалась студентам. Все его дипломники помнят творческое взаимодействие со своим научным руководителем и неформальное общение с ним и его семьёй.

Основным направлением научной работы П. А. Тимофеева как учёного-лесоведа и геоботаника являлось изучение лесной растительности и лесных ресурсов Якутии. П. А. Тимофеев – один из основоположников нового направления в науке о лесах и лесных ресурсах мерзлотной зоны литосферы – мерзлотного лесоведения. В этом направлении П. А. Тимофеевым и его последователями были проведены обстоятельные исследования



П. А. Тимофеев (второй ряд, третий слева) среди сотрудников родной кафедры ботаники биолого-географического факультета Якутского государственного университета (70-е годы XX в.)

лесных ресурсов во всех регионах Якутии. Он основал и руководил межведомственной лабораторией мерзлотного лесоведения и лесоводства, объединив тем самым вузовскую и академическую науку по лесам. Солидный багаж опубликованных им монографий, статей и учебных пособий является его богатейшим научным и творческим наследием.

Тимофеев П. А. был ярким общественным деятелем. Свыше 25 лет он был председателем Якутского отделения Русского (Всесоюзного) ботанического общества, являлся организатором многих научных конференций и совещаний, активным приверженцем охраны природы в республике, одним из создателей трёх изданий «Красной книги Якутии», оппонентом многих докторских и кандидатских диссертаций. Несмотря на большую занятость научной и педагогической работой, Пётр Алексеевич активно популяризировал научные знания о растительном мире. Кроме публикаций научно-популярных книг и статей он вёл цикл передач под названием «Садовая мозаика» на Якутском телевидении, стоял у истоков возрождения движения школьных лесничеств в Якутии, много внимания уделял поддержке экологических инициатив в отдалённых населённых пунктах республики.

Пётр Алексеевич был очень интересным в общении человеком, знатоком, ценителем и любителем богатого фольклора якутского народа, активным участником общества «Осуохай». Он также увлекался туризмом, сочинял стихи, проникнутые любовью к природе и родным местам.

В последние годы своей жизни, будучи уже прикованным к постели, он завершил написание очень интересной трилогии об истории республики и высшего образования через призму своей жизни. Первая книга «Айылҕа оботун олоҕо» (2012) наполнена яркими картинками, эпизодами и впечатлениями о его трудном детстве. Вторая книга «Мы – студенты пятидесятых» (2013) повествует о первых годах становления Якутского государственного университета и первых выпускниках-биологах с университетским дипломом. Третья книга «Моя жизнь в университете» (2018) освещает трудовой фанатизм

(в лучшем значении этого слова) в ЯГУ. Все три книги являются очень ценной исторической документалистикой.

У Петра Алексеевича большая и дружная семья. Вместе с любимой женой Матрёной Тимофеевной, заслуженным работником народного хозяйства ЯАССР, отличником социального обеспечения РСФСР,



С сотрудниками лаборатории мерзлотного лесоведения и лесоводства Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (2010 г.)



П. А. Тимофеев (в центре) – заповала осушая (2012 г.)

отличником и ветераном социальной службы РС(Я), они воспитали дочерей Анну, Анастасию и сына Алексея, которые подарили им пятерых внуков.

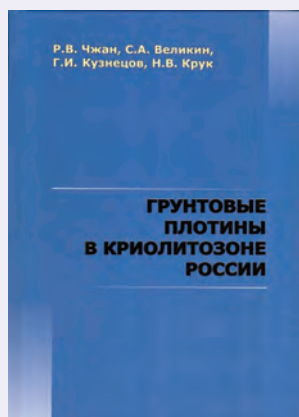
Пётр Алексеевич являлся заслуженным работником высшего профессионального образования РФ, заслуженным работником образования РС(Я), отличником высшей школы СССР, учителем учителей РС(Я), почётным членом правления Русского ботанического общества, почётным ветераном Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, почётным гражданином Мальджаргарского наслега Нюрбинского улуса РС(Я), обладателем звания «Саха сириҥ Дархан этээччитэ». Такие люди, как П. А. Тимофеев, представляют золотой фонд якутской науки и высшей школы. Глубокое уважение, любовь и благодарность многих поколений учёных, педагогов и студентов-биологов – это главная награда Петру Алексеевичу за его многолетнюю плодотворную научную, педагогическую и просветительскую работу.

НОВЫЕ КНИГИ



Попов, В. Ф. Основы гидрологии и гидрометрии : учебное пособие / В. Ф. Попов, Т. Р. Чжан. – Якутск, 2019. – 128 с.

В учебном пособии представлены основы гидрологии и гидрометрии. Книга предназначена для студентов и специалистов, связанных по роду своей деятельности с гидрологическими работами. Также книга будет полезна для всех специалистов, в том числе горнодобывающей промышленности, газо- и нефтедобычи, трубопроводного транспорта, для понимания гидрологических процессов, являющихся основой экологического мышления и культуры.



Чжан, Р. В. Грунтовые плотины в криолитозоне России / Р. В. Чжан, С. А. Великин, Г. И. Кузнецов, Н. В. Крук ; отв. ред. Д. М. Шестернёв ; Сиб. отделение Рос. акад. наук. – Новосибирск : СО РАН, Академическое изд-во «Гео», 2019. – 427 с.

В монографии обобщён опыт строительства грунтовых плотин в криолитозоне России, а также приведены результаты натурных исследований формирования криогенно-температурного режима сооружений энергетического и водохозяйственного назначения, являющегося основой статической и фильтрационной устойчивости гидроузлов. Рассмотрены экологические и природоохранные аспекты гидротехнического строительства в условиях меняющегося климата. Показаны роль геокриологического мониторинга и система его организации, а также использование геофизических методов, позволяющих на ранних стадиях обнаруживать предпосылки начала фильтрации в криогенной среде. Рассмотрены теплофизические основы работы специальных гидротехнических сооружений – хвостохранилищ, предложены рекомендации по их возведению и эксплуатации в условиях криолитозоны. Приведены инновационные разработки по возведению плотин способом скважинной гидродобычи и предложения повышения устойчивости грунтовых плотин с использованием криогенных ресурсов Земли. Представлена карта расположения грунтовых плотин и дано описание их современного состояния.

Книга предназначена для научных сотрудников, инженеров-гидротехников, проектирующих и эксплуатирующих гидроузлы в районах криолитозоны.

О НОВОМ ПЕРСПЕКТИВНОМ НАПРАВЛЕНИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯКУТИИ

В. В. Шепелёв, Т. И. Корнилова, С. П. Готовцев

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10047



Виктор Васильевич Шепелёв, доктор геолого-минералогических наук, профессор, действительный член Академии наук РС(Я), главный научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН), главный редактор журнала «Наука и техника в Якутии», г. Якутск



Татьяна Ивановна Корнилова, иктиолог-рыбовод, выпускница Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Якутск



Семён Петрович Готовцев, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией общей геокриологии ИМЗ СО РАН, г. Якутск

С каждым годом в современном мире всё острее обозначается проблема обеспечения продовольственной безопасности, которая связана, в основном, с интенсивным ростом народонаселения. Если в 60-х годах прошлого века население земного шара составляло около 3 миллиардов человек, то в 2018 г. оно достигло 7,5 миллиарда [1], т. е. за полвека увеличилось более чем в 2 раза. Как прокормить такое количество людей? Ведь основной запас пахотных угодий человечество практически исчерпало, а естественные биоресурсы планеты сегодня хищнически опустошаются.

В этих условиях одним из перспективных направлений развития аграрного производства является разработка и внедрение эффективных способов выращивания гидробионтов. В мире, например, уже в течение порядка 50 лет успешно развивается промышленное выращивание таких гидробионтов, как цианобактерий – *Arthrospira (Spirulina)*, *Nostoc* и др., микроводорослей – *Chlorella*, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Porphyridium*, и др., а также жаброногого рачка рода *Artemia*. Это одноклеточные представители флоры с огромным потенциалом применения в разных промышленных отраслях (сельскохозяйственной, химической, пищевой, медицинской, рыбной, косметической, диетической и др.). По концентрации микроэлементов и витаминов гидробионты превосходят многие растительные и животные продукты. Но пока их выращивание преимущественно успешно развивается лишь в странах с тропическим и субтропическим климатами [2]. Так, производство спирулины в мире за последние 15 лет увеличилось в 6 раз [3]. В южных регионах России постепенно начинает внедряться выращи-

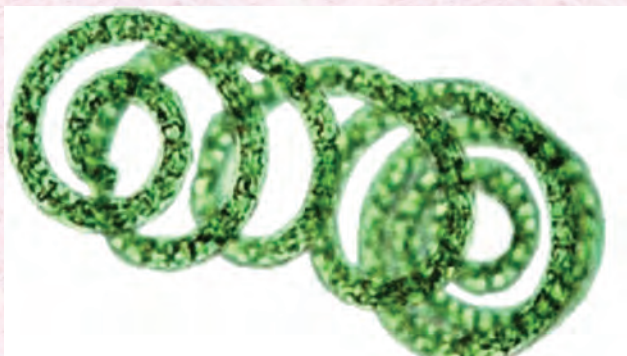
вание гидробионтов как в естественных, так и искусственных водоёмах. В этом направлении одной из проблем является сложность управления биопродукционными процессами из-за необходимости создания искусственных экосистем с постоянными параметрами. Именно это ограничивает возможности значительного повышения продуктивных свойств субстрата.

Якутия никогда не считалась земледельческим регионом. Суровый климат, короткий вегетационный период, вечная мерзлота и бедные почвы не благоприятствуют интенсивному развитию этого направления. Земледельческими территориями являются лишь низкие террасы долины среднего течения р. Лены и небольшие площади на Лено-Амгинском междуречье. Однако в республике имеется совершенно иной вид субстрата для развития аграрного сектора производства – это подземные воды. Подземная гидросфера Якутии является богатейшей кладовой вод различного происхождения, химического состава, свойств и температуры. В пределах РС(Я), например, располагается один из крупнейших артезианских бассейнов мира – Якутский. Площадь его составляет около 1 млн км², а мощность осадочного чехла этой гигантской ёмкости подземных вод достигает в центральной части более 7 км [4]. На территории республики распространены как пресные и минеральные подземные воды, так и, несмотря на существование вечной мерзлоты, термальные воды. В Западной Якутии на глубине около 300 м и глубже залегают горизонты гипергалинных (хлоридных натриевых) вод. Именно в таких водах можно выращивать жаброногих рачков рода *Artemia*. В озёрах Западной Сибири и Алтая данный вид гидробионтов, например, добывается уже порядка 30 лет.



Жаброногий рачок *Artemia salina*
(<https://akvariumnyerybki.ru/soderzhanie/korma/artemiya.html>)

На первом этапе из всего широкого спектра культивируемых в данное время гидробионтов нами предлагается наладить в Якутии выращивание спирулины, дуналиеллы артемии, а в перспективе – водорослей с высоким содержанием липидов. Благодаря липидам наша северная рыба имеет высокое содержание жиров, иначе называемых полиненасыщенными жирными кислотами. Они представляют собой смесь эйкозопентаеновой и докозгексаеновой кислот. Организм рыб самостоятельно их не вырабатывает, т. е. они получают их только из пищи. Микроводоросли, вырабатывающие полиненасыщенные жирные кислоты, служат прекрасным кормом для различных видов рыб.



Спирулина – водоросль с уникальным составом, являющаяся одним из самых древних видов флоры на нашей планете
(<http://protectionlife.ru/spirulina-что-это-такое.html>)

В северных условиях геотермальные источники могут стать экологической нишей для выращивания гидробионтов. Использование термальных подземных вод для культивирования цианобактерий, микроводорослей и жаброногого рачка артемия может укрепить продовольственную безопасность и сделать более здоровым питание человека на Севере.

На территории республики термальные подземные воды обычно вскрываются на больших глубинах.

Однако встречаются участки, где они залегают неглубоко, и даже имеют самоизлив, т. е. разгружаются на дневной поверхности в виде термальных и субтермальных родников. С другой стороны, мёрзлая толща снижает уровень инфильтрации атмосферных осадков в недра земли, тем самым предопределяет защищённость подземных вод от природного и техногенного загрязнения.

Пока выявлено лишь пять участков разгрузки термальных подземных вод на территории Якутии [5]. Количество их, по всей вероятности, значительно больше, но обнаружить подобные родники в мерзлотно-гидрогеологических условиях Якутии очень трудно. Основной причиной является вечная мерзлота, которая не только затрудняет выходы этих вод на дневную поверхность, но и как бы маскирует их существование. Связано последнее обстоятельство с тем, что все источники подземных вод на территории республики приурочены к руслам рек, где развиты подрусловые талики и мощность вечной мерзлоты значительно меньше, чем на террасовых и водораздельных площадях речных бассейнов. Смешиваясь с речными водами, термальные подземные воды теряют свой специфический химический состав и температурные свойства. Дебиты их, как правило, незначительные, поэтому определить наличие субквальной (подводной) разгрузки термальных подземных вод по изменению расхода, химического состава и температуры речной воды на подобных участках рек в большинстве случаев очень сложно. В этом направлении необходимо проводить поисково-разведочные гидрогеологические работы.

Выявленные на территории республики и в разной степени изученные участки разгрузки термальных подземных вод расположены в основном в Южной Якутии (в долинах рек Олёкмы, Тургунчакана, Малого Нахота и Горбыллаха), а также в Восточной Якутии (источник Сытыган-Сылба в верховьях р. Индигирки) [5].



Зимнее купание в термальных подземных водах при температуре воздуха минус 30 °С (Южная Якутия, источник Малый Нахот)
(<http://nahot.ru/newportal/ru/gallery>)

В Якутии подземные воды используются в качестве основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, главным образом, в Южной Якутии [6]. Перспективы социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) во многом связаны с освоением природно-ресурсного потенциала этого уникального региона. Со временем он, безусловно, станет одним из узловых центров инфраструктурного развития всего Дальнего Востока.

Таким образом, авторами предлагается выращивание гидробионтов с использованием подземных вод и, прежде всего, термальных источников как субстрата для промышленного производства гидробионтов. Развитие данной отрасли в долгосрочной перспективе может заменить существенную часть ввозимых из-за рубежа продуктов, получаемых методом современной биотехнологии. Следует детально изучить подземные воды для выявления их пригодности при выращивании гидробионтов, получения из них высокотехнологичных соединений, востребованных на мировом рынке. Необходимо, в частности, проводить работы для детального исследования подземных вод с определением их запасов, гидрохимического и изотопного состава, температурного режима, кислотности и т. д. Для выращивания гидробионтов на подземных водах следует, помимо проведения научных гидрогеологических исследований, разработать методику культивирования каждого вида гидробионтов, создать опытно-экспериментальные фермы с использованием различных типов геотермальных подземных вод. Важно разработать эффективные технологические принципы выращивания гидробионтов в суровых северных условиях.



Выращивание рыбы в искусственных садках
(<https://tamlife.ru/analitika/statji/2019021416002820571.html/ryba-plyvyot-pod-kryshu/>)

Использование термальных подземных вод может иметь большие перспективы не только для культивирования гидробионтов, но и для обогрева теплиц при круглогодичном выращивании овощей и целебных грибов. Несмотря на наличие многолетнемёрзлых пород, создание теплиц и рыбообразных прудов на геотермальных источниках может превратить Южную Якутию в центр по производству аквакультур, гидробионтов, тепличного овощеводства и грибоводства. Однако специалистов по данным направлениям в Якутии очень мало, поэтому важно предусмотреть их целевую подготовку в Северо-Восточном федеральном университете им. М. К. Аммосова (г. Якутск) или в Дальневосточном государственном техническом рыбохозяйственном университете (г. Владивосток).

Список литературы

1. Счётчик населения Земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://countrymeters.info/ru/World>.
2. Корнилова, Т. И. О возможности выращивания цианобактерий рода *Arthrospira* (*Spirulina*) на геотермальных источниках в зоне распространения многолетнемёрзлых пород / Т. И. Корнилова, А. М. Черепанова // *Universum : Химия и биология : электрон. научн. журн.* – 2018. № 6 (48) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5962> (дата обращения: 09.01.2020). Биологические ресурсы.
3. Ильмутдин М., Абдулагатипов. Микроводоросли и их технологические применения в энергетике и защите окружающей среды / Ильмутдин М. Абдулагатипов [и др.] // *Юг России : экология, развитие.* – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 166–183.
4. Шепелёв, В. В. Подземные воды – богатство Якутии / В. В. Шепелёв // *Якутская геоэкологическая научная школа (сфера исследований, результаты, люди) / Отв. ред. Р. В. Чжан, В. В. Шепелёв ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова.* – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2010. – С. 76–81.
5. Шепелёв, В. В. О термальных родниках Якутии / В. В. Шепелёв // *Наука и техника в Якутии.* – 2018. – № 1 (34). – С. 67–71.
6. Шепелёв, В. В. Состояние и перспективы использования подземных вод в РС(Я) / В. В. Шепелёв, В. И. Скутин // *Наука и образование.* – 1997. – № 1. – С. 92–99.

АРХИВ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

Наука только тогда наука, когда она не регулирует и не связывает себя вопросом о непосредственной пользе.

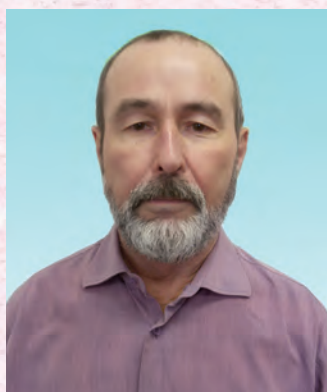
В. В. Вересаев



ОТКУДА ВОДА ПОД КАМНЯМИ?

В. М. Михайлов

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10048



Владимир Матвеевич Михайлов,

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Северо-Восточной научно-исследовательской мерзлотной станции Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Магадан

Введение

Давно было подмечено, что на севере нашей страны многие горные ручьи, включая самые малые, не иссякают летом, даже при длительном отсутствии дождей. Изрядная доля тех ручьёв, которые внешне выглядят пересохшими, на самом деле продолжают течь по скальному водоупору под толщей загромодивших русло обломков. В продолжительную межень такие потоки могут обнаруживаться при впадении в более крупную реку в виде миниатюрных водопадов (рис. 1).

Это явление привлекало внимание отечественных учёных ещё в начале прошлого века. Уже тогда практически все авторы единодушно называли основным источником питания ручьёв в засушливые периоды парообразную атмосферную влагу, проникающую в поры склоновых отложений. И даже относительно скептически настроенные исследователи не сомневались в большой роли этого процесса в зоне много-

летней мерзлоты (подробно история вопроса освещена в работе [1]). Невозможно отрицать, что водяной пар должен мигрировать из тёплой и относительно влажной атмосферы к мёрзлому водоупору, имеющему нулевую температуру. Здесь он конденсируется, и образовавшаяся вода стекает вниз по склону, к тальвегу долины. Высокая интенсивность потока пара полагалась сама собой разумеейшей (мерзлота же!).

К концу прошлого века эти представления настолько упрочились, что вошли в методические рекомендации [2], согласно которым в горных районах Сибири и Дальнего Востока в водобалансовых расчётах необходимо учитывать слой конденсационной влаги в количестве 80–100 мм за тёплый сезон. Максимальная величина, полученная в результате специальных экспериментов, равна 130 мм [3]. Для сравнения: в той части Северо-Востока России, где проводились измерения, атмосферные осадки в среднем за год составляют 150–200 мм.

На фото сверху – характерная для горных хребтов Черского и Сунтар-Хаята альпинотипная форма рельефа с ледниками и снежниками, круглогодично сохраняющимися на высотах более 2100 м



Рис. 1. На переднем плане – миниатюрный водопад, образованный внешне незаметным стоком ручья по скальному водоупору

Яркий пример непоколебимой приверженности исторически сложившимся взглядам содержится в коллективной монографии [4]: «...по-видимому, только незначительная часть тепловой энергии, выделяемой при конденсации водяных паров воздуха (в грунте – В. М.), идёт на нагревание пород и их оттаивание. Анализ данных полевых наблюдений даёт основание предполагать, что в результате этого процесса среднегодовая температура пород повышается обычно не более чем на 1 °С, чаще на несколько десятых градуса» (с. 84). Говоря проще, оставшиеся «за кадром» количественные оценки показали, что влияние внутригрунтовой конденсации на температуру отложенных незначительно. Сравним: на той же странице сообщается, что отепляющее влияние инфильтрующихся в грунт осадков (не очень тёплых, так как дождливые периоды совпадают с похолоданиями) достигает 3 °С, т. е. больше на порядок. Получается, что авторы готовы допустить существование в грунте некоего загадочного и очень мощного стока тепловой энергии. Иначе придётся «пожертвовать» либо законом сохранения энергии, либо высокой интенсивностью конденсации...

Первые обоснованные возражения против окончательно (казалось бы) укоренившихся представлений содержатся в работе [5]. Авторы опирались на подробные водобалансовые расчёты и прямые измерения при помощи установки оригинальной конструкции (она и некоторые другие

устройства подобного рода будут детально рассмотрены ниже).

Результаты теплобалансовых расчётов, описанных в статье [6], позволяют утверждать, что конденсация в тех объёмах, о которых сообщается в большинстве литературных источников, совершенно нереальна. И дело не только – даже не столько – в выделении огромного количества тепла при фазовых переходах «пар – вода» (хотя подавляющая их часть как бы остаётся невостребованной, что и отметили авторы цитированной монографии). Интенсивный перенос влаги к водоупору не может не сопровождаться мощнейшим конвективным потоком тепловой энергии, которую тем более «некуда девать». В статье [6] использованы результаты натуральных наблюдений, но расхождение господствующих представлений с реальностью настолько велико, что

с тем же успехом можно было бы обойтись любым «правдоподобным» набором необходимых характеристик – это будет видно из дальнейшего изложения. Не исключено, что подобные оценки делались и ранее, но остались неизвестными научному сообществу по достаточно понятным причинам.

Любопытный факт: данные, на которых основаны прямо противоположные выводы (с одной стороны, в статье И. Т. Рейнюка [3] и ещё в нескольких его статьях, с другой – работы [5, 6]), получены на одном и том же водосборе ручья Контактного (бассейн р. Колымы), где в 40-х годах прошлого века была основана Колымская воднобалансовая станция (рис. 2).



Рис. 2. Вид на долину руч. Контактного ранним утром. Сооружения Колымской воднобалансовой станции (внизу слева) в тени от близлежащей сопки

Тепломассоперенос в склоновых отложениях

Для поступления влаги в грунтовую толщу необходимо, прежде всего, чтобы на некоторой глубине упругость водяного пара была меньше, чем в прилегающем слое атмосферного воздуха. На мёрзлом водоупоре минимально возможная величина равна 6,09 мб (насыщающая влажность при 0 °С). В высокогорье в среднем за лето атмосферный воздух нередко бывает суше – например, на хребте Сунтар-Хаята, по данным одноимённой метеостанции. В нижнем поясе гор влажность по большей части выше критического значения, но разность невелика; на Северо-Востоке России она, как правило, составляет 1,5–2,0 мб.

Миграция водяного пара в воздушной среде происходит двумя путями. Первый – молекулярная диффузия, при которой перемещаются отдельные молекулы пара в результате случайных тепловых соударений. Он весьма малоэффективен, и согласно предельно завышенным оценкам в целом за тёплый сезон способен обеспечить слой конденсационной влаги не более 2 мм (численные оценки и натурные данные, кроме специально оговоренных случаев, приведены по работе [6]). Вторым – конвективным переносом, при котором во встречных направлениях перемещаются макроскопические объёмы газовой смеси. Конвекция бывает вынужденной, т. е. вызванной внешними факторами, и свободной. Последняя развивается в тех случаях, когда в некотором объёме воздуха нижние слои по какой-то причине имеют меньшую плотность по сравнению с вышележащими. Такое состояние называется *неустойчивой стратификацией*. Оно приводит к образованию восходящих и нисходящих воздушных струй, «стремящихся» восстановить архимедово равновесие.

Поскольку плотность воздуха находится в обратной зависимости от его температуры (влияние влажности намного слабее), то летом в слое грунта от поверхности до мёрзлого водоупора она с глубиной почти всегда возрастает, и развитие свободной конвекции невозможно. Исключение – ночные заморозки, но атмосферный воздух с отрицательной температурой становится не только тяжелее, но и заведомо суше по сравнению с воздухом, заполняющим поры грунта. Соответственно, развивающаяся при таких похолоданиях свободная конвекция способствует не конденсации, а испарению влаги с водоупора.

Один из двух вариантов вынужденной конвекции – «задувание» ветра в поры грунта, которое проникает на небольшую глубину и может заметно влиять на гидротермический режим отложений только в самом начале тёплого сезона, когда протаивание измеряется первыми десятками сантиметров. Но и в этот короткий период упругость водяного пара в атмосфере зачастую опускается ниже 6,09 мб, в том числе при небольших положительных температурах.

Единственный механизм конвективного тепло-массопереноса, способный реально действовать в склоновых отложениях, связан с парадоксальным, на первый взгляд, явлением. Устойчивая стратификация в каждом

отдельно взятом вертикальном профиле исключает свободную конвекцию, но в то же время обуславливает неустойчивость слоя холодного и тяжёлого внутригрунтового воздуха в масштабах всего склона и его «стекание» по мёрзлому водоупору. Некоторое представление о «степени неустойчивости» даёт сравнение плотности воздуха, содержащегося в двух узких колонках (расположенных на одинаковой высоте), из которых одна содержит только внутригрунтовой воздух, вторая – только атмосферный. В бассейне руч. Контактного при средних за лето погодных условиях различие составляет всего около 2,5 %.

В отличие от ветрового перемешивания движение воздуха под действием рассматриваемого механизма развивается во всей оттаявшей крупнообломочной толще. Его скорость находится в прямой зависимости от вертикального градиента плотности, а следовательно (очередной парадокс), и от степени устойчивости внутригрунтового воздуха в обычном понимании. Важен также размер пор, с увеличением которого уменьшается противодействующая движению воздуха сила трения.

Как известно, движение жидкостей и газов может происходить либо в *ламинарном* («параллельноструйном»), либо, при больших скоростях, в *турбулентном* («завихренном») режиме, в котором интенсивность поперечного тепло-массопереноса несравнимо больше. В крупнообломочных склоновых отложениях переход из одного режима в другой соответствует скоростям движения порового воздуха порядка 1 см/с. Интуитивно ясно, что в естественных условиях они вряд ли реально достижимы. Но в данном случае основное значение имеет не режим движения воздуха в отдельных струях, а обтекание этими струями обломков пород: аналогично турбулентности оно усиливает тепло-массоперенос в поперечном к склону направлении. Математический аппарат для теоретического исследования этих процессов отсутствует. Тем не менее имеется возможность получить приближённые количественные оценки по аналогии с известными закономерностями, выведенными для призматического слоя воздуха.

Схема расчётов следующая [6]. Допустив, что за тёплый сезон на мёрзлом водоупоре действительно конденсируется 100 мм влаги, рассчитываем среднее значение потока водяного пара, откуда получаем величину коэффициента переноса, а затем (подстановкой во вторую формулу) – конвективный тепловой поток. Подстановка не вполне корректна, но для первого приближения допустима. Оказывается, что за рассматриваемый период тепловой поток равен 934 МДж/м². По сравнению с этой цифрой даже тепло, выделяющееся при конденсации 100 мм влаги (234 МДж/м²), выглядит уже не столь впечатляющим. Ещё на порядок меньше роль всех остальных составляющих, включая расход тепла на прогрев мёрзлых пород.

Алгебраическая сумма всех слагаемых равна 1150 МДж/м². Куда же может быть израсходовано такое колоссальное количество поступающей в грунт энергии? В начале и в конце тёплого периода средняя по глубине температура сезонно-талого слоя практически

одинакова ($\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), т. е. изменением запаса тепла в грунте можно пренебречь. Понятно также, что вода, стекающая тонким слоем по мёрзлому водоупору, имеет почти нулевую температуру и тепла практически не выносит. Единственный его реальный «потребитель» – таяние льда, намёрзшего в грунтовой толще в период схода снежного покрова (подробнее об этом в следующем разделе). Но 1150 МДж достаточно для плавления более 3,5 тонн льда, тогда как в призме ежегодно оттаивающего грунта площадью 1 м^2 (и глубиной обычно 1–2 м) его накапливается в среднем менее 200 кг. Избыток тепла теоретически способен обеспечить протаивание ещё примерно 20 м льдонасыщенных рыхлых отложений. Но мощность рыхлого чехла на склонах редко превышает первые метры*. Глубже он сменяется более или менее монолитными скальными породами, протаивание которых требует на порядок меньших затрат тепла (по существу – это всего лишь прогрев от небольших отрицательных температур до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Очевидно, что укоренившиеся представления о величинах внутригрунтовой конденсации принципиально несовместимы с существованием в горах многолетней мерзлоты.

Источник влаги и источники заблуждений

Ответ на вопрос, вынесенный в название статьи, лежит на поверхности в самом буквальном смысле – правда, не круглый год. Но ещё и в середине лета на склонах сопков можно видеть остатки снежного покрова, сохранившегося в углублениях рельефа (рис. 3).

Непростая «судьба» снега, скопившегося за зиму на поверхности крупнообломочных отложений, впервые была рассмотрена в работе [7]. Весной образующаяся из него талая вода свободно затекает в поры грунта, замерзая на поверхности выхолаженных за зиму обломков тонкими корочками и миниатюрными «сосульками» (*инфильтрационный лёд*), не препятствующими поступлению вглубь новых порций воды. Часть талых вод проникает вплоть до мёрзлого водоупора, где также замерзает, образуя *инфильтрационно-натечный лёд* и прогревая сезонно-талый слой у самого его основания. По мере продвижения вглубь фронта протаивания вода, образующаяся из инфильтрационного льда, стекает вниз и вновь замерзает. Миграция воды в толщу грунта, сопровождаемая чередующимися фазовыми переходами, способствует усиленному переносу тепла, и в итоге довольно быстро вся влага, содержавшаяся в снеге и выпавших за этот период осадках (минус потери на испарение), концент-

рируется в нижней части профиля в виде инфильтрационно-натечного льда, заполняющего здесь все поры грунта. Только тогда склоны начинают отдавать воду в речную сеть. Все описанные процессы в сумме обычно занимают не более двух недель. Таяние льда, скопившегося на мёрзлом водоупоре, растягивается, в среднем, на весь остаток тёплого сезона.

В предыдущей фразе уточнение «в среднем» имеет принципиальное значение. Так, если очень снежная зима сменяется сухим и прохладным летом, то изрядная (иногда и большая) доля образовавшегося весной *гольцового льда* (термин, введённый в работе [7]), не успевает растаять до начала осеннего промерзания. При обратном соотношении зимних осадков и летних погодных условий в речной сток поступит влага, накопленная ранее в нижней части рыхлого чехла. Таким образом, крупнообломочные склоновые отложения осуществляют многолетнее регулирование поверхностного стока, и поэтому в рамках одного года, и даже нескольких лет, расчёты водного баланса верхних звеньев речной сети по схеме «осадки – сток» могут давать весьма существенные неувязки. Скорее всего, именно они подвигли ряд авторов на поиски дополнительного источника влаги – во всяком случае, И. Т. Рейнюк [3] считал их одним из подтверждений своей точки зрения. Подлинными причинами неувязок, вкратце описанные выше, раскрыты в работе [5]. Там же показано, что при анализе продолжительных рядов наблюдений водный баланс сводится с хорошей точностью, без какой бы то ни было конденсации.

Основным доводом апологетов интенсивной внутригрунтовой конденсации служили результаты непосредственных измерений объёмов конденсационной влаги при помощи установок различных конструкций. Но как справедливо отмечено в работе [1, с. 35],

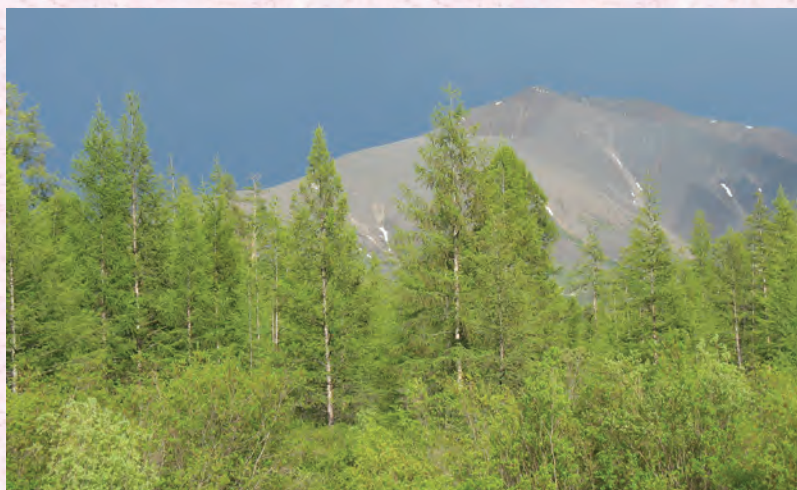


Рис. 3. Остатки снежников на осыпных склонах (середина июля, вид с территории Колымской воднобалансовой станции)

* Интересно отметить, что если мощность рыхлых отложений, в которых преобладают крупные фракции, больше средней глубины протаивания, то последняя маркируется довольно чёткой литологической границей. Выше неё в грунте нет ни песка, ни более мелких частиц, которые вымываются потоками воды; ниже промежуток между крупными обломками плотно забиты мелкодёрмом.

«главное в подобного рода наблюдениях – сохранить естественный ход конденсации, но в таких установках (автор имел в виду первую из описанных ниже разновидностей – В. М.) он грубо искажается». На самом деле все без исключения конструкции, описанные в литературе, так или иначе искажают «естественный ход конденсации», препятствуя нормальному движению воздуха и/или создавая искусственные воздушные потоки. Рассмотрим некоторые из таких установок (рис. 4).

Очевидно, что в первой из конструкций И. Т. Рейнюка металлические трубы, закопанные в склоновые отложения (слева внизу), являются для них совершенно чуждым элементом. Каждая труба представляет собой как бы огромную искусственную пору с формой, оптимальной как для проведения экспериментов, так и для развития конденсации. Подобные установки более никем не применялись, по-видимому, из-за их бросающейся в глаза «противоестественности».

Конструкции, подобные изображённой на рис. 4 вверху и справа, получили весьма широкое распространение. Но и они всего лишь «замаскированы» под естественные условия: вместо пустотелой трубы в грунт помещается сварной металлический контейнер, заполненный ранее извлечёнными обломками. Поскольку все его стенки глухие, то находящийся внутри воздух не принимает участия в движении вниз по склону. Вместо этого в контейнере, задняя стенка которого охлаждается стекающей по мёрзлому водоупору талой водой с нулевой температурой, устанавливается собственная независимая циркуляция (рис. 5). У холодной задней стенки воздух, приобретая наибольшую плотность, опускается в нижнюю часть контейнера и далее «вытекает» наружу, замещаясь тёплым воздухом, подсасываемым из атмосферы в верхней части. По мере охлаждения этот воздух отдаёт избыточную влагу. Конденсат из грунта непрерывно удаляется (стекает в водосборный сосуд), что исключает его потери в те периоды, когда влажность воздуха в атмосфере меньше, чем в контейнере. Таким образом, эта установка представляет собой вовсе не измерительный инструмент, а теплообменник (довольно эффективный), извлекающий из атмосферы влагу с использованием естественного холода многолетне-мёрзлых пород. Аналогичная конструкция автора работы [1], выполненная на деревянной основе, с этой задачей не справилась из-за большого термического сопротивления древесины.

Установка Е. Л. Бояринцева, не имеющая вертикальных стенок, – образец стремления к минимальному нарушению естественных условий. Тем не менее и в ней налицо искажение нормальной циркуляции внутригрунтового воздуха. Вне установки воздушный поток, в целом, параллелен мёрзлому водоупору (и в нижних



Рис. 4. Установки для сбора конденсационной влаги конструкций И. Т. Рейнюка [3] и Е. Л. Бояринцева [8] по их оригинальным рисункам

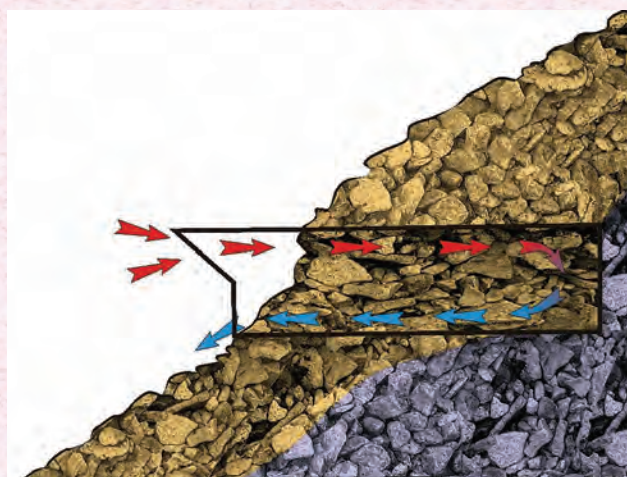


Рис. 5. Схема циркуляции воздуха в установке И. Т. Рейнюка. Желтая заливка соответствует тальм породам, синяя – мёрзлым

слоях неизменно насыщен влагой). Над крышкой и поддоном установки, ориентированными субгоризонтально, часть этого потока отклоняется в более тёплые поверхностные слои грунта, что полностью исключает конденсацию – независимо от того, что происходит в непосредственной близости от установки.

Закключение

Согласно результатам проведённого анализа конденсация водяного пара в склоновых отложениях в количествах, сколько-нибудь заметно влияющих на их водный и тепловой режим, исключена. С другой стороны, «стекание» внутригрунтового воздуха по мёрзлому водоупору и перенос к нему влаги, несомненно, имеют место, вопрос лишь в интенсивности процесса. Поэтому представляется, что нулевой результат, полученный

авторами работ [5, 8], также не является истиной в последней инстанции. Скорее всего, действительная величина хотя бы незначительно, но отличается от нуля [6], находясь в пределах первых миллиметров водного эквивалента. Перспективы окончательного (т. е. на уровне точных количественных оценок) решения проблемы внутригрунтовой конденсации пока остаются неопределёнными.

Список литературы

1. Говорушко, С. М. Курумовый морфолитогенез / С. М. Говорушко. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. – 120 с.
2. Расчёт подземного питания рек криолитозоны (методическое пособие). – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 107 с.
3. Рейнюк, И. Т. Конденсация в деятельном слое вечной мерзлоты / И. Т. Рейнюк // Тр. ВНИИ-1. – Магадан. – 1959. – Вып. 13. – С. 1–24.
4. Южная Якутия. – М. : Изд-во МГУ, 1975. – 444 с.
5. Бояринцев, Е. Л. К вопросу о конденсации паров воздуха в деятельном слое многолетнемерзлых пород / Е. Л. Бояринцев [и др.] // Деп. в ИЦ ВНИИГМИ-МЦД. № 1046 ГМ-91 от 16.01.91. – 17 с.
6. Банцеккина, Т. В. К оценке роли внутригрунтовой конденсации водяных паров в формировании теплового и водного режима крупнообломочных склоновых отложений / Т. В. Банцеккина, В. М. Михайлов // Криосфера Земли. – 2009. – Т. XIII, № 1. – С. 40–45.
7. Гравис, Г. Ф. Гольцовый лёд и закономерности его образования / Г. Ф. Гравис // Подземный лёд. – М. : Изд. МГУ, 1965. – Вып. 2. – С. 100–112.
8. Бояринцев, Е. Л. Прибор для наблюдений за конденсацией в каменной осыпи / Е. Л. Бояринцев, В. Н. Михайлов // Инф. письмо, изобретательство и рационализация. – Магадан : Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Колымское территориальное управление, 1979. – № 3 (82). – С. 31–32.

НОВЫЕ КНИГИ



Киреев, Д. М. Эколого-географические термины в лесоведении : [словарь-справочник]. – Изд-е 2-е, доп. и расш. / Д. М. Киреев. – СПб. : СПбГЛТУ, 2016. – 656 с.

Содержанием второго издания словаря-справочника являются эколого-географические термины научной дисциплины «Лесное ландшафтоведение». Словарь содержит около 3500 терминов, необходимых при изучении природных территориальных комплексов (ПТК) лесов. Рамки словаря расширены для привлечения сведений из различных разделов наук о Земле, характеристики компонентов и элементов ландшафта, морфологической структуры и экологии ПТК.

Словарь-справочник предназначен для специалистов, применяющих ландшафтный метод, использующих дистанционные и картографические источники информации. Эколого-географические термины необходимы при оценке и инвентаризации лесных ресурсов, инженерном проектировании, мониторинге лесов, составлении земельного кадастра, организации рационального природопользования и др.

Может быть использован студентами и аспирантами, специалистами таксаторами, землеустроителями, экологами, геологами, почвоведомы, геоботаниками, картографами, работающими на лесных территориях.



25 лет на страже живой природы / Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства Республики Саха (Якутия) ; [сост.: А. В. Сыроватская, Н. Э. Игнатъева]. – Якутск : Бичик, 2019. – 240 с.

РОЛЬ МУЗЕЕВ В КУЛЬТУРНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ (на примере Дома-музея «Якутская ссылка»)

Н. К. Гоголева

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10049



Наталья Константиновна Гоголева,
ГБУ РС(Я) «Якутский музей»,
заведующая филиалом Дома-музея «Якутская ссылка»,
отличник культуры РС(Я),
г. Якутск

Дом-музей «Якутская ссылка» является первым филиалом Якутского государственного объединённого музея истории и культуры народов Севера им. Ем. Ярославского. В 2012 г. в нём была открыта новая экспозиция, где впервые объективно показана история ссылки в Якутии с середины XVII в. по 1917 г. В экспозиции использованы документы из Национального архива РС(Я), фотографии и предметы из фондов музея, а также материалы из семейных архивов потомков ссыльных. Главным консультантом при создании новой экспозиции является доктор исторических наук профессор П. Л. Казарян.

Экспозиция располагается в бывшем доходном доме якутского подрядчика Ф. П. Романова, где произошёл вооружённый протест политических ссыльных в 1904 г. Дом был построен в 1890 г. и является памятником культурного наследия Республики Саха (Якутия). Экспозиция располагается на втором этаже этого деревянного дома и состоит из четырёх разделов: в первом зале показана история возникновения и распространения ссылки в Ленском крае с момента включения Якутии в состав Российского государства, а также представлены сведения о первых ссыльных Сибири; во втором зале – информация о религиозных ссыльных, осуждённых за преступления против православной веры (старообрядцы, духоборы, иконоборцы, скопцы); в третьем зале – сведения об уголовных ссыльных, которые оказали самое пагубное влияние на местное население; в четвертом зале представлены материалы о политических ссыльных, которые внесли большой вклад в развитие Якутии – в науку, образование, просвещение, медицину и, конечно же, в развитие культуры и музейного дела. Отдельно показаны два известных в России вооружённых протеста по-

литссылных рубежа XIX и XX вв., вошедших в историю под названием «Монастыревка» и «Романовка». В выставочном зале филиала представлена история кино из фондов Аудиовизуального центра народов РС(Я). Здесь в воссозданном интерьере Дома культуры середины XX в. посетителям предлагается показ историко-документальных фильмов о ссылке в Сибири.

Экспозиция постоянно расширяется. С 2012 г. по сентябрь 2019 г., например, было организовано более 40 стационарных выставок, посвящённых памятным датам и биографиям некоторых ссыльных. Так, в 2012 г. по материалам опубликованной книги П. Л. Казаряна была сделана выставка «Первый учёный из якутов» к 165-летию со дня рождения Н. С. Горохова – действительного члена Императорского русского географического общества, палеонтолога, этнографа, просветителя. В 2013 г. открылась выставка «...О доставлении разумных развлечений» к 100-летию первого кинематографа в Якутске. На выставке были использованы документы и фотографии из Национального архива РС(Я), Якутского государственного объединённого музея истории и культуры народов Севера им. Ем. Ярославского, а также Национальной библиотеки РС(Я) и Аудиовизуального центра народов РС(Я). В этом же году была открыта выставка «О доблестных жителях Романовки», о проживавшей в этом доме семье П. И. Иванова, высланного в Якутск за участие в Кронштадтском восстании 1906 г. При организации этой выставки были использованы, в основном, семейные архивы известной в Якутии правозащитницы В. В. Прибыткиной, являющейся членом общества «Мемориал».

В 2014 г. была создана выставка «110 лет Романовки», посвящённая юбилею знаменитого вооружённого

Романовского протеста в Якутске. Была также представлена выставка «Склонен к побегу...» о политссыльном В. М. Зензинове, исследователе Арктики, к 100-летию выпуска его книги «Старинные люди у холодного океана». Эта выставка, созданная по материалам краеведа И. А. Чикачёва, имела большой общественный и научный резонанс.

В 2015 г. совместно с Национальным художественным музеем РС(Я) была организована выставка «Марианна Ярославская: жизнь и творчество», посвящённая 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля искусств ЯАССР, дочери известного в Якутии революционера и музейного работника Емельяна Ярославского. В этом же году открылась выставка «Федот Романов – домовладелец Романовки и его потомки», где были использованы, в основном, семейные архивы шести поколений Романовых, представлены неизвестные ранее факты из жизни этой семьи в период революционных событий.

В 2016 г. в рамках Года кино в России и к 65-летию Дома-музея «Якутская ссылка» была вновь с дополнениями открыта выставка «О первом синемаграфре Якутии», совместно с Аудиовизуальным центром народов Якутии. Выставка стала прекрасным антуражем для съёмок документальных фильмов участников нашего Республиканского исторического конкурса.



Победители конкурса 2016 г. – ученики 5 «В» класса СОШ № 26 г. Якутска.
Фрагмент из конкурсного фильма «О первом синемаграфре Якутии»

В 2017 г. на выставке «Весна 1917 года в Якутии», посвященной 100-летию февральской революции, показаны уникальные документы из Национального архива РС(Я) о последнем губернаторе Якутии Д. О. Тизенгаузене, репрессированном в 1937 г., а также представлены ранее неизвестные факты из жизни других репрессированных участников революционных событий в России начала XX в.

В 2018 г. к 275-летию со дня становления Иркутско-Якутского почтового тракта была открыта выставка «На государевой службе». Большую помощь в её созда-

нии оказал председатель Региональной общественной организации «Потомки государевых ямщиков» А. А. Добрянцев, а также улусные, муниципальные и школьные музеи. Посетители могли познакомиться с редкими материалами из семейных архивов потомков государевых ямщиков, известных и почётных жителей Якутии.

И, наконец, в 2019 г. была открыта выставка «У истоков Романовки», посвящённая 90-летию первой заведующей нашего филиала заслуженного работника культуры ЯАССР А. Н. Алексеевой. Аида Николаевна является единственной выжившей дочерью репрессированного в 1937 г. П. Г. Габышева – родного брата известного государственного деятеля А. Г. Габышева, репрессированного в 1942 г. На протяжении полувека А. Н. Алексеева вела личную переписку с потомками политссыльных, нашла уникальнейшие факты из их жизни. Все её труды, книги, документы, архивные выписки представлены на выставке, которая вошла в постоянную экспозицию нашего музея.



Открытие выставки «У истоков Романовки» (29 марта 2019 г.)

Помимо отмеченных выше мероприятий, филиалом были организованы за указанный период более ста выездных выставок в культурно-образовательных учреждениях, главным образом, в средних образовательных школах республики. Особенно популярной среди учащихся стала выставка-презентация по главной теме филиала «Тюрьма без решёток» с материалами по истории ссылки в Якутии.

В современных условиях, в связи с развитием Интернет-технологий, интерес к статичному наглядному материалу в музеях несколько снизился, особенно среди детей школьного возраста. Учитывая данную ситуацию, наш филиал, начиная с 2013 г., ежегодно проводит Республиканский исторический конкурс среди учащихся общеобразовательных школ республики. Конкурс направлен на привитие детям интереса к самостоятельной научно-исследовательской и поисково-краеведческой работе. Итоги конкурса с награждением победителей подводятся торжественно в Международный день музеев, который также является официальным днём открытия нашего филиала с новой экспозицией.

Конкурс воспитывает в детях бережное отношение к историко-культурному наследию своей малой родины, формирует и расширяет их кругозор, создаёт условия, способствующие приобщению школьников к самостоятельным исследованиям, предоставляет им возможность вносить свой вклад в комплектование фондов музея, в частности, пополнять фонды музея семейными материалами, что, несомненно, способствует повышению интереса и любви детей к истории родного края.

С 2013 по 2019 г. были проведены семь республиканских исторических конкурсов (РИКов) для учащихся общеобразовательных школ РС(Я) с 5 по 11 классы, но с 2015 г. по просьбам детей и их педагогов в нём стали принимать участие и 4-е классы, а также учащиеся из коррекционных школ. В 2019 г. положение конкурса было расширено. Теперь в нём могут принимать участие студенты первых курсов средних профессиональных образовательных учреждений. Положение конкурса ежегодно размещается на сайтах Министерства культуры и духовного развития РС(Я), Управления образованием Окружной администрации г. Якутска и публикуется в газетах «Якутия», «Юность Севера», а также «Кэскил» (на якутском языке). Каждый конкурс оценивается независимым компетентным жюри, представленным ведущими сотрудниками научных и культурных учреждений республики и города (Национальным архивом РС(Я), Северо-Восточным федеральным университетом им. М. К. Аммосова, Якутским научным центром СО РАН, МКУ «Центральной библиотечной системой» ГО г. Якутск). Состав жюри конкурса ежегодно меняется, но неизменным остаётся его председатель – доктор исторических наук, профессор, академик РАЕН, главный научный сотрудник СВФУ Павел Левонович Казарян, который является главным консультантом нашего музея. Благодаря ему многие мероприятия состоялись и завоевали популярность среди культурно-образовательного сообщества.

В 2013 г. был проведён первый конкурс под названием «Во благо Якутии», посвящённый 135-летию со дня рождения Е. М. Ярославского. Вопросы касались истории Якутской ссылки, а также роли Ярославского в развитии главного музея Якутии. Первый наш конкурс был рассчитан на умение детей найти необходимый материал в Интернете, а также на повышение исследовательского интереса к истории малой родины и своей семьи. В этом конкурсе приняли участие 32 ученика из 9 улусов и г. Якутска. Хочется отметить, что первые сертификаты конкурса были вручены детям с благодарственным письмом внучки Е. М. Ярославского – Марианны Георгиевны Ярославской, с которой мы также поддерживаем тесную связь.

Конкурс, проведённый в 2014 г. был посвящён 110-летию знаменитого вооруженного «Романовского» протеста. Вопросы в этом конкурсе были усложнены и направлены на развитие самостоятельной работы детей в библиотеках. В конкурсе приняли участие 50 учащихся из 14 районов республики.

В 2015 г. проведён третий конкурс по теме «135 лет дому Романова». Посвящён он был домовладельцу

Федоту Петровичу Романову, в здании которого ныне располагается музей «Якутская ссылка». Впервые для участия в конкурсе были приглашены учащиеся 4-х классов. Так как информация по теме конкурса в Интернете практически отсутствовала, то была организована выставка «Федот Романов – домовладелец Романовки», материалы которой были опубликованы на сайте музея. Стоит отметить, что в этом конкурсе было два призовых места, которые получили ученики 4-х классов, проходившие обучение по нашей программе «Музей и дети».

В 2016 г. был организован четвёртый конкурс по теме «Роль ссыльных в истории Якутии». В конкурсе приняли участие 136 учащихся, представивших 23 историко-документальных фильма. Получившие призовые места фильмы вошли в нашу постоянную экскурсию по музею. В них говорится о главном событии, происшедшем в здании музея, т. е. о Романовском вооруженном протесте, а также об основателе первого кинотеатра в Якутии – Василии Приютове, проживавшем в доме Ф. П. Романова. Надо отметить, что фильм про первый сценарист подготовлен также учащимися по нашей музейной программе.

Пятый конкурс «Весна 1917 года в Якутии» был посвящён 100-летию февральской революции и усложнен: участники должны были представить защиту своих работ на круглом столе «Февральская революция: современные проблемы изучения». В конкурсе приняли участие 32 ученика из различных школ Якутии. Докладчиком на круглом столе помогли студенты научного кружка «Терра» ИФ СВФУ под кураторством старшего преподавателя кафедры всемирной истории и этнографии А. П. Андреева. Все эти работы получили призовые места, что подтвердило эффективность сотрудничества работников музея и исторического факультета университета.



**Победители конкурса 2017 г. – учащиеся 10 класса Классической гимназии № 1 (г. Якутск).
Фрагмент из фильма «Романовка»**

В 2018 г. шестой конкурс «Пути сообщения в исторических судьбах Якутии. К 275-летию со дня становления Иркутско-Якутского тракта» был посвящён теме государственных служивых ямщиков. Организатором конкурса выступил РОО РС(Я) «Потомки государственных ямщиков».

В конкурсе приняли участие более 30 детей. Для научного консультирования его участников нами были приглашены студенты научного кружка «Терра» под руководством В. С. Акимовой – к.и.н., доцента кафедры всемирной отечественной истории, этнологии, археологии исторического факультета СВФУ и при содействии А. П. Андреева – старшего преподавателя этой же кафедры. Хочется отметить, что впервые при содействии председателя Региональной общественной организации РС(Я) «Потомки государевых ямщиков» А. А. Добрянцева были вручены 15 поощрительных призов детям, которые посвятили работы исследованию своих родословных корней.

В 2019 г. был проведён седьмой конкурс по теме «Становление культуры в Якутии: XVII в. – первая половина XX в.», в котором приняли участие 30 детей. В этом конкурсе впервые участвовали студенты 1 курса Якутского технологического колледжа (г. Нерюнгри), получившие поощрительный приз «Лучшее отражение истории Якутии». Два призовых места присудили ученикам ГАНОУ РС(Я) РРЦ «Юные якутяне» школы «Личность», что ещё раз подтверждает не только высокое качество их обучения, но и стремление учащихся к самостоятельной научной работе.

Анализ итогов проведённых исторических конкурсов среди учащихся средних общеобразовательных школ Якутии позволил сделать следующие выводы:

1) участие школьников не зависит от доступности информации в Интернете, а, главным образом, определяется влиянием учителей и родителей;



Победители конкурса 2019 г. по теме «Становление культуры Якутии: XVII в. – первая половина XX в.»

2) качество исследований лучше представлено ведущим школьным учреждением г. Якутска – Якутским городским лицеем, учащиеся которого почти ежегодно занимают в конкурсах призовые места;

3) выпускники программы «Музей и дети» во всех конкурсах показали хорошие результаты и подтвердили эффективность нашей музейной работы со школьниками.

Таким образом, организуемые конкурсы усиливают интерес детей к музеям, выводят их на новый уровень восприятия в обществе, содействуя духовно-патриотическому воспитанию школьников.

НОВЫЕ КНИГИ



С чего начинается Родина? Клубу фронтовых подруг «Катюша» – 50 лет / [сост.: Р. В. Федорова, А. П. Черепанова, И. С. Сивцев]. – Якутск : «Типография СМИК», 2018. – 320 с.

Книга посвящена 50-летию Клуба фронтовых боевых подруг «Катюша», объединившего женщин, участвовавших в Великой Отечественной войне, призванных в армию из Якутии, а также из других регионов, приехавших после демобилизации в республику, их роли в патриотическом воспитании молодежи Республики Саха (Якутия).

Выражаем благодарность учреждениям, организациям, предприятиям, гражданам, поддержавшим данное издание в память о женщинах Якутии, совершивших ратный и трудовой, а также материнский и женский подвиг во имя жизни на Земле.



ЭТОТ ЗАГАДОЧНЫЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ ЛЁД

В. Р. Алексеев

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10050

Что в огне не горит, а в воде не тонет?



**Владимир Романович
Алексеев,**

*доктор географических наук,
профессор, главный научный
сотрудник лаборатории
инженерной геокриологии
Института мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН*

Жителей Сибири, в особенности Якутии, трудно удивить криогенными явлениями. Лёд, снег, вечная и сезонная мерзлота знакомы нам с детства. К ним давно привыкли, притерпелись, научились разумно использовать, а также защищаться от их вредных и опасных воздействий. Порой «продукцию Деда Мороза» даже не замечаешь, до того обычной стала она в повседневной жизни. Между тем окружающее нас пространство насыщено удивительными объектами. Стоит лишь внимательно оглядеться, проявить элементарное любопытство, и Вы обнаружите бесконечно разнообразный, красивый и загадочный мир. Дух захватывает от многоликости предметов и явлений, связанных с низкими отрицательными температурами. Вот и лёд – твёрдое прозрачное или матовое вещество – всегда с нами. На первый взгляд, он кажется очень простым. В действительности же лёд таит в себе множество загадок и тайн. Некото-

рые свойства льда учёные так и не смогли объяснить, а некоторые разгадали лишь недавно. В этой статье приводятся малоизвестные или вовсе неизвестные сведения, которые я коллекционировал в процессе своей научной деятельности. Надеюсь, что они привлекут внимание любознательных читателей нашего журнала, особенно молодых.

Лёд обыкновенный – что это?

Странный вопрос – не правда ли? Конечно, это замёрзшая вода. И вообще, разве бывает лёд необыкновенный? Да, бывает. В том смысле, что это нечто необычное, редкое, исключительное, достойное особого внимания. Кроме того, по химическому составу исходного вещества (расплава) различают лёд метановый, углекислый, аммиачный и пр. Но мы будем говорить о водном льде. Чтобы прояснить ситуацию, обратимся к строению и свойствам воды – самому

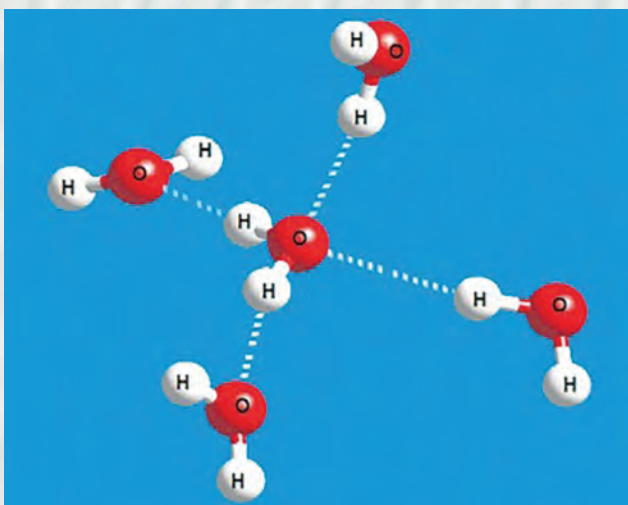


Рис. 1. Структура воды (изображение А. Калиничева) (https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432987/Kak_razgadyvayut_velikie_tayny_vody)

удивительному и самому распространённому минералу на Земле. Учёные выявили более 60 необъяснимых свойств воды, которые отличают её от других жидких веществ. Химическая формула воды хорошо известна – H_2O , два атома водорода соединены с одним атомом кислорода. Молекула воды имеет четыре водородные связи с другими молекулами: две образуют атомы кислорода и по одной атомы водорода (рис. 1). В атомном ядре каждого химического элемента может быть разное количество нейтронов (незаряженных частиц) при одинаковом количестве протонов (частиц с положительным зарядом) и электронов (частиц с отрицательным зарядом на орбите атома). Количество нейтронов, от которых зависит масса атомов, определяет число изотопов элемента. Известны три изотопа водорода: протий (1H), он содержит в своём ядре только протон; дейтерий (2H или D) – в атомном ядре имеется также один нейтрон; тритий (3H) с двумя нейтронами. Количество нейтронов в ядре атома кислорода может составлять 8, 9 или 10. Эти числа определяют также три изотопа кислорода – ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O . Комбинация атомов с различным содержанием нейтронов теоретически может создавать 18 вариантов молекулы воды. Многие из них неизвестны. Среди изотопов водорода 99,99 % составляет протий (1H). На один атом дейтерия приходится примерно 10 000 атомов протия. Тритий же в природе встречается только в виде следов. Примерно такое же соотношение у изотопов кислорода: «обычный» кислород ^{16}O составляет 99,8 % всех атомов этого элемента. Таким образом, основная часть воды на Земле представлена соединением двух атомов протия (1H) и одного атома кислорода ^{16}O . Это так называемая «лёгкая вода». Она разбавлена некоторым количеством «тяжёлой» дейтериевой воды (2H_2O или D_2O) в соотношении 5000:1 и больше. Тритиевая вода (T_2O) на нашей планете практически отсутствует.

Вода, как и многие другие вещества, существует в трёх фазовых состояниях – жидком, твёрдом и газо-

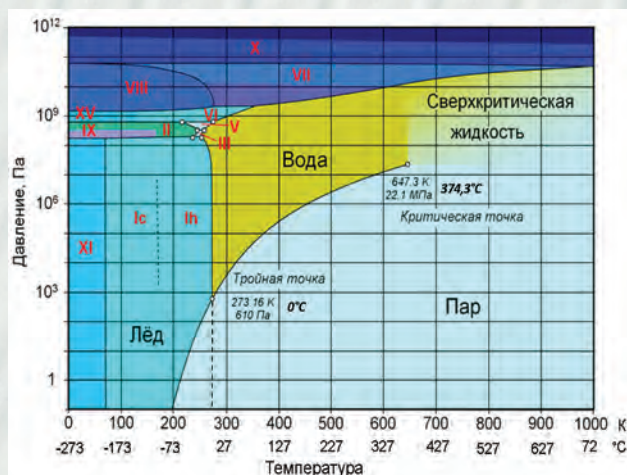


Рис. 2. Фазовая диаграмма воды. Римскими цифрами обозначены модификации льда (<https://zen.yandex.ru/media/kosmogid/udivitelnaia-pamiat-molekul-vody-5ccfee94c359d300b3c9d2a0>)

образом. Переход в лёд протиевой воды при нормальном атмосферном давлении (760 мм р.с.) осуществляется при температуре около $0^\circ C$. Однако если давление сильно увеличить, точка замерзания воды сдвигается на десятки градусов, причём при давлении более 600 МПа лёд может возникать даже при положительной температуре – до 20° и выше (рис. 2). В настоящее время выявлено 16 модификаций льда, сильно отличающихся по условиям образования и свойствам. По сложившейся традиции их обозначают римскими цифрами, которые присваивают в порядке обнаружения. Последняя модификация льда **XVI** с плотностью $0,81 \text{ г/см}^3$ открыта китайскими учёными в 2014 г. Лёд каждой модификации относится к определённой сингонии – группе кристаллов, в которых элементарные ячейки обладают одной и той же симметрией и системой координат (оси XYZ). Всего различают семь сингоний. Их характеристики, представленные на рис. 3, определяют структуру и характерные свойства льда как низкого, так и высокого давления. Возможны взаимные переходы модификаций льда, вызванные нарушением баланса температуры и давления в условиях термодинамического равновесия, что создаёт сложнейшую картину изменчивости твёрдой фазы воды. Так, лёд II, относящийся к тригональной

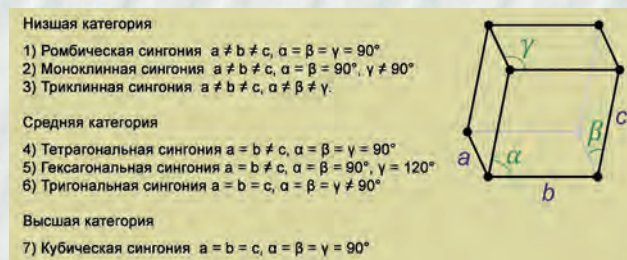


Рис. 3. Типы сингоний (<http://ledovydrom.ru/samoe-interesnoe-pro-led/modifikacii-lda-chast-1/>)

сингонии, может возникать из тетрагонального льда при давлении около 3000 атмосфер и температуре минус 75 °С. При нагреве льда II можно получить лёд III, и наоборот, охлаждение льда III превращает его в лёд II. Существование льда II предполагается в составе спутников далёких планет Солнечной системы. Льды III и V имеют четыре тройные точки, т. е. они могут возникать при самых разных условиях, в том числе при нормальном атмосферном давлении, но при температуре ниже минус 170 °С. Если лёд III подвергнуть быстрому и глубокому охлаждению от минус 65 до минус 108 °С, он превращается в лёд IX, который сохраняет устойчивость при температуре ниже 133 °С и давлении от 2000 до 4000 атм. Нагревание льда IX не возвращает его к исходной III модификации, а превращает в лёд II. Лёд V получается под чудовищным давлением в 20 600 атмосфер и остаётся твёрдым при температуре 76 °С. Если до него дотронуться, он обожжёт пальцы, но сделать это невозможно, потому что получают его в толстостенном сосуде из прочной стали под давлением мощного пресса. «Горячий лёд» плотнее обычного, плотнее даже воды: его удельный вес 1,05 г/см³, т. е. он утонул бы в воде. Самой экзотической формой является лёд X, который образуется при давлении, в миллионы раз превосходящем атмосферное давление. Такие условия льдообразования возможны только в космосе.

Обыкновенный лёд обозначен символом Ih (приставка «h» означает гексагональную сингонию). Условия его существования контролируются координатами кривой в интервале температур от 0 до –21 °С и давлении в пределах 0–210 МПа (см. рис. 2). Это лёд нашей планеты, самый доступный и самый загадочный. Свойства его определяет, прежде всего, гексагональная молекулярная структура, которая характерна как для отдельных кристаллов снега, инея или изморози, так и для крупных масс льда материкового, морского, речного, подземного и иного происхождения. Элементарная ячейка обыкновенного льда состоит из 4 молекул воды, которые, повторяясь в трёх измерениях, образуют кристаллическую решётку (рис. 4). Молекулы воды связаны друг с другом посредством водородных связей, при этом, соприкасаясь разноимёнными полюсами, создают своеобразные слои. Каждая молекула связана с тремя молекулами своего слоя и с одной из соседнего слоя. Таким образом, ледяные кристаллы образуют совокупность призматических шестиугольных пластин и столбиков, похожую на пчелиные соты.

Существует разновидность обыкновенного льда – лёд Ic кубической сингонии. Условия его существования показаны на рис. 2. В природе этот лёд встречается редко и только в верхних слоях атмосферы. Искусственно эту модификацию твёрдой воды можно получить при нормальном атмосферном давлении, сконденсировав пар на металлической пластине, имеющей температуру от –80 до –110 °С. На пластинке выпадают кристаллы кубической формы. Если их нагреть выше –80 °С, они превратятся в лёд Ih, а обратный процесс невозможен – превратить гексагональный лёд в кубический не получится.

Свойства обыкновенного льда Ih изучены хорошо, тем не менее он не перестаёт удивлять своим поведением даже специалистов в области криогенных явлений. Наибольшее число «необычных» фактов и событий зарегистрировано в диапазоне температур от –4 до +4 °С.

Волшебные превращения

Температурную шкалу, которой пользуется сейчас большая часть населения, придумал шведский астроном, геолог и метеоролог Андерс Цельсий (1701–1744 гг.). Сначала нулевая отметка была обозначена им как точка кипения воды, но позже, по предложению натуралиста Карла Линнея, её сдвинули в точку замерзания воды. По другой версии шкалу перевернул сам А. Цельсий. Так или иначе, сегодня 0 °С – это рубеж, определяющий развитие подавляющего большинства криогенных явлений, в том числе в космическом пространстве. 0 °С – это тройная точка воды: при этой температуре вода может существовать одновременно во всех трёх состояниях – жидком, твёрдом и газообразном. Переход в другую фазу возможен лишь при нарушении термодинамического равновесия. Установлено, что ещё на некотором удалении от тройной точки вода и лёд при нагревании или охлаждении начинают менять свои свойства. Причём наиболее активно это происходит в интервале температур от 0 до +4 °С. Структурные изменения вещества и его метаморфизация, в целом, зависят от направления «движения» – от тёплого к холодному или от холодного к тёплому. Кратко рассмотрим эти процессы.

При понижении температуры воды от точки кипения движение молекул замедляется, расстояние между ними уменьшается, плотность жидкости увеличивается. Максимальных значений плотность протиевой воды достигает

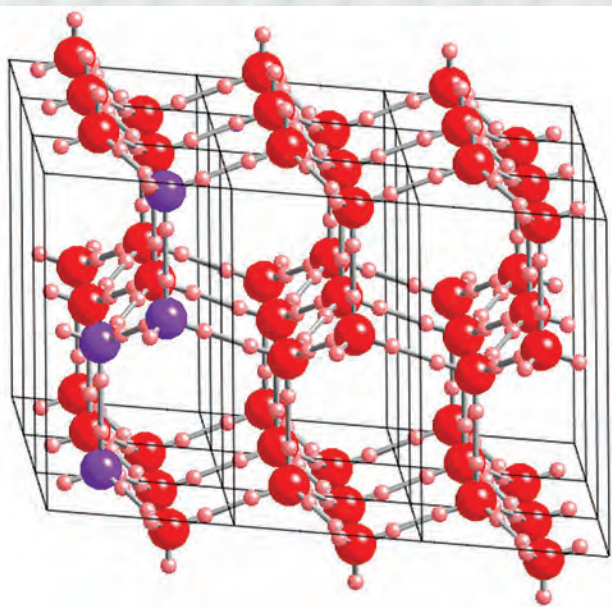


Рис. 4. Элементарные ячейки обыкновенного льда (<http://ledovodydom.ru/samoe-interesnoe-pro-led/modifikacii-lda-chast-1/>)

при температуре +4 °С, после чего она падает до точки начала кристаллизации (рис. 5). Кривая распределения плотности дейтериевой воды похожа на кривую H₂O, но сдвинута вправо и вверх. Тяжёлая вода замерзает при температуре 3,8 °С, а её максимальная плотность фиксируется при температуре 11,2 °С. Эти свойства воды

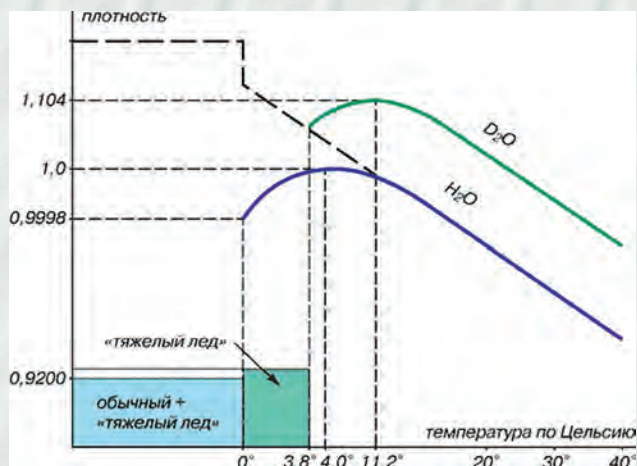


Рис. 5. Зависимость плотности обычной (H₂O) и дейтериевой (D₂O) воды (г/см³) от температуры (°C)
<http://900igr.net/prezentatsii/geografija/Vody/006-Tjazhelaja-voda.html>

играют исключительно важную роль в жизни рек, озёр, морей и планеты в целом. При замерзании воды её неупорядоченная структура становится упорядоченной (кристаллической). Лёд приобретает совершенно другие свойства – становится твёрдым, пластичным, в 2,5 раза уменьшается скорость распространения звука, резко падает электропроводимость, диэлектрическая проницаемость и пр. Объём вещества увеличивается на 9 %, плотность его падает с 999,8 кг/м³ до 916,2 кг/м³. При дальнейшем понижении температуры плотность и теплопроводность льда заметно увеличиваются, а теплоёмкость уменьшается (табл. 1). Температура перехода воды из жидкого состояния в твёрдое зависит от количества растворённых в ней веществ (табл. 2) и наличия ядер кристаллизации – взвешенных частиц (пылинок) или выступающих предметов (если вода находится в какой-либо ёмкости). Так, замерзание озера Сиваш (Крым), в котором солёность воды составляет 100 ‰, начинается при температуре –6,1 °С, а в заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Голе с минерализацией воды 250 ‰ – ниже –10 °С. Дистиллированная вода, лишённая всяких примесей, замерзает при минус 42 °С. Именно до этой температуры в атмосфере сохраняются незамёрзшими мельчайшие капельки воды. Над северными городами и селениями эти капельки, намерзая на частичках дыма и пыли, создают морозный туман, иногда столь густой, что даже днём приходится включать уличное освещение и автомобильные

Таблица 1

Изменение теплофизических характеристик пресного льда при понижении температуры от 0 до –100 °С при атмосферном давлении

<http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/materialy-raznye/plotnost-lda-i-snega-teploprovodnost-teploemkost-lda>

Температура, °С	Плотность, кг/м³	Теплопроводность, Вт/(м·К или С)	Теплоёмкость, кДж/(кг·К или С)
0,01 (Вода)	999,8	–	–
0	916,2	2,22	2,050
–10	918,9	2,30	2,000
–20	919,4	2,39	1,943
–30	920,0	2,50	1,882
–40	920,8	2,63	1,818
–50	921,6	2,76	1,751
–60	922,4	2,90	1,681
–70	923,3	3,05	1,609
–80	924,1	3,19	1,536
–90	924,9	3,34	1,463
–100	925,7	3,48	1,389

Таблица 2

Температура замерзания и температура наибольшей плотности морской воды, °С

(Океаногр. таблицы, 1975; <http://solab.rshu.ru/media/1359/ledsmimnovobrezan.pdf>)

Характеристика	Солёность, ‰								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Температура замерзания	0	–0,27	–0,53	–0,80	–1,07	–1,35	–1,63	–1,91	–2,2
Температура наибольшей плотности	3,98	2,93	1,86	0,77	–0,31	–1,40	–2,47	–3,52	–4,54

фары. Экспериментально установлено, что в микроскопических объёмах вода переохлаждается до минус 30 °С, а в плёнках, капиллярах и тонких трещинах до минус 72 °С. Для начала кристаллизации воды необходимо минимум 275 молекул. В природных условиях ограничений в количестве молекул H₂O практически не существует. Промерзание больших масс воды обычно происходит с поверхности. В стоячей воде сначала образуются крупные игольчатые и плоские разветвлённые кристаллы. Они разрастаются и, смерзаясь, превращаются в прозрачную ледяную корку толщиной 1-2 см. Тонкий ледяной покров часто разрушается при оттепелях или под воздействием ветра, но при усилении морозов мощность его увеличивается, и к весне лёд может достигать мощности 1,5 и даже 2,5 м. Структура этого льда крупнозернистая, ледяные кристаллы вытянуты сверху вниз.

В беспокойной воде или при быстром её промерзании, а также в случае замерзания промоченной водой снега, формируется мелкозернистый лёд. В процессе роста ледяных кристаллов происходит своеобразная сепарация замерзающей воды: растущие кристаллы отторгают растворённые и взвешенные вещества либо в подлёдную воду, повышая её минерализацию, либо концентрируются в многочисленных подвижных ячейках во льду, создавая пористую структуру ледяного покрова. В других случаях, например, в промерзающих лужах и в слоях наледеобразующих вод, вымороженные агрегаты солей и других инородных веществ собираются в центральных частях ледяных бугров пучения и, в конечном итоге (при таянии льда), выпадают на поверхность земли. Особенно активно процесс криогенного концентрирования растворённых минеральных веществ происходит при замораживании морской воды и рапы солёных озёр. Ячейки солёной воды во льду часто соединяются друг с другом, и вымороженный рассол стекает в подлёдное пространство. Таким образом, ледяной покров к весне опресняется примерно на 80 %. Пресными остаются лишь ледяные кристаллы.

Морская вода, в отличие от пресной, не имеет фиксированной температуры замерзания (см. табл. 2). Образование ледяных кристаллов происходит непрерывно от начальной эвтектической температуры раствора (морской воды) до температуры, при которой рассол во всех ячейках замерзает. Также непрерывно при повышении температуры происходит таяние морского льда. Поэтому скрытая теплота плавления морского льда изменяется от 150 до 397 кДж/кг в зависимости от температуры и солёности. У пресного льда она постоянна – 334 кДж/кг. В среднем во всех замерзающих морях и океанах температура замерзания морской воды составляет –1,9 °С, а температура таяния льда –2,3 °С.

При таянии солёного льда талая вода по многим показателям отличается от исходной. Видимо, меняется и молекулярная структура расплава, однако специальных исследований по этому вопросу мне найти не удалось. Но есть работы, касающиеся необычных свойств пресной воды. Недавно в журнале «Nature Communications» опубликован обзор, в котором утверждается, что существовавшие до сих пор представления о молекуляр-

ной структуре воды были неверными [1]. На основании новейших методов исследования было установлено, что вода однородна лишь в больших масштабах, но неоднородна на наноуровне, если рассматривать её динамически, отслеживая флуктуации (периодические изменения) между типами возникающих структур. Оказалось, что молекулы воды могут собираться в кластеры, слабосвязанные друг с другом, которые образуют структуры низкоплотной воды (НПВ), и более однородной высокоплотной воды (ВПВ). Низкоплотная вода представляет собой сгустки примерно по 100 молекул, структура которых напоминает структуру льда. Окружающая её высокоплотная вода менее упорядочена. Получается, что существует «жидкость в жидкости».

Предполагается, что флуктуации жидкостей будут нарастать при переохлаждении воды и закончатся их слиянием при температуре около –45 °С. Тогда и начнётся спонтанная кристаллизация. С другой стороны, флуктуации увеличиваются с повышением положительных температур, достигая значения +47 °С, при котором сжимаемость воды минимальна. Диапазон указанных температур считается областью аномальных свойств воды, обусловленных формированием скрытых льдоподобных структур. Это вполне согласуется с «необычными» свойствами воды в клетках животных и растений (она не замерзает при температуре до –50 °С), а также с представлениями о структуре и свойствах талой воды в диапазоне температур от 0 до +4 °С.

Лёд в живых организмах

Вода – источник и носитель жизни. Она входит в состав всех живых организмов, и без воды трудно представить существование белковых тел. Все жизненно важные процессы протекают в воде или с участием этого удивительного вещества. Но жизнь зависит не только от воды, но и от условий энерго- и массообмена. Температурные границы жизни разные для живых существ, и в этом огромную роль играет лёд [2]. Именно лёд ограничивает пределы жизни при отрицательных температурах. Однако его появление в тканях и клетках растений и животных ещё не означает смерть. Можно привести множество примеров существования жизни в самых суровых условиях, чему мы сами свидетели и участники событий. Ведь не погибают в трескучие морозы деревья и кустарники, мхи и лишайники, земноводные (рис. 6), пауки и насекомые или вмёрзшие в лёд кобьяйские караси. Полюс холода Северного полушария Земли (–67,8 °С, Верхоянск) – убедительный пример. Здесь на протяжении многих десятков тысяч лет живёт и развивается большой и разнообразный биологический мир. Даже в Антарктиде, стране вечного льда и холода, где расположен полюс холода Южного полушария планеты (–89,2 °С), найдены несколько десятков беспозвоночных животных и низших растений.

Наибольшей устойчивостью к холоду обладают относительно примитивные животные, растения и микроорганизмы. Так, коловратки, нематоды, тихоходки способны выносить температуру, близкую к абсолютному нулю (–273 °С). Таким же свойством обладают споры и



Рис. 6. Лесная лягушка (*Rana sylvatica*) в замороженном состоянии. Зимой 35–45 % воды в её теле превращаются в лёд, и животное само становится твёрдым, как кусок льда. Фото Tom Benson (слева) и Janet Storey [3]

семена растений. Недавно команда российских учёных, работавшая с геологами Принстонского университета (США), смогла заставить вернуться к жизни древних червей нематод, замёрзших в эпоху шерстистых мамонтов и носорогов. Червей доставили в подмосковный институт из толщи вечной мерзлоты с территории Колымской низменности, и они после оттаивания стали извиваться в чашках Петри. Одному образцу было 41 700 лет, другому около 32 000 лет (<http://kriorus.ru/news/V-Rossii-ozhivili-42-tysyacheletnih-rovesnikov-sherstistyh-mamontov>). Показателен пример одноклеточной водоросли *Spherella nivalis*, которая покрывает снежники высокогорных районов Сибири пятнами красного и зелёного цветов. Активнее всего она растёт при температуре +4 °С, но жизнеспособна и при –35 °С.

Большое количество гусениц кукурузного мотылька охлаждали до температуры –78 °С и выдерживали в течение 25 суток. 70 % из них ожили, а 40 % после суточного пребывания в столь суровых условиях смогли превратиться в куколок и бабочек. Экспериментально доказано, что клетки высокоорганизованных растений и животных при определённых условиях также могут переносить сверхнизкие температуры. Например, сперматозоиды быка, барана, кролика и некоторых других млекопитающих выдерживали температуру заморозки –196 °С и после отогревания сохраняли способность двигаться и оплодотворять яйцевую клетку.

Очень интересные опыты проведены с замораживанием ветвей березы, черной смородины и яблони в Институте физиологии растений АН СССР. Срезанные зимой ветви сначала закаливали при температуре –5 °С, а затем каждый день снижали температуру вплоть до –60 °С. Прежде чем оттаять, ветви на двое суток погружались в жидкий азот с температурой –196 °С. Ветки смородины закаливались более длительное время и из жидкого азота на два часа опускались в жидкий водород с температурой –253 °С, а оттуда на шесть суток снова в азот. Когда ветви поместили в воду, почки на них распустились (!!). Характерно, что ветви, срезанные летом, подобной процедуры не выдерживали и погибали.

Что же происходит с живыми организмами при отрицательных температурах? Как ведет себя лёд при замерзании внутриклеточных растворов? Каков механизм предупреждения и борьбы с опасным воздействием прорастающих ледяных кристаллов? Около четверти

века назад считалось, что живые организмы не погибают потому, что развивается процесс витрификации, т. е. переход воды при понижении температуры в стеклообразное состояние без кристаллизации. Действительно, в опытах с клетками и микроорганизмами, которых быстро охлаждали до температуры –190 °С, вода не кристаллизовалась, а застывала, как стекло. Это и предупреждало разрушение клеток. Витрификация чистой воды наступает при температуре около –137 °С, если скорость отвода тепла составляет не менее 10⁷ °С/мин. Однако в природных условиях сверхбыстрое промерзание живых

организмов вряд ли возможно, поэтому гипотеза далека от универсальности. Современная криобиология даёт более обстоятельное и обоснованное объяснение. Вот что пишет Евгений Пучков, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН в статье «Биогенное управление образованием льда» [3].

Выживаемость клеток зависит от скорости кристаллизации внутриклеточных растворов и их оттаивания. Быстрое охлаждение сопровождается образованием мелких зёрен льда, а медленное – более крупных ледяных кристаллов, которые могут разрывать стенки клеток (рис. 7). Таким образом, сущность двухфазной гипотезы выживания основывается на учёте двух групп повреждающих факторов, которые проявляются по-разному в зависимости от скорости охлаждения.

В условиях медленного охлаждения (первая группа факторов) лёд сначала образуется во внеклеточной среде, так как внутриклеточная вода имеет более низкую температуру замерзания в связи с высокой концентрацией осмотически активных веществ. Возникающий при этом градиент давлений приводит к выходу воды в межклеточное пространство и сжатию клеток. При этом происходит увеличение концентрации неорганических ионов (солевой эффект), нарушается структура и функции

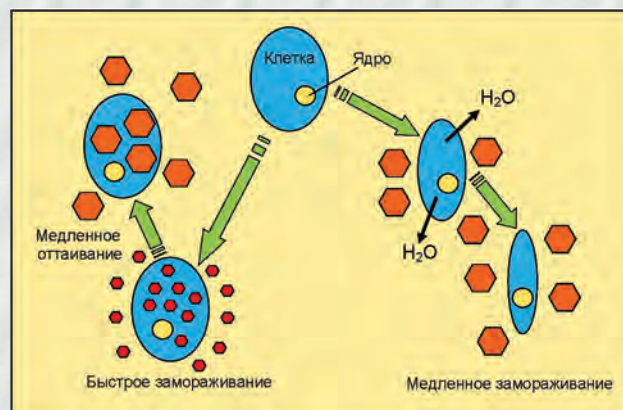


Рис. 7. Схематическое представление гипотезы двухфакторного повреждения клеток при замораживании-оттаивании (пояснения в тексте). Кристаллы льда разного размера изображены в виде шестиугольников [3]

макромолекул, изменяется структура мембран, что повышает риск летального исхода живых клеток. Клетки гибнут после перехода примерно двух третей клеточной воды во внеклеточное пространство. Чем ниже температура, тем больше воды вне клетки превратится в лёд, а значит, меньше свободной воды остаётся вне клеток, и чем сильнее клетки обезвоживаются, тем больше повреждаются их структуры, и тем меньше шансов на восстановление их функциональности после размораживания.

При быстром охлаждении (вторая группа факторов) внутриклеточная вода не успевает выйти в межклеточное пространство, мелкие кристаллики льда пронизывают клетки и могут привести к их гибели. При медленном оттаивании мелкие ледяные кристаллы увеличиваются в размерах в результате частичной рекристаллизации, и это является основной причиной повреждения мембран, рибосом, других ключевых надмолекулярных комплексов.

Для сохранения жизнеспособности живых организмов в условиях низких температур используют три основных биогенных «инструмента»: коллигативные антифризы-криопротекторы (глицерин, этиленгликоль, метанол, глюкозу, трегалозу и др.), антифризные белки и льдонуклеирующие агенты (некоторые виды бактерий, грибов, растений, насекомых, лишайников). Первые снижают температуру замораживания и стабилизируют внутриклеточное осмотическое давление; вторые способны подавлять рост зародышевых кристаллов льда и их укрупнение; третьи подавляют внутриклеточное льдообразование и активизируют внеклеточное формирование льда. Применяются эти «инструменты» в различных сочетаниях в зависимости от стратегии выживания со льдом.

Тайна тяжёлого льда

В 1932 г. цивилизованный мир облетела сенсационная весть: кроме хорошо знакомой и привычной воды, в природе существует ещё и тяжёлая вода. Её открыли американские физики Гаральд Юри и Эльберт Осборн, а в чистом виде выделили Гельберт Льюис совместно с Ричардом Макдональдом. Открытие привлекло большое внимание учёных разных стран – только за два последующих года о тяжёлой воде было опубликовано более сотни научных работ. Тогда же тяжёлую воду начали использовать в химических и биологических исследованиях, которые принесли не менее сенсационные известия. Оказалось, что семена растений не прорастают в тяжёлой воде, а животные умирают от жажды, употребляя непривычную жидкость. Та же участь постигает рыб, земноводных, червей и микробов. Но что удивительно – если содержание дейтерия в обычной воде уменьшить на 25 % ниже нормы, то свиньи, крысы и мыши дают потомство во много раз многочисленнее и крупнее обычного, а куры несут вдвое больше яиц.

Тяжёлая вода – это оксид дейтерия – D_2O , бесцветная жидкость без запаха и вкуса. В состав её молекул входят атомы не лёгкого водорода против 1H , как в «нормальной» воде, а его изотоп дейтерий 2D , атом которого

на единицу тяжелее протия. Молекулярный вес тяжёлой воды больше обычной (не 18, а 20), плотность на 10 %, а вязкость на 23 % выше. Кипит она при температуре 101,42 °С, замерзает при +3,8 °С, конденсируется быстрее, чем лёгкая. Термодинамические условия существования отражены на рис. 4. Кристаллы D_2O имеют такую же структуру, как и обычный лёд, но они более тяжёлые: плотность обычной воды 0,917 г/см³, а плотность тяжёлой воды 0,982 г/см³.

Тяжёлая вода присутствует во всех природных водах, но в миллионных долях процента. В замкнутых водоёмах и в районах с жарким климатом, в океане на экваторе и в тропиках её больше, менее всего в Антарктиде и во льдах Гренландии. Значение тяжёлой воды резко повысилось, когда её стали использовать как промышленное сырьё в атомной энергетике [4]. Термоядерный распад 1 г дейтерия даёт в 10 млн раз больше энергии, чем сжигание 1 г каменного угля. Но чтобы получить этот 1 грамм, необходимо переработать немислимое количество воды. На добычу 1 тонны D_2O требуется 40 000 тонн воды и 60 млн кВт·ч электроэнергии – столько, сколько уходит на выплавку 3000 т алюминия. Тем не менее этот энергоресурс добывают ежегодно тысячами тонн. Видимо, овчинка стоит выделки, если для заполнения одного современного ядерного реактора на АЭС требуется 100–200 т чистой (99,8 %) тяжёлой воды. В настоящее время объём мировой добычи D_2O составляет несколько тысяч тонн в год. Основная часть этой жидкости производится в Канаде, США, Индии и Норвегии. Потребность в тяжёлой воде постоянно растёт – в медицине, биологии, в фундаментальных физических исследованиях [5]. Многие учёные и инженеры ломают голову в поисках дешёвых способов получения ценного вещества. Между тем есть простой и надёжный путь – обратиться к самой природе, найти естественные месторождения D_2O – к этому есть весьма заманчивые предпосылки.

Вспомним характерное явление на сибирских реках – формирование донного льда. Мне не раз пришлось видеть его в Саянах, Забайкалье, в Южной Якутии. Осенью это красивое загадочное явление хорошо просматривается с низко летящего вертолёта. Ещё до начала полного ледостава, когда образуются забереги и ледовые перемычки, дно реки, подводные камни, затопленные растения и элементы инженерных сооружений покрываются тонкими иглами, прозрачными ледяными пластинами и крупинками, которые образуют рыхлую или желеобразную массу серого или изумрудного цвета (рис. 8). Ледяные кристаллы слабо крепятся к подводным предметам и друг к другу, иногда они внезапно могут всплывать, заполняя верхнюю часть живого сечения речного потока. Часто донный лёд полностью заполняет подлёдное пространство, смешиваясь с шугой, при этом вызывает подъём уровня воды, а то и характерные осенне-зимние наводнения.

Первую большую работу о донном льде на сибирских реках 120 лет назад опубликовал Я. В. Стефанович, бывший каторжанин и активный член Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества [6]. Его

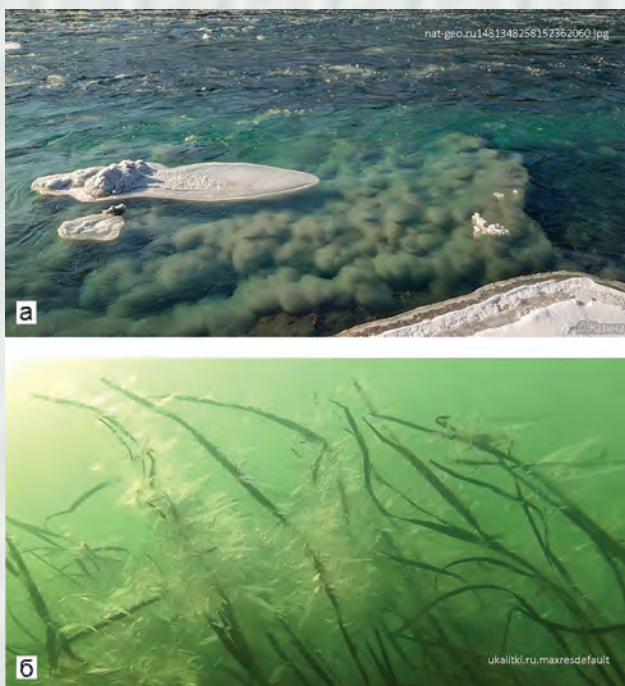


Рис. 8. Донный лёд в водном потоке:
а – вид с берегового уступа; б – внутриводная съёмка

наблюдения в районе Бодайбинских приисков не утратили значения до сих пор. Вот что писал он о характерных свойствах и условиях образования донного льда.

«Замерзание рек со дна давно замечено сибирскими крестьянами и инородцами. Они хорошо знают, что лёд, после того как образуются первые забереги, начинает нарастать более или менее округленными кучами на дне рек и непременно на каменистом дне и на быстринах... У них, у ленцев, этот лёд носит характерное название осенец, так как он появляется осенью... Осенец, нарастая между и поверх камней, настолько уменьшает ёмкость русла, что вода подымается выше заездка¹, и рыба благополучно проплывает поверх приспособленного для её поимки корыта. В таких случаях старания поднять заездок сопровождаются большими усилиями: щит трудно сдвинуть с плотно облегающего его нижнюю часть осенец; бродить по рыхлой массе тяжело, ноги в броднях глубоко грузнут, ступаешь по ней, – вроде как тесто месишь...» [6, 191–192]. Всплывший осенец местные жители называют салом. По этому поводу Я. В. Стефанович замечает: *«Я употребляю выражение сало в том смысле, в каком слышал его от майских тунгусов и ленских крестьян. Они называют этим именем оторвавшийся от места своего прикрепления и уносимый течением осенец. Он имеет вид жидкой киселеобразной массы, которая, благодаря своему малому удельному весу, часто не достигает поверхности, а плывёт на некоторой глубине. Эта масса, пока она*

настолько ещё жидка, что хотя и затрудняет, но не останавливает движение лодки...» [6, 192].

Донный лёд формируется практически на всех замерзающих реках Азии, Европы, Северной и Южной Америки. Места постоянного образования донного льда известны в Азовском, Балтийском морях, у берегов Шпицбергена, Лабрадора, Гренландии, Ньюфаундленда. В Антарктиде он ежегодно покрывает поверхность дна и прибрежных скал на глубинах до 30 м. В России широко известны и бурно обсуждались два случая на Неве, когда город Санкт-Петербург остался без водоснабжения: 8 декабря 1894 г. и 14 декабря 1914 г. В одном и другом случаях выше по течению реки возникли ледовые заторы, водный поток в черте города освободился ото льда, а дно покрылось толстым слоем рыхлосложенных ледяных кристаллов, которые закупорили все водозаборные трубы. Жизнь в столице России замерла.

О донном льде написано большое количество научных статей, главным образом в связи с затруднениями, которые он вызывает при эксплуатации гидротехнических сооружений, водного транспорта и при подлёдном лове рыбы. Попытку теоретически объяснить причину образования донного льда впервые предпринял французский физик и химик Гей-Люссак (1778–1850 гг.). Он считал, что лёд на дне водотоков образуется в результате смерзания ледяных кристалликов, возникших на поверхности воды и увлечённых на глубину при её перемешивании. Была и другая точка зрения, отводившая главную роль в льдообразовании на дне рек и водоёмов интенсивному излучению при открытой водной поверхности и ясном безоблачном небе. Обе гипотезы опроверг профессор В. Я. Альтберг на основе лабораторных экспериментов и детальных полевых исследований [7, 8]. Он доказал, что возникновение и рост внутриводных ледяных частиц возможен лишь на взвешенных в жидкости пылинках либо на погруженных в воду телах в условиях переохлаждения жидкости и активного отвода скрытой теплоты льдообразования. Однако все гипотезы происхождения донного льда так и остались в противоречии с основными законами физики. Кроме одной, которую предложил географ М. Э. Аджиев [9, 10]. Суть её предельно проста: донный лёд – это замороженная тяжёлая вода. Действительно, опираясь на график (см. рис. 5), можно снять почти все имеющиеся вопросы. Главный из них: почему образуется лёд на дне потока, где температура существенно выше точки кристаллизации?

Напомним, наибольшая плотность обычной воды достигается при температуре +4 °С. Это значит, что во время морозов охлаждённая до этого состояния вода опускается на дно, а снизу на её место выступает менее плотная и более лёгкая жидкость (обычная естественная конвекция). В результате формируется неоднородное температурное поле, верхняя часть которого имеет значение около 0 °С, а нижняя +4 °С. Именно при этой температуре на дне начинает кристаллизоваться

¹ Заездок – запор, закол, рыболовная изгородь, перегородивающая реку или её прибрежную часть. В отверстие заездка устанавливается ловушка или сеть.

тяжёлая вода: ледяные кристаллы возникают на подводных предметах, образуя рыхлый слабосвязанный облегающий покров. Плотность кристаллов тяжёлого льда D_2O почти такая же или чуть больше плотности «нормальной» воды H_2O , поэтому они не всплывают то тех пор, пока на них не намерзнут молекулы обычного льда. Массовое всплытие гетерогенной массы происходит тогда, когда вся толща водно-ледовой смеси примет температуру чуть ниже $0^\circ C$.

Вернёмся теперь к проблеме получения дейтерия для производства атомной энергии. Если гипотеза о происхождении тяжёлого льда в водотоках и водоёмах подтвердится, а для этого необходимо провести специальные исследования, «заготовка» тяжёлой воды станет делом техники. Но что особенно важно: откроется перспектива поиска и открытия стабильных месторождений тяжёлого льда, например, на дне глубоководных озёр – Байкала, Хубсугула, Токо, Телецкого и др. Не исключено, что замороженная дейтериевая вода залегают в глубинах Северного Ледовитого, Атлантического и Тихого океанов, на дне замерзающих морей вокруг Антарктиды, а также в толще многолетнемерзлых горных пород Евразии и Северной Америки. Здесь уместно обратить внимание на статью, опубликованную в «Материалах гляциологических исследований» ещё 30 лет назад [4]. Автор статьи считает, что повышенное содержание дейтерия в водах Северного Ледовитого океана связано с выносом тяжёлого льда реками арктического бассейна. Так, Енисей, по его расчётам, каждые сутки выносит 256 тыс. m^3 тяжёлой воды, значительная часть которой переходит во внутриводный лёд и концентрируется между слоями морского льда и более тяжёлой морской водой. Тяжёлый лёд присутствует также в составе подводных ледяных сосулек, длина которых может достигать десятков метров. Поскольку лёд из тяжёлой воды плавится при температуре $+4^\circ C$, а морской лёд при температуре океанической воды около $-2^\circ C$, возникают условия для их неравномерного во времени разрушения по мере выноса ледяных полей в Северную Атлантику. Таким образом, в Гренландском море, куда выносятся льды Северного Ледовитого океана, должен быть небольшой район, где преобладают тяжёлые льды (не считая айсбергов). Южная граница дрейфа тяжёлого льда должна располагаться значительно южнее, чем граница распространения льда из обычной морской воды.

Следует, однако, иметь в виду, что донный лёд может оказаться не дейтериевым, а другой формой тяжёлой воды. Так, Сергей Семиков в журнале «Инженер» (2005, № 3) пишет: «Тяжёлых вод» существует несколько, и одна из них, с формулой $H_2^{18}O$, особенно примечательна. Это та же вода, но в ней замещены тяжёлыми изотопами уже не атомы водорода, но атомы кислорода (^{16}O замещён ^{18}O), поэтому такую воду называют тяжелоокислородной. Молекулы $H_2^{18}O$ и D_2O весят одинаково, и потому надо ожидать, что тяжёлая вода $H_2^{18}O$ имеет ту же плотность и температуру кристаллизации, что и D_2O . Значит, все наши догадки относительно роли D_2O в большей или меньшей степени применимы

и к $H_2^{18}O$. К тому же содержание $H_2^{18}O$ в воде намного больше, чем в какой-либо из других тяжёлых вод: тонна простой воды содержит полтора литра $H_2^{18}O$... Свойства этого вещества совсем иные, чем у D_2O , в том числе другая точка плавления (наверное, где-то посередине между 0 и $4^\circ C$). И может оказаться так, что микрокристаллы льда и донный лёд образованы в основном не D_2O , а тяжелоокислородной водой, в которой нет дейтерия. Так что энергетические надежды, возлагаемые на лёд, могут оказаться напрасными» [11]. Но отказываться от поиска не стоит. Ведь тяжёлая вода $H_2^{18}O$ более дорогая и дефицитная, чем D_2O . К тому же в чистом виде она ещё не получена.

Продолжение следует

Список литературы

1. Форт Чарльз. 1001 забытое чудо. Книга проклятых. 1919. Язык оригинала английский [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.koob.pro/fort/1001_forgotten_miracle.
2. Фэй Грегори. Кробиология : изучение жизни и смерти при низких температурах. Перевод с англ. : Елена Василевская, Андрей Копылов. Дата обращения 10.10.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kriorus.ru/content/Kriobiologiya-lzuchenie-zhizni-i-smerti-pri-nizkih-temperaturah>.
3. Пучков Евгений. Биогенное управление образованием льда / Евгений Пучков // Природа. – 2017. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/434274/Biogennoe_upravlenie_obrazovaniem_lda.
4. Аджиев, М. Э. Явление криогенного концентрирования тяжёлой воды / М. Э. Аджиев // Материалы гляциологических исследований. – 1989. – Т. 65. – С. 65–69.
5. Деятарев, К. В поисках тяжёлой воды / К. Деятарев // Русское Географическое общество : Информационный портал. 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://old.rgo.ru/2011/11/v-poiskah-tyazhyolovody/>.
6. Стефанович, Я. В. К вопросу о донном льде / Я. В. Стефанович // Изв. Вост.-Сиб. отд. РГО. – Иркутск, 1898. – Т. XXIX, № 3. – С. 191–245.
7. Альтберг, В. Я. О донном льде / В. Я. Альтберг // Природа. – 1925. – № 1–3.
8. Альтберг, В. Я. Подводный лёд / В. Я. Альтберг. – М.; Л. : ГОНТИ, 1939. – 195 с.
9. Аджиев, М. Э. Осторожно, тяжёлая вода! / М. Э. Аджиев // Наука и жизнь. – 1988. – № 10. – С. 56–57.
10. Аджиев, М. Атомная энергетика – что дальше? / М. Аджиев, Д. Гродзинский [и др.]. – М. : Знание, 1989. – № 3. Раздел Тяжёлая вода? Почему бы и нет! – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://znak-traumlibrary.net/book/zv8903/zv8903.html#work004>.
11. Семиков, С. Лёд и пламень / С. Семиков // Инженер. – 2005. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.semizdat.narod.ru/led.html>.

В 2019 г. двое якутских учёных были избраны членами-корреспондентами Российской академии наук. Это доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ и РС(Я), почётный работник высшего профессионального образования России Леонид Николаевич Владимиров и доктор технических наук профессор РАН Александр Михайлович Большаков.



Владимиров Леонид Николаевич является крупным специалистом в сельскохозяйственной науке, и. о. директора Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, автором и соавтором более 200 опубликованных научных работ, в том числе 11 монографий и 5 патентов.

Основные направления его исследовательской деятельности связаны с изучением актуальных для России и Якутии проблем развития традиционных отраслей народов Севера – домашнего оленеводства, табунного коневодства и скотоводства.

В области оленеводства Л. Н. Владимировым были проведены комплексные исследования значения тимуса северного оленя в онтогенезе, усовершенствованы организационно-экономические механизмы ведения северного домашнего оленеводства, предложены методы круглогодичного изгородного содержания домашних оленей в условиях таёжной зоны Якутии.

Разработки Л. Н. Владимировой в области табунного коневодства позволили усовершенствовать технологию содержания лошадей якутской породы в условиях Якутии, внедрить иммуногенетическую оценку племенных лошадей якутской, приленской и мегежекской пород, организовать проведение племенного учёта лошадей с использованием микрочипов, обосновать и внедрить технологию круглогодичного доения табунных лошадей в экстремальных условиях Якутии.

Исследования Л. Н. Владимировой по скотоводству связаны в основном с изучением и разработкой мероприятий по адаптации в условиях Якутии племенного крупного рогатого скота, ввозимого из других регионов и зарубежных стран и с формированием в республике информационно-консультативной службы в области племенного животноводства.

За плодотворную научную и организаторскую деятельность Л. Н. Владимиров награждён медалью им. И. И. Синягина «За особый вклад в развитие аграрной науки Сибири», золотой медалью «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России», почётной грамотой Государственной Думы Федерального Собрания РФ, знаком отличия РС(Я) «Гражданская доблесть» и др.



Большаков Александр Михайлович – специалист в области механики, прочности, надёжности и безопасности конструкций, эксплуатирующихся при низких температурах, автор и соавтор 225 научных работ, из которых 8 монографий, 2 учебно-методических пособия и 5 патентов.

Большаковым А. М. решены задачи оценки остаточного ресурса, хладостойкости, прочности и надёжности металлоконструкций, длительно эксплуатирующихся в северных климатических условиях; установлены закономерности деградации материала металлических конструкций; разработаны новые критерии и методы оценки их остаточного ресурса; внедрена в нефтегазовую отрасль нормативно-техническая документация, регламентирующая порядок определения надёжности работы машин и оборудования в суровых климатических условиях; обоснованы критерии хрупкого разрушения конструкций и выявлены причины деградации свойств материалов и механизмов после длительной их эксплуатации; предложен метод оценки потерь пластичности для конструкций, работающих в экстремальных северных климатических условиях.

Большаков А. М. является членом рабочей группы «Риск и безопасность», созданной при президенте РАН, научным руководителем научно-технического центра анализа промышленного риска Севера, членом бюро Комиссии РАН по технике безопасности, членом редакционного совета научных журналов «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» и «Вестник машиностроения», членом Совета по науке при Главе Республики Саха (Якутия).

Большаков А. М. ведёт преподавательскую деятельность в Северо-Восточном федеральном университете им. М. К. Аммосова, читает лекции студентам и руководит их курсовыми и дипломными работами. Под его научным руководством подготовлены и защищены 3 кандидатских диссертации, а ещё 2 диссертационные работы в настоящее время находятся на стадии завершения.

За свою активную научную, организаторскую и преподавательскую деятельность А. М. Большаков удостоился различных наград. Ему одному из первых в Якутии присвоено высокое звание «Профессор РАН». Он также награждён знаком отличия «Гражданская доблесть».

Редакция и члены редколлегии журнала «Наука и техника в Якутии» искренне поздравляют Леонида Николаевича и Александра Михайловича с избранием их членами-корреспондентами Российской академии наук! Надеемся, что ваш успех явится хорошим импульсом для дальнейшего плодотворного развития академической науки в нашей республике.

СТРАСТИ ПО БОЗОНУ ХИГГСА

ЧАСТЬ 2. ДОЛГИЙ ПУТЬ К БОЗОНУ ХИГГСА



*Продолжение
(начало в № 2 (29) за 2015 г. – 1 (36) за 2019 г.)*

М. И. Турбина

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10051

Всё проще, чем вы думаете, и одновременно сложнее, чем вы можете вообразить.

Иоганн Вольфганг Гёте



**Маргарита Ивановна
Турбина,**
криолитолог

Когда в ЦЕРНе и Фермилабе пришли к согласию относительно результатов экспериментов по слабым нейтральным токам (после 1974 г.), научное сообщество подтвердило справедливость электрослабой теории и, следовательно, существование W - и Z -частиц [1, 2].

В своей нобелевской лекции Вайнберг, получивший эту премию за разработку электрослабой теории, объяснил, что в этой теории предсказываются массы W - и Z -частиц примерно на уровне 83 и 94 ГэВ, соответственно [3]. Теперь физики соревновались в том, кто первым откроет эти частицы. Однако на пути учёных было серьёзное препятствие. Оказалось, что W - и Z -частицы очень неустойчивы, время их жизни чрезвычайно мало, поэтому требовалось создавать их искусственно. Эта задача не была лёгкой. Согласно

расчётам теоретиков для получения Z -частицы необходима полная энергия столкновений не менее 94 ГэВ, а для получения W -частицы – около 160 ГэВ (энергия каждой – 83 ГэВ, а рождаются они парами) [4].

В июне 1976 г. ЦЕРН ввёл в действие свой протонный суперсинхротрон (ПСС) – 6,9-километровый кольцевой протонный ускоритель, способный генерировать энергию частиц до 400 ГэВ. За месяц до его пуска протонный ускоритель в Фермилабе превзошёл эту энергию, достигнув 500 ГэВ. Однако и этого было недостаточно, поскольку разбивание частицы о неподвижную мишень приводит к значительным потерям: отскакивающие частицы забирают энергию. Столкновения частиц, даже ускоренных до такой энергии, на которую был способен ПСС или ускоритель в Фермилабе, могли дать новые

На фото сверху – первое событие рождения Z^0 -бозона, полученное группой Руббиа (детектор UA1) (<http://hepd.pnpi.spb.ru/ioc/ioc/line11-12-2014/n5.htm>)

частицы гораздо меньшей энергии. Чтобы достичь предсказанной для W - и Z -частиц энергии, необходим был гораздо более мощный ускоритель, чем любой из уже построенных [4].

Ещё в апреле 1976 г. в ЦЕРНе исследовательская группа дала заключение по поводу нового крупного проекта – Большого электрон-позитронного коллайдера (БЭП), который предполагалось построить в 27-километровом кольцевом туннеле у Женевы, близ швейцарско-французской границы. Расчётная энергия лобовых столкновений 90 ГэВ подведёт БЭП к самой границе энергии W - и Z -частиц.

У американских физиков были ещё более грандиозные планы – построить адронный коллайдер Тэватрон, способный достигать энергии столкновения 1 ТэВ. Однако сооружение такого коллайдера потребовало бы для ускорения частиц сверхпроводящих магнитов пока не разработанной конструкции, поэтому этот проект был всего лишь предположением [4].

В такой ситуации находились физики в 1976 г. Но учёным не хватало терпения ждать. *«Потребность обнаружить W - и Z -частицы была так сильна, – вспоминал физик ЦЕРНа Пьер Дарьюла, – что даже самые терпеливые из нас были недовольны долгим проектированием, разработкой и строительством БЭПа...»* [4, с. 152]. Не отличались большим терпением и учёные Фермилаба, старавшиеся придумать, как с помощью имеющихся возможностей добраться до необходимого уровня энергии.

У физиков было два варианта: либо ждать, пока появятся средства на строительство более крупных и мощных ускорителей нового поколения, либо как можно быстрее использовать радикальную идею значительного наращивания мощности ускорителей, выдвинутую

ещё в 1960-х годах советским физиком Гершем Ицковичем Будкером (рис. 1). Он предложил конструкцию ускорителя, в котором, вместо нацеливания ускоренных частиц на неподвижные мишени, пучки протонов направляли навстречу пучкам антипротонов. При таком соударении должна выделяться огромная энергия.

Идея заставить частицы сталкиваться «лоб в лоб» не нова. Она развивалась ещё в 1950-х годах [4, 5]. Гениальность предложения Будкера состояла в использовании антивещества. Частицы антивещества имеют такую же массу, как и их партнёры. Электрический заряд у них равный, но противоположный по знаку. Если запустить протоны и антипротоны в ускоритель, то можно получить закручивающиеся в противоположных направлениях пучки частиц. Тогда достигнутая энергия столкновений была бы вдвое больше энергии ускорителя. Однако существовало одно препятствие, которое угрожало сорвать планы Будкера [2, 4].

Трудность состояла в том, что тогда учёные ещё не умели создавать чистые пучки античастиц высокой энергии. Но Будкер в Новосибирске и ведущий физик ЦЕРНа Симон ван дер Меер (рис. 2), работая над этой проблемой, показали: если интенсивные пучки антипротонов охладить, то они будут вести себя достаточно стабильно.

Пучки протонов создают, ускоряя ядра водорода, вылетающие из газгольдера. Потом их заставляют двигаться в одном направлении. Антипротоны можно получить, если направить пучки протонов на металлическую мишень (например, медную) и затем собрать случайно вылетающие частицы антивещества. Для получения единственного антипротона необходим миллион таких столкновений. Хуже того, возникающие антипротоны представляют собой ансамбль частиц с различными

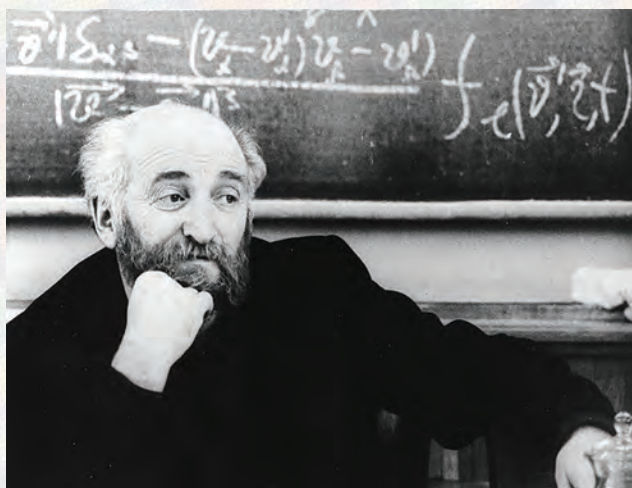


Рис. 1. Советский учёный-физик, академик АН СССР с 1964 г. Г. И. Будкер (1918–1977 гг.). Основатель и первый директор Института ядерной физики Сибирского отделения АН СССР. Автор многочисленных открытий и изобретений в области физики плазмы и физики ускорителей (https://wiki2.org/ru/Будкер,_Герш_Ицкович)



Рис. 2. Лауреат Нобелевской премии Симон ван дер Меер (1925–2011 гг.) (<http://hepd.pnpi.spb.ru/ioc/ioc/line11-12-2014/n5.htm>)

энергиями. Лишь небольшая доля полученных таким способом антипротонов может «вписаться» в накопительное кольцо, что значительно уменьшает и интенсивность антипротонного пучка, и светимость пучка (параметр количества столкновений, которые может дать пучок). Для успеха экспериментов на протон-антипротонном коллайдере необходимо, чтобы пучок антипротонов обладал достаточной светимостью, а для этого требуется каким-то образом «сконцентрировать» энергию протонов на уровне желаемой энергии пучка. К счастью, ван дер Меер придумал, как этого добиться, предложив метод, который он назвал стохастическим охлаждением¹ [4].

Эксперименты ван дер Меера в 1968 г. позволили предположить, что действительно есть возможность сконцентрировать антипротоны с начальным распределением энергий в гораздо более узком диапазоне, необходимом, чтобы попасть в накопительное кольцо (рис. 3). Результаты дополнительных испытаний метода стохастического охлаждения, проведённых ван дер Меером в 1974 г., были скромными, но достаточными, чтобы считать, что принцип работает [4].

Между тем Карло Руббиа (рис. 4) перестал переживать, что его обогнали физики ЦЕРНа в открытии слабых нейтральных токов. Он был упрямым и целеустремлённым человеком и твёрдо решил никому не позволить обогнать себя в погоне за W- и Z-частицами. Летом 1976 г. Руббиа вместе с коллегами представил проект по преобразованию протонного синхротрона в Фермилабе (500 ГэВ) в протон-антипротонный коллай-

дер. Однако руководство ему отказало, предпочтя сосредоточить усилия на том, чтобы получить поддержку в пользу Тэватрона. К тому же метод стохастического охлаждения не обещал успехов [4].

Разочарованный Руббиа предложил свою разработку ЦЕРНу, где встретил приветливый приём. К июню 1978 г. проведённые в ЦЕРНе испытания стохастического охлаждения дали обнадеживающие результаты, и генеральный директор по исследованиям Леон ван Хове был готов рискнуть. Это давало возможность первыми открыть W- и Z-частицы [4].

Для регистрации столкновений частиц требовались детекторы. Для их размещения вырыли две вместительные пещеры рядом с ПСС. Первый детектор (УА1), конструкцию которого разработал Карло Руббиа с командой физиков, был огромным и очень сложным (рис. 5). Он весил более 2000 тонн. Второй (УА2) – меньше, проще и дешевле – делала команда во главе с французским физиком Пьером Дарьюла [4].

Предполагалось, что протонный и антипротонный пучки с энергией 270 ГэВ соединятся в ПСС и придут в столкновение, достигнув общей энергии 540 ГэВ, что гораздо больше, чем требуется для обнаружения W- и Z-частиц [4].



Рис. 4. Лауреат Нобелевской премии Карло Руббиа (1934 г. р.) (<http://hepd.pnpi.spb.ru/ioc/ioc/line11-12-2014/n5.htm>)



Рис. 3. Накопитель (аккумулятор) антипротонов, использующий метод стохастического охлаждения Симона ван дер Меера (<http://astronu.jinr.ru/school/arhiv/shkola-2014/shlippe-prezentaciya>)

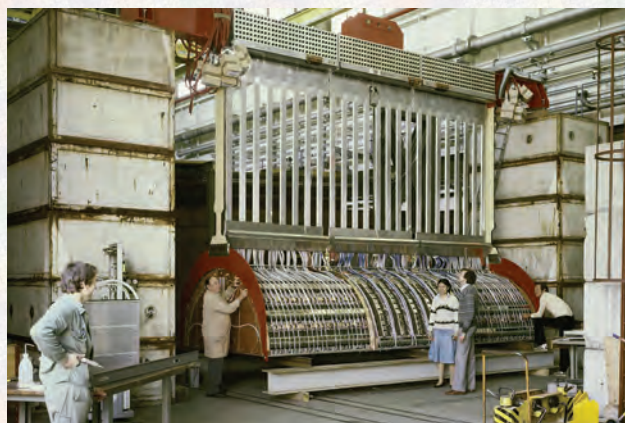


Рис. 5. Сборка центрального детектора УА1 (<http://astronu.jinr.ru/school/arhiv/shkola-2014/shlippe-prezentaciya>)

¹ Слово «стохастический» означает случайность, а «охлаждение» говорит не о температуре пучка, а о случайных движениях и распределении энергий частиц, удерживаемых внутри него [4]. В этом методе используется чувствительный электрод, который определяет антипротоны с энергией, не соответствующей желаемой энергии пучка, и посылает сигнал электроду с другой стороны кольца вернуть частицы «в строй». Если повторять процесс много миллионов раз, пучок постепенно сольётся и приобретёт желаемую энергию [4].

Строительные работы были в разгаре, когда на конференцию в Женеву прибыл Питер Хиггс (1979 г.). Он, конечно же, воспользовался шансом посетить ЦЕРН. Хиггсу устроили экскурсию по стройке и показали зияющую дыру в земле, где собирались монтировать установки для получения и хранения антипротонов [4].

Тем временем директором Фермилаба стал Леон Ледерман (рис. 6). Это был дальновидный лидер, имевший репутацию учёного, глубоко преданного науке, и его высоко ценили. В ноябре 1978 г. Ледерман, изучив все варианты преобразования имеющихся у них установок в протон-антипротонный коллайдер, пришёл к выводу, что риск слишком велик. В отличие от ван Хове, он не был готов рисковать. Ледерман решил использовать весь свой авторитет, чтобы снова попытаться получить финансирование на превращение старого ускорителя в более мощный – Тэватрон [4].

Таким образом, Фермилаб выбыла из гонки за право первой обнаружить W - и Z -частицы. Поэтому между собой соревновались две команды ЦЕРНа, возглавляемые Карло Руббиа и Пьером Дарьюла, которые работали в одной и той же лаборатории, но курировали два разных детектора² (см. выше).

К ноябрю 1982 г. коллайдер уже заработал и развил энергию, достаточную для рождения W -частиц. Из миллиардов зарегистрированных столкновений Руббиа и Дарьюла отобрали миллион для детального анализа³. До конца года команда ЦЕРНа зарегистрировала несколько столкновений, которые выглядели так, как будто в них рождались W -частицы [2, 4].

В январе 1983 г. на конференции в Риме Руббиа и Дарьюла впервые представили свои последние результаты. Руббиа объявил о том, что из нескольких тысяч миллионов наблюденных столкновений на их детекторе установлено шесть событий – кандидатов на распад W -частиц. Он подчеркнул, что результаты «очень предварительные». Один слайд в докладе Руббиа был подписан так: «*Si sono rose, fioriranno*», что означает: «Если это розы, то они обязательно будут цвести» [2, с. 67]. Дарьюла в своём сообщении также был весьма осторожным и выделил четыре столкновения, которые, казалось, демонстрируют рождение W -частиц. Леон Ледерман, выступивший на конференции с заключительным словом, сказал, что открытие W - и Z -частиц кажется неизбежным, но призвал своих коллег-физиков развивать в себе здоровый скептицизм до тех пор, пока результаты не станут более убедительными [2, 4].

Через неделю команды Руббиа и Дарьюла докладывали полученные ими результаты перед учёными ЦЕРНа. В статье Руббиа, вышедшей в журнале «Physics Letters», не утверждалось, что W -частицы обнаружены, но были представлены имевшиеся к тому времени сви-



Рис. 6. Лауреат Нобелевской премии Леон Ледерман (1922 г. р.) (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Leon_M._Lederman.jpg)

детельства их рождения. Статья Дарьюла была опубликована на три недели позже. За всеми этими событиями последовали выводы о том, что W -частицы найдены, их энергия близка к предсказанным 80 ГэВ [4].

Летом 1983 г., через шесть месяцев после открытия W -частицы, ЦЕРН объявил о том, что команда Руббиа обнаружила также и Z -частицу, характерной чертой которой был её распад на электрон и позитрон, разлетавшиеся друг от друга с огромной скоростью. Команда Дарьюла подтвердила открытие Руббиа спустя некоторое время. К концу 1983 г. обе команды в сумме зарегистрировали сотню W -событий и дюжину Z -событий, при этом было установлено, что их масса имеет порядок 81 и 93 ГэВ, соответственно. Руббиа и ван дер Меер разделили Нобелевскую премию по физике за 1984 г. [4].

Серия открытий, сделанных в ЦЕРНе, активизировала работы по развитию физики элементарных частиц в США. Учёным, уязвлённым тем, что их европейские соперники первыми обнаружили W - и Z -частицы, нужен был реванш, и они были полны решимости опередить ЦЕРН в открытии бозона Хиггса. Однако никто не мог гарантировать, что Тэватрон, построенный в 1983 г., способен заметить бозон Хиггса. Нужен был более резкий скачок вперёд.

Примерно через месяц после того, как пришла весть об открытии европейскими учёными Z -частицы, консультативный комитет по физике высоких энергий США, планирующий выделение средств на установку для исследований, опубликовал свои рекомендации по дальнейшей работе: американским физикам необходим такой ускоритель, который превзошёл бы черновский

² Работы в ЦЕРНе проводились по определённым правилам, обеспечивающим уверенность в правильности результата. Группы, работающие на различных детекторах, не показывали сразу свои данные друг другу. Если одна команда делает открытие, другая его проверяет и либо подтверждает, либо опровергает [4].

³ Сама W -частица столь неустойчива, что исчезает почти сразу, как только рождается, поэтому черновские команды искали не её саму, а продукты распада этой частицы – электроны (или позитроны) и нейтрино. Поскольку нейтрино пролетают через детекторы, не оставляя следа, учёные определяют их присутствие по столкновениям с другими частицами – вылетая, нейтрино уносят с собой энергию [2, 4].

по мощности и лидировал в этой области в течение следующих десятилетий. Широко мыслящий Ледерман ещё раньше предлагал проект супермассивного протон-протонного коллайдера, способного достигать энергии столкновения 40 ТэВ, что примерно в 400 раз больше, чем изначально предполагалось в следующем коллайдере ЦЕРНа, находившемся в стадии проектирования. Ледерман назвал свой коллайдер Дезертроном (от англ. *desert* – пустыня), потому что его предполагалось построить среди широкой пустынной равнины. Однако это название вскоре было заменено на Сверхпроводящий суперколлайдер (ССК). Цель создания этой машины – обнаружение частицы Хиггса и, следовательно, получение доказательства гипотезы происхождения массы [4].

Проектная разработка ССК была закончена к концу 1986 г. Затраты на строительство оценили в 4,4 млрд долларов, что сразу же перенесло его в ряд крупных научных проектов, которые требовали президентского одобрения. Рональду Рейгану и его администрации проект ССК был представлен в январе 1987 г. После обмена доводами за и против вложения таких средств глава бюджетного управления при президенте сказал, что утверждение этого проекта ничего реального не даст, разве что осчастливит всего лишь нескольких физиков. На это Рейган ответил, что он, вероятно, обязан сделать их счастливыми, искупив вину за то, что своего преподавателя физики в школе он сделал глубоко несчастным [2].

Проект получил президентское одобрение, но всё же вызывал много сомнений, поскольку под угрозой оказались другие потенциально ценные проекты. Между тем предварительная смета расходов росла как на дрожжах по мере того, как инженеры яснее осознавали сложность сооружения огромного кольца сверхпроводящих магнитов. Всё громче звучали протесты против «большой науки». К июню 1992 г. смета ССК возросла до 11 млрд долларов, и палата представителей конгресса проголосовала против строительства ССК.

Мнение по поводу строительства уникального коллайдера попросили высказать лауреата Нобелевской премии Стивена Вайнберга, опубликовавшего в 1967 г. работу по объединению электромагнитного и слабого взаимодействий с помощью механизма Хиггса. Выступая перед конгрессом, Вайнберг сказал, что физика элементарных частиц приоткрывает нечто важное в глубинной природе Вселенной⁴. Британский физик Стивен Хокинг прислал видеообращение в поддержку ССК. Но всё было напрасно [4].

Билл Клинтон, ставший президентом США после Буша, сменившего в свою очередь на этом посту Рейга-

на, в основном поддерживал проект, но не так активно, как Рейган и Буш. К тому же у проекта появился соперник: программа строительства Международной космической станции (МКС) стоимостью 25 млрд долларов. В один из дней октября 1993 г. палата представителей проголосовала в пользу МКС, а на следующий день – против ССК. Средства выделялись для консервации уже построенных объектов. К этому времени было потрачено 2 млрд долларов и вырыт 23-километровый туннель⁵ (рис. 7).

Через год с небольшим после закрытия проекта ССК страны-участники ЦЕРНа проголосовали за выделение 15 млрд долларов в течение 20 лет на перестройку БЭПа, когда истечёт срок его действия, и переоборудование его в протон-протонный коллайдер. Идея такого ускорителя, названного Большим адронным коллайдером (БАК), впервые обсуждалась в марте 1984 г. на симпозиуме в ЦЕРНе в швейцарской Лозанне. Он мог бы достичь энергии столкновений 14 ТэВ. Это меньше запланированной энергии ССК, но более чем достаточно, чтобы найти бозон Хиггса [2].

К счастью для ЦЕРНа, сооружение этого коллайдера финансировалось средствами не одной отдельной



Рис. 7. Один из участков 23-километрового туннеля, вырытого под техасской прерией [4, с. 173]

⁴ Вайнберг сказал: «Мы начинаем подозревать, что это не случайность – не просто некая случайная проблема, которую мы выбрали для изучения в данный момент развития физики, – дело в том, что в законах, управляющих материей, есть простота и красота, и они отражают нечто, что встроено в логическую структуру Вселенной на очень глубоком уровне» [2, с. 78].

⁵ Писатель Герман Вук, лауреат Пулитцеровской премии (см. сноску 6), написал роман «Яма в Техасе» на основе истории ССК. В авторском предисловии он пишет: «После того, как [физики] изобрели атомную и водородную бомбы, они были любимцами конгресса. Но всё внезапно и грубо кончилось. Единственное, что осталось от так и не начавшегося поиска хиггсовского бозона, – это яма в Техасе, огромная заброшенная яма. Она по-прежнему там» [4, с. 172].

⁶ Пулитцеровская премия – одна из наиболее престижных наград США в области литературы, журналистики, музыки и театра (https://ru.wikipedia.org/wiki/Пулитцеровская_премия).

страны⁷. Однако страны-участницы, недовольные величиной отчисляемых вложений, всё же могли прекратить финансирование. Так, в апреле 1993 г. Британский институт физики провёл свою ежегодную конференцию в Брайтоне. Рассматривалась и проблема финансирования ЦЕРНа, содержание которого стоило огромных денег. Обсуждение начал министр науки Уолдгрейв, не понимавший цели исследований. Министр поставил перед физиками трудную задачу: написать коротко и простым языком о бозоне Хиггса и объяснить, почему надо тратить миллиарды долларов только ради того, чтобы его обнаружить. «Если вы можете мне в этом разобратся, у меня будет больше шансов помочь вам получить деньги на его поиски», – сказал Уолдгрейв аудитории [4, с. 176]. К тому же министр пообещал бутылку марочного шампанского тому, кто лучше и понятнее опишет загадочную частицу. На той же неделе престижный британский научный журнал «Nature» объявил конкурс на статью [4].

Об этом конкурсе услышал Дэвид Миллер, специалист в области физики элементарных частиц и астрономии, профессор (Университетский колледж Лондона), который любил рассказывать о науке понятным языком [2]. Миллер вспомнил, как однажды, когда он уезжал из ЦЕРНа, группа журналистов попросила его объяснить, что такое частица Хиггса. Эти научные журналисты приезжали в ЦЕРН, чтобы узнать, чем заняты учёные, и встретиться с физиком Джоном Эллисом (1946 г. р.), который должен был рассказать им о бозоне Хиггса. Однако старания Джона ни к чему не привели. Журналисты ничего не поняли и поэтому попросили Миллера объяснить им на простом языке, что же такое хиггсовский бозон. Миллер не был уверен, что ему удастся сделать

то, что не получилось у Эллиса. Но вдруг ему пришла в голову интересная идея. «Представьте себе, что в комнате есть только вы – мужчины – и вы спорите о чём-то. И вдруг туда без предупреждения быстрой летящей походкой входит очень красивая женщина. – Он сделал паузу и подождал, пока у слушателей включится воображение. – Когда она идёт по комнате, те из вас, кто поближе, забывают, о чём спорили, стараются подойти поближе, группируются вокруг неё, мешая её продвижению и замедляя его. Это как если бы она из стройной изящной женщины превратилась в старую, неловоротливую толстую» [2, стр. 90]. У этой аналогии были недостатки и многие из них – ненаучного плана, но журналисты основную идею уловили. Комната, наполненная репортёрами, – образ поля Хиггса. Хорошенькая женщина – образ частицы, которая приобретала массу, двигаясь в этом поле, то есть замедлялась за счёт взаимодействия с этим полем. А облепившие её ухажёры – бозоны Хиггса. Журналистам эта система образов, видимо, была вполне понятна [2].

И сейчас, узнав о конкурсе, Миллер решил, что придуманное им ранее объяснение недурно: для толкования механизма Хиггса простым языком, понятным даже политику, достаточно небольших изменений, и получится живая картина, если он воспользуется опытом общения самого Уолдгрейва с выдающейся личностью, которая недавно господствовала в политике – бывшим премьер-министром Маргарет Тэтчер [4].

Миллер описал механизм⁸, при помощи которого безмассовые частицы взаимодействуют с полем Хиггса и таким образом приобретают массу (рис. 8), а затем объяснил и бозон Хиггса⁹ (рис. 9), [4, с. 181].

⁷ ЦЕРН – научный центр мирового класса – получал взносы от 20 государств-членов, общей суммой 1 млрд долларов в год. В ЦЕРНе деньги буквально зарывались в землю [4].

⁸ Миллер написал: «Представьте себе вечеринку с членами политических партий, которые равномерно распределены по комнате и все разговаривают с ближайшим соседом. Входит мадам бывший премьер-министр и идёт по комнате. Все партийные функционеры, находящиеся рядом, с силой притягиваются к ней и скапливаются вокруг неё. По мере продвижения она притягивает тех, к кому приближается, а те, кого она оставила, снова равномерно распределяются по комнате. Из-за того, что вокруг неё всё время скапливается толпа народа, она приобретает массу больше обычной, то есть у неё больший импульс при той же скорости движения по залу. При движении её труднее остановить, а после остановки её труднее заставить двигаться вновь, так как процесс скопления приходится начинать сначала. Это и есть механизм Хиггса в трёх измерениях и с осложнениями, которые вносит принцип относительности».

Чтобы сообщить массу частицам, мы предположили фоновое поле, которое локально искажается, когда частица движется сквозь него. Искажение – скопление поля вокруг частицы – генерирует массу частицы. Возьмём пример прямо из физики твёрдых тел. Вместо поля, распределённого по всему пространству, твёрдое тело содержит решётку положительно заряженных атомов кристалла. Когда электрон движется по решётке, атомы притягиваются к нему, отчего эффективная масса электрона становится в сорок раз больше массы свободного электрона.

Постулированное поле Хиггса в вакууме (см. [6]. – Прим. М. Т.), – своего рода гипотетическая решётка, пронизывающая нашу Вселенную. Оно необходимо нам, потому что иначе мы не можем объяснить, почему Z- и W-частицы, переносящие слабое взаимодействие, массивны, а фотон, переносящий электромагнитное взаимодействие, не имеет массы» [4, с. 177–178].

⁹ Чтобы объяснить бозон Хиггса, Миллер продолжал: «А теперь представьте, что по комнате с партийными функционерами прошёл слух. Те, кто находится рядом с дверью, слышат его первыми и скапливаются в группу, чтобы узнать подробности. Потом они разворачиваются и переходят к ближайшим соседям, которым тоже хочется послушать. По комнате проходит волна скоплений. Она может распространиться до всех четырёх углов или образовать компактный узел, который переносит новость по линии функционеров от двери до какого-то высокопоставленного лица по ту сторону комнаты. Так как информацию переносят скопления людей и так как именно скопления сообщали дополнительную массу бывшему премьер-министру, тогда скопления – переносчики слуха – тоже имеют массу».

Бозон Хиггса, как предсказано, является таким скоплением в поле Хиггса. Нам будет гораздо проще поверить, что поле существует и что механизм сообщения массы другим частицам верен, если мы увидим саму частицу Хиггса. И этому тоже есть аналогия в физике твёрдых тел. Кристаллическая решётка может переносить волны скоплений, и ей не требуется, чтобы электрон двигался и притягивал атомы. Эти волны могут вести себя так, как если бы были бы частицами. Они называются фотонами и тоже бозоны. Механизм Хиггса и поле Хиггса могут существовать в течение всей жизни нашей Вселенной, но при этом может не существовать бозона Хиггса. Это должно установить новое поколение коллайдеров» [цит. по 4, с. 178–180].



Рис. 8. Образное представление механизма получения массы безмассовыми элементарными частицами (в аналогии – Маргарет Тэтчер), взаимодействующими с полем Хиггса (равномерное распределение партийных функционеров) [4, с. 179]



Рис. 9. В аналогии бозон Хиггса представлен слухом, который передаётся шёпотом по «полю» партийных работников, на котором происходит скопление тех, кто хочет услышать слух. Так формируется локализованная «частица», затем движущаяся по комнате [4, с. 181]

О большом интересе к проблеме говорило количество полученных Уолдгрейвом заявок: их было 117. Из пяти определившихся лидеров сообщество физиков признало лучшим вариант Миллера¹⁰. Эта история быстро разнеслась по всему миру и стала одним из популярных способов описания поля и частиц Хиггса [4]. А британское правительство, несмотря на стеснённые обстоятельства, продолжало вкладывать средства в ЦЕРН [4].

Окончание следует

Список литературы

1. Вайнберг, С. Мечты об окончательной теории / С. Вайнберг ; [пер. с англ. А. В. Беркова]. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
2. Сэмпл, И. В поисках частицы Бога, или Охота на бозон Хиггса / И. Сэмпл ; [пер. с англ. Т. Лисовской]. – Колибри, 2012. – 150 с.

3. Вайнберг, С. Приложение. Идеиные основы единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий. Нобелевская лекция по физике, 8 декабря 1979 года / Первые три минуты : современный взгляд на происхождение Вселенной / С. Вайнберг ; [пер. с англ. А. В. Беркова] ; [под редакцией, с предисловием и дополнением академика Я. Б. Зельдовича]. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 272 с.

4. Бэгготт, Д. Бозон Хиггса. От научной идеи до открытия «частицы Бога» / Д. Бэгготт ; [пер. с англ. Т. М. Шуликовой ; предисл. С. Вайнберга]. – М. : ЗАО Издательство Центрполиграф, 2014. – 255 с.

5. Турбина, М. И. Страсти по бозону Хиггса. Часть 2. Долгий путь к бозону Хиггса. Продолжение / М. И. Турбина // Наука и техника в Якутии. – 2019. – № 1 (36). – С. 104–110.

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.

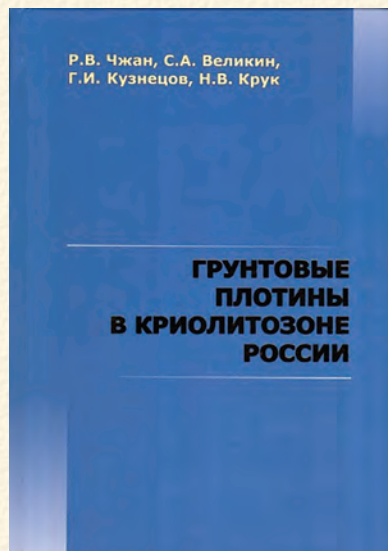
¹⁰ Миллер не забыл забрать свой приз – бутылку «Вдовы Клико», хотя так и не попробовал вина. «Моя жена, её сестра и подружка моего сына выпили всё шампанское», – рассказал он [4, с. 180].

ВЕСОМЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ СЕВЕРНОЙ ГИДРОТЕХНИКИ

DOI: 10.24411/1728-516X-2019-10052

В октябре 2019 г. в академическом издательстве «Гео» (г. Новосибирск) была опубликована монография Р. В. Чжана, С. А. Великина, Г. И. Кузнецова и Н. В. Крук «Грунтовые плотины в криолитозоне России»¹. Инициатором и идейным вдохновителем этой работы является Рудольф Владимирович Чжан – главный научный сотрудник лаборатории инженерной геокриологии Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, доктор технических наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Саха (Якутия), посвятивший всю свою жизнь исследованиям гидротехнических сооружений Якутии и сопредельных территорий. В книге приведены краткие биографические сведения о нём и его соавторах. Под руководством Р. В. Чжана авторский коллектив представил фундаментальное обобщение материалов в основном российского опыта проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений в сложных инженерно-геокриологических условиях, увязал результаты исследований с современными изменениями глобального климата, подчеркнув его влияние на устойчивость инженерных сооружений и состояние криолитозоны.

В монографии, состоящей из шести глав и четырёх приложений, анализируются материалы по строительству и эксплуатации грунтовых плотин в криолитозоне России с 1940 г. по настоящее время. Авторами приведена краткая характеристика криолитозоны на современном этапе; оценён опыт строительства, эксплуатации и геокриологического мониторинга грунтовых плотин; проанализированы результаты натурных исследований формирования криогенно-температурного режима сооружений энергетического и водохозяйственного назначения, являющегося основой статической и фильтрационной устойчивости гидроузлов; рассмотрены принципы работы грунтовых плотин в криолитозоне, а также экологические и природоохранные аспекты гидротехнического строительства в условиях меняющегося климата. Дан анализ организации геокриологического мониторинга и системы его проведения с использованием геофизических методов, позволяющих на ранних стадиях обнаруживать предпосылки начала фильтрации воды через основание или



боковые примыкания плотин. Даны рекомендации по возведению и эксплуатации специальных гидротехнических сооружений – хвостохранилищ в условиях криолитозоны. Приведены инновационные разработки по возведению плотин способом гидромеханизации и предложены мероприятия по повышению устойчивости грунтовых плотин, используя криогенные ресурсы криолитозоны.

В заключении авторы отмечают, что ценой больших интеллектуальных и финансовых усилий в России сформировалось специальное индустриальное направление – северная гидротехника, в рамках которого отработаны принципы и технологии строительства гидротехнических сооружений в сложных условиях криолитозоны. Большинство таких строительно-эксплуатационных комплексов впервые в мировой гидротехнической практике были разработаны и внедрены российскими инженерами.

При многообразии природно-климатических условий северных территорий, в которых построены и эксплуатируются гидроузлы, для успешной их работы необходимо применение комплекса мероприятий, специально разработанных для этих регионов. Главным условием успешной работы гидротехнических сооружений в криолитозоне является соблюдение геокриологических принципов использования грунтов тела и основания плотин в качестве противофильтрационной преграды (талый, мёрзлый). Причём зачастую фильтрационная устойчивость плотин достигается только

¹ Чжан Р. В. Грунтовые плотины в криолитозоне России / Р. В. Чжан, С. А. Великин, Г. И. Кузнецов, Н. В. Крук ; отв. ред. Д. М. Шестернёв. – Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2019. – 427 с.

при условии сохранения грунтов их тела и основания в мёрзлом состоянии.

Авторы также выражают обеспокоенность тем фактом, что обновление нормативных документов в этой области происходит на низком научном уровне. На сегодняшний день существует настоятельная потребность в приведении СП и СНиПов о безопасности гидротехнических сооружений в соответствие с федеральными законами.

Список литературы, использованной при написании монографии, состоит из 418 наименований. В нём указаны все основные монографии и научные статьи корифеев гидротехники, в том числе 20 публикаций Р. В. Чжана, а также патенты на изобретения и полезные модели, нормативные документы, рекомендации, руководства, справочники и отчёты по различным аспектам гидротехники. Такое тематическое библиографическое обобщение очень полезно, особенно для молодых исследователей и инженеров, решивших посвятить себя развитию северной гидротехники.

Самостоятельную ценность в монографии имеют приложения, в которых приведён уникальный фактический материал: схемы расположения грунтовых плотин в криолитозоне России; паспорта и описания современного технического состояния более 50 грунтовых плотин Красноярского края, Республики Саха (Якутия), Магаданской области и Чукотки, а также паспорта 30 водохранилищ энергетического, питьевого и хозяйственного назначения.

Несомненно, что представляемая монография найдёт своего читателя – инженеров-гидротехников, научных сотрудников, специалистов и руководителей хозяйствующих субъектов, проектирующих, строящих и эксплуатирующих гидроузлы в криолитозоне.

*Учёный секретарь Института мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН,
кандидат технических наук,
член-корр. Российской инженерной академии
О. И. Алексеева*

НОВЫЕ КНИГИ



Верхоянский улус (район) / Муницип. образование «Верхоян. р-н» Респ. Саха (Якутия) ; [авт.-сост. Г. Т. Степанов]. – Якутск : Медиа-холдинг «Якутия», 2016. – 628 с.

Настоящая книга, несомненно, не может охватить всей истории Верхоянского района, однако создаёт как бы основу, которая даст возможность для будущих исследований.

В составлении содержания книги использованы архивные источники по истории улуса (района), историческая научная литература, очерки, рассказы, документальные материалы, воспоминания, другие материалы, собранные автором-составителем Степановым Г. Т. и под его общим руководством членами редакционного совета и другими авторами.

Большой заслугой редакционного совета, авторов является то, что в книге впервые в истории улуса (района) широко представлена история всех наследов – история жизни коренного населения; именно коренные этносы создавали своей деятельностью подлинную историю янского края, свою материальную и духовную культуру, пережившие века.

Богато представлен фольклор янских саха, что проливает свет на загадочное древнейшее происхождение саха на янской земле. Интересно, что этот факт подтверждается археологической наукой.

В книге чётко прослеживается исторический процесс:

– жизнь населения Яны с древнейших времён до социалистической революции 1917 г.;

– советский период (1920–1991 гг.);

– государственный переворот в 1991 г., развал СССР, КПСС;

– капиталистический период с 1991 г., рыночные отношения;

– становление местного самоуправления (1991–2015 гг.), истоки которого берут начало со времён царских реформ по управлению «инородцами».

В целом, в книге собран большой объём фактического материала, объективно отражающего исторический процесс, происходивший в России, – строительство новых общественно-экономических форм, систем, режимов. Книга посвящена труженикам заполярного Верхоянья, а какой она получилась, судить вам, уважаемые читатели...

Настоящая книга, безусловно, послужит справочником и окажет помощь всем тем, кто интересуется историей и культурой Верхоянского улуса (района).

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. Подписные 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 Королевой (раб. тел. 33-56-59).

Редакторы:

Н. А. Устюжина, Л. А. Максименко.

Компьютерная верстка и дизайн – А. А. Фёдорова, Л. Ю. Фёдорова.

Фото на 2-й странице обложки Ю. А. Мурзина.

Фото на 4-й странице обложки М. М. Михайлюка.

ИД 05324 от 9 июля 2001 г. Дата выхода в свет 27.12.2019 г. Формат 60x84 1/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 14,5. Тираж 500. Заказ № 77.

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.

Цена свободная

