

## Решение Ученого совета ААНИИ от 07 ноября 2023 г.

1. Заслушали доклад старшего научного сотрудника – заведующего лабораторией ОЛРиП Т.А. Алексеевой «Первые результаты теоретической и практической подготовки ледовых наблюдателей ААНИИ».

### **Ученый совет отмечает:**

Ледовые наблюдения, осуществляемые с борта судна занимают важное место в изучении ледяного покрова и разработке методик выбора оптимального маршрута плавания. Специальные ледовые наблюдения выполняются визуально с ходового мостика судна непрерывно по всему маршруту вахтовым способом. С 2004 года используется судовой телевизионный комплекс (СТК) для измерения толщины льда и высоты снега.

В XX веке специалисты ААНИИ имели большой опыт работы во льдах. Во время многочисленных ледовых авиаразведок, морских экспедиций и работы в Штабах морских операций сформировались уникальные специалисты с глубокими знаниями не только теоретических основ, но и реальных ледовых условий в Арктике и других замерзающих морях. В последние годы количество таких специалистов сократилось до нескольких человек. Сократилось и количество экспедиций, а ледовые наблюдения на борту судна зачастую стал выполнять лишь один специалист вместо полноценной ледовой группы из 3-4 человек. Это привело, во-первых, к невозможности выполнения круглосуточных ледовых наблюдений и получению непрерывных данных, а, во-вторых, прервало цепочку постоянного обучения новых ледовых наблюдателей. Фактически в настоящее время почти утеряна уникальная школа специальных судовых наблюдений ААНИИ.

Также в последние годы возникла необходимость пересмотра самой методик специальных судовых ледовых наблюдений ААНИИ в связи с рядом причин: появлением большого количества данных, которые позволяют по-новому понять природные механизмы формирования динамики ледяного покрова (ДЗЗ, АИС), появлением безлимитной связи на судах и возможности оперативной передачи данных на сушу, появлением нового научного и судового оборудования, необходимостью разработки и усовершенствования ледовых прогнозов.

В 2023 году было принято решение провести теоретические курсы ледовых наблюдателей и организовать экспедицию на борту атомного ледокола во время его штатной работы на СМП. Теоретические курсы состоялись в апреле, их прошли 22 сотрудника ААНИИ, а экспериментальная и обучающая экспедиция «ЛЕД-СМП-1/2023» на борту а/л «50 лет Победы» - в мае 2023 г., в ней были обучены 2 сотрудника ААНИИ. В ходе экспедиции были разработаны новые требования к методике специальных судовых ледовых наблюдений: отправка на судно оперативной и прогностической гидрометеорологической информации из ААНИИ с запросом на ответную передачу результатов обработки полученных данных в зонах прогнозируемой повышенной деформации ледяного покрова по пути движения судна и расширение возможностей СТК для получения информации о слоистости льда и его структуры.

### **Ученый совет постановил:**

1.1. Продолжить теоретическую и практическую подготовку ледовых наблюдателей с учетом полученного в 2023 г. опыта:

1.1.1. Организовать повторный расширенный теоретический курс ледовых наблюдателей в 2024 г. и учебно-практические семинары по отдельным темам курсов;

Отв.: Т.А. Алексеева  
Срок – февраль-май 2024 г.

1.1.2. Продолжить практическое обучение сотрудников ААНИИ на борту атомных ледоколов во время их штатной работы на трассах СМП;

*Отв.: Т.А. Алексеева  
Срок – май-июль 2024 г.;  
февраль-июль 2025 г.*

1.1.3. При организации высокоширотных экспедиций на борту ледоколов и судов ледового класса учитывать важность получения данных в ходе специальных судовых ледовых наблюдений и необходимость практического обучения специалистов, работающих в области гидрометеорологического обеспечения, и при возможности формировать отдельную ледовую группу в составе трех человек.

1.2. Усилить контроль передачи данных специальных судовых ледовых наблюдений, полученных в экспедициях, в фонды ААНИИ. Подготовить требования к формату и составу данных специальных судовых ледовых наблюдений."

*Отв.: В.Ю. Замятин, Т.А. Алексеева  
Срок – II кв. 2024 г.*

1.3. Лаборатории изучения ледового плавания ОЛРиП проводить дальнейшие работы по развитию методики специальных судовых ледовых наблюдений и модернизации СТК:

- внедрение в производство специальных судовых ледовых наблюдений отправки на судно оперативной и прогностической гидрометеорологической информации из ААНИИ с запросом на ответную передачу в ААНИИ результатов обработки полученных данных в зонах прогнозируемой повышенной деформации ледяного покрова по пути движения судна;
- расширение технических возможностей СТК для получения информации о слоистости льда и его структуре;
- разработка методики анализа слоистости льда и его структуры по данным СТК;
- создание новой мобильной версии программы Ice Table для внесения и обработки данных визуальных ледовых наблюдений (устанавливаемой на планшеты).

*Отв.: Т.А. Алексеева  
Срок – 2024-2026 гг.*

2. Заслушали доклад главного научного сотрудника – заведующего ОГУРиВР М.В. Третьякова «Состояние гидрометеорологической сети Арктической зоны РФ».

**Ученый совет отмечает:**

Сухопутная площадь АЗРФ в современных административных границах занимает почти треть территории России. При этом численность арктической сети составляет 213 гидрологических постов на реках и озерах, 60 постов и станций, в устьевых областях больших рек и 46 морских береговых станций, что в сумме составляет 11% от общего количества наблюдательных подразделений (НП) Росгидромета.

На основе ежегодных сведений, предоставляемых Мурманским, Северо-Западным, Северным, Обь-Иртышским, Среднесибирским, Якутским и Чукотским УГМС в ААНИИ, выполнен анализ актуального состояния сети гидрологических и морских стационарных наблюдений по состоянию на 1 января 2023г. Результат этой работы оформлен в виде двух Обзоров и выслан руководству Росгидромета и в УГМС. Обзор по гидрологической сети размещен на странице ОГУР и ВР сайта института для информирования потребителей.

Объем и качество производимых наблюдений на гидрологической, устьевой гидрометеорологической и морской гидрологической сети Арктической зоны РФ в 2022 году нельзя назвать удовлетворительными и соответствующими современным требованиям экономики РФ. Состояние подготовки изданий Водного кадастра и качество публикуемых наблюдений на территории Арктической зоны РФ не отвечает установленным нормативным требованиям. Предложен ряд мер для повышения эффективности работ УГМС по подготовке изданий Водного кадастра на водных объектах Арктической зоны РФ УГМС.

**Ученый совет постановил:**

- 2.1. Принять информацию, представленную в докладе, к сведению.
- 2.2. Принять недопустимым дальнейшее сокращение наблюдательной сети в Арктике. Обеспечить отстаивание этой позиции института на всех уровнях.

3. Заслушали доклад научного сотрудника ЛАШ Р.А. Виноградова «Решение задач функционирования элементов морской транспортной системы в арктических условиях».

**Ученый совет отмечает:**

Морские перевозки в целом являются сложной транспортной системой, которая состоит из множества взаимосвязанных составных частей. К ключевым элементам данной системы следует отнести суда, порты (портовые комплексы), судоремонтные и иные вспомогательные предприятия, персонал и структура управления. Функционирование морского транспорта как технического комплекса происходит на фоне и под воздействием природных условий. Особенно ярко это проявляется в арктическом регионе, где наряду с привычными для судоходства гидрометеорологическими факторами (ветер, волнение, течения и прочее) значительную роль начинает играть ледяной покров. Разнообразие проявлений воздействия льда на отдельные элементы морской транспортной системы и их комплексы, обуславливает широкий спектр насущных задач обеспечения ее функционирования.

Одна из основных задач морских перевозок как транспортной системы является бесперебойная равномерная работа портовых комплексов, их погрузо-разгрузочных терминалов. Имитационное моделирование дает возможность наблюдать поведение реальной системы во времени с требуемым уровнем детализации, поэтому его результаты позволяют оценить основные параметры работы порта с учетом гидрометеорологических факторов. В частности, по результатам имитационного моделирования с учетом таких параметров, как видимость и средняя скорость ветра, для Нефтяного терминала «Порт бухта Север» были оценены следующие значения: продолжительность пребывания судна в акватории порта, время ожидания судов в очереди, время технического обслуживания судна у причала, количество занятые причалы, длина очереди, объем экспортируемого груза, размеры грузового резервуара для хранения, время работы и простоя причалов и т.д.

Второе направление, где ААНИИ применяет имитационное моделирование – планирование работ по выгрузке на припай. В частности, по результатам моделирования процесса выгрузки с учетом данных о числе прибывающих судов, количестве площадок для разгрузки, протяженности ледовых дорог и допустимых скоростях движения по ним можно найти оптимальное число необходимого для вывоза груза автотранспорта.

Важным проявлением взаимовлияния техногенных факторов судоходства и ледяного покрова является накопление тертого льда (ледяной каши) на путях интенсивного движения судов. Это актуально как для портовых акваторий, так и для судовых трасс за их пределами. Особенно остро этот вопрос проявляется при проектировании подходных и иных судоходных каналов в мелководной зоне, где распространен припай. Создание ледового канала и его постепенное заполнение накопленными массами тертого льда приводит к необходимости прокладки рядом нового ледового канала. Однако могут существовать природные или экономические ограничения на многократное повторение данного цикла. Решением поставленной задачи является комплексный подход к вопросам технологии прокладки ледовых каналов и организации движения по ним, что позволяет оптимизировать трассировку и зону дноуглубления с сокращением объемов строительных работ.

Интенсификация судоходства в арктических акваториях не только напрямую зависит от ледовой обстановки, но и сама оказывает влияние на нее. Наиболее значимое изменение условий ледового плавания наблюдается в зонах неподвижного ледяного покрова, например, в Обской губе. Многократное увеличение судового трафика в последние годы вызвало значительное увеличение протяженности (вглубь губы) заприпайной полыньи и времени ее существования. Переход от припайного льда к дрейфующему не может не сказываться на

функционировании морской транспортной системы. Одним из проявлений является возможность уменьшения числа ледовых каналов и, соответственно, снижения затрат на создание и поддержку работоспособности локальных зон дноуглубления (подходных каналов и др.).

Накопленный положительный опыт решения насущных задач функционирования элементов морской транспортной системы в отдельных районах Арктики позволит эффективно перенести его в целом на весь регион.

**Ученый совет постановил:**

- 3.1. Принять информацию, представленную в докладе, к сведению;
- 3.2. Рекомендовать ЛАШ продолжить исследования в рамках научного подхода к обеспечению хозяйственной деятельности в арктическом регионе.

4. Заслушали доклад главного научного сотрудника ОВОиА А.П. Макштаса и ведущего научного сотрудника ОВОиА П.В. Богородского «Процессы энергообмена подстилающей поверхности с атмосферой и динамика сезонного протаивания многолетней мерзлоты на побережье пролива Шокальского (Северная Земля)».

**Ученый совет отмечает:**

Исследования деятельного слоя грунта на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» были начаты в феврале 2016 г. после развертывания комплекса аппаратуры ФМИ для измерений характеристик грунтов. По результатам измерений был выявлен годовой цикл изменений температуры почвы, отчетливо проявляющийся вплоть до глубины 1 метр. При этом амплитуда годового цикла температур в почве на 10 – 15 °С меньше амплитуды годового цикла температуры приземного слоя воздуха  $T_a$  и особенно температуры поверхности почвы  $T_{srad}$ , которая в значительной степени обусловлена процессами радиационного прогрева приходящей коротковолновой радиацией и выхолаживания длинноволновым излучением. Линейная аппроксимация данных за период 2016 – 2020 гг. выявила увеличение  $T_a$  порядка 0.4 °С/год,  $T_{srad}$  – 0.3 °С/год, температур деятельного слоя грунта - 0.2 °С/год.

Данные о термическом режиме деятельного слоя грунта и характеристиках энергообмена позволили сделать предварительное заключение о причинах аномально теплого состояния верхнего метрового слоя грунта летом 2020 года. Сопоставление временных ходов температур подстилающей поверхности и характеристик энергообмена показало, что в 2020 году температура поверхности грунта в конце мая на короткое время достигла температуры таяния снега. Это произошло на 15 - 25 дней раньше, чем в другие годы, и привело к радикальному уменьшению альбедо, резкому увеличению притока тепла к подстилающей поверхности и продолжительности периода прогрева деятельного слоя грунта, следствием которых стало увеличение толщины сезонно-талого слоя (СТС) грунта, фиксируемой наблюдениями на мерзлотной площадке стационара с помощью градуированных металлических шупов и мерзлотомеров.

Помимо данных наблюдений, глубина СТС была рассчитана с помощью варианта известной термодинамической модели Л.С. Лейбензона для полубесконечной одномерной области, состоящей из расположенных под слоем растительности зон талого и мёрзлого грунта, разделённых подвижной границей фазового перехода. Распределение температур в модели задаётся линейным для слоёв растительности и талой зоны грунта и гауссовым для мёрзлой. Входными параметрами модели являются высота мха и его весовая влажность; плотность скелета; суммарная весовая влажность и пористость грунта, температура толщи мерзлоты, а также температура подстилающей поверхности. Модель интегрировалась на тёплый период для двух вариантов задания температуры подстилающей поверхности - равной температуре воздуха на высоте 2м и рассчитанной по данным о приходящей и уходящей длинноволновой радиации.

Несмотря на недостаточность данных о свойствах протаивающих сред результаты расчётов глубины СТС показали неплохое соответствие натурным данным. Как и следовало ожидать, глубины протаивания при использовании радиационной температуры оказались существенно бóльшими (на 30-40 см), а даты их начала – более ранними (на 20-30 сут.), чем при задании температуры воздуха. При задании сплошного слоя мха толщиной 3 см эта разница составила 60 – 80 суток. Влияние температуры толщи мерзлоты оказалось несколько меньшим, Глубины СТС также показали существенную зависимость от влажности биофитов, обусловленную изменением теплопроводности растительности.

Ряд вопросов, связанных как с заданием граничных условий, так и влиянием теплофизических свойств сред на темпы протаивания в течение летнего сезона остаётся открытым и может быть прояснён только в ходе инструментальных измерений *in situ* на имеющихся в обсерваториях ААНИИ мерзлотных полигонах.

**Ученый совет постановил:**

4.1. Принять информацию, содержащуюся в докладе, к сведению.

4.2. Рассмотреть возможность координации наблюдений за температурным режимом СТС, выполняемых в различных отделах ААНИИ, и создания совместного банка данных.

*Отв.: С.Р. Веркулич, О.Р. Сидорова  
Срок – 2 кв. 2024 г.*

5. Рассмотрели отзыв ведущей организации на диссертацию И.А. Мироновой «Воздействие энергичных частиц на атмосферу Земли» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия.

**Ученый совет постановил**

5.1. Отделу геофизики провести семинар с рассмотрением диссертации И.А. Мироновой «Воздействие энергичных частиц на атмосферу Земли» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия.

*Срок – 14 ноября 2023 г.*

5.2. Решение семинара и отзыв рассмотреть повторно на Ученом совете.

*Срок – 14 ноября 2023 г.*

Председатель Ученого совета

Ученый Секретарь Ученого совета



А.С. Макаров

М.А. Гусакова