

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАБОТЫ В СЕЗОННОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕР-2016» НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА»»

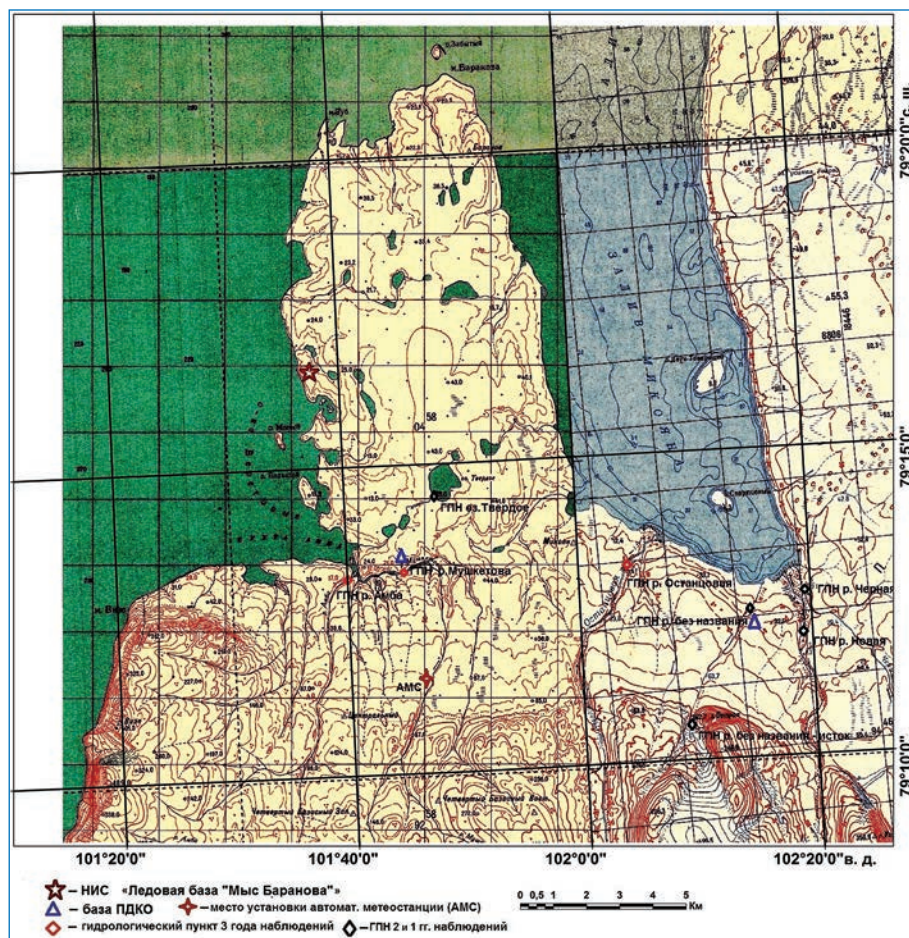
Основной целью исследований гидрологического отряда сезонной экспедиции «Север» АНИИ на протяжении трех лет (2014–2016 годы) в районе НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» являлось выделение гидрологических особенностей пресноводных систем архипелага Северная Земля, включая особенности их водного и ледового режимов, на фоне их высокой уязвимости в условиях изменений глобального и регионального климата. Оценка состояния и изменчивости природной среды в части элементов водного баланса речных водосборов, в том числе оценка пресноводного стока на замыкающих створах, позволила получить представления о количественных параметрах балансовых составляющих.

В качестве гидролого-криосферного полигона для исследований был выбран бассейн перигляциальной области ледника Мушкетова (о. Большевик — территория прилегающая к району расположения НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»») с вытекающими из него водотоками. Основные объекты исследований гидрологического отряда расположены на северном (реки Амба, Мушкетова, Останцовая — 3 года наблюдений) и северо-восточном (реки без названия, Новая, Черная — 2 года наблюдений) склонах ледника.

Цели исследований 2016 года:

- сбор исходных данных для оценки водозапаса в снежном покрове в предпагодочные периоды на водосборных бассейнах рек;

Карта участка гидролого-криосферного полигона, являвшегося объектом гидрологических исследований при проведении полевых работ в сезоны 2014–2016 годов.



- сбор новых данных для проведения количественных оценок характеристик гидрометеорологического и гидрохимического режимов водных объектов (рек);

- исследование сезонной и внутрисуточной изменчивости речного стока;

- получение сравнительных характеристик гидрометеорологических параметров по полученным данным за 3 года наблюдений;

- определение гидравлических характеристик в руслах и на водосборах исследуемых водных объектов.

Для обеспечения полевых работ за период 2014–2016 годов, ввиду достаточного удаления (до 25 км) гидрологических пунктов наблюдений (ГПН) от НИС, и для осуществления мониторинга на исследуемых водных объектах были организованы в 2014 и в 2015 годах два выносных пункта наблюдений на базе сборных домиков ПДКО. Доставка специалистов в места проведения работ осуществлялась с помощью гусеничной техники стационара (ГТС, ГТТ, снегоболотоход «Ирбис», снегоходы «Буран»). Связь обеспечивалась спутниковой сетью связи Iridium, а с 2016 года, дополнительно, — радиостанциями УКВ-диапазона (переносными и стационарно установленными на транспортных средствах и в домиках ПДКО).

Пополнение электронного архива данных гидрологических наблюдений

В сезон 2016 года (в период апрель – октябрь) в соответствии с целями Программы полевых гидрологических работ перед экспедиционной группой, как и в предыдущие годы, были поставлены следующие задачи:

- организация и выполнение ландшафтно-маршрутной снегомерной съемки по продольным и поперечным (реперным) профилям на водосборах рек, впадающих в бухту Амба и залив Микояна;

- проведение наблюдений за период гидрологического цикла за состоянием водных объектов, включая проведение наблюдений за стоком воды, наносов и гидрохимическими характеристиками на ГПН 6 рек;

- при возможности установки мерзлотометров — организация и производство наблюдений за оттаиванием вечной мерзлоты на створных профилях рек и водосборах.

Для обеспечения дифференцированного учета снеготазпасов по основным элементам рельефа были выполнены ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки по продольным и поперечным (реперным) профилям.

Снегомерные исследования в 2016 году проводились по маршрутам (профилям) и в точках, определенных заранее в камеральных условиях, с учетом их местоположения (регистрация плановых координат

GPS-приемником) в предшествующие сезоны в 2014 и 2015 годы наблюдений.

Расположение профилей определено протяженностью порядка 5–9 км из расчета количества точек измерений не менее 10 на 1 км².

Северная часть полигона — два реперных профиля, расположенных вдоль рек Амба, Мушкетова, два поперечных профиля — нижний и верхний, расположенных ниже 50-метровой изогипсы и выше 100-метровой изогипсы соответственно.

Северо-восточная область полигона — два профиля вдоль рек Останцовая и без названия.

Результаты весенних снегомерных работ показали, что район исследований в 2016 году в целом не отличается максимальными снеготаласами в сравнении с предшествующими годами наблюдений. Хотя надо отметить, что снегонакопление на различных водосборах происходит не одинаково. На водосборе реки Останцовая и вдоль нижнего течения рек (абсолютные высоты до 30 м) снеготаласы в 2016 году превышают снеготаласы прошлых лет, на водосборе реки Мушкетова и вдоль верхнего течения рек северной экспозиции Мушкетова, Останцовая (абсолютные высоты более 100 м) снеготаласы в 2016 году меньше снеготаласов прошлых лет, а на водосборе реки Амба существенно не отличаются от предшествующих лет. Основываясь на геолого-геоморфологической изученности района и топографических данных, было выполнено 6 снегомерных профилей, что позволило, с одной стороны, произвести точные измерения на каждой точке, а с другой — сократить район исследований.

В летне-осенний период наблюдения за стоком рек охватывают весь период наличия стока — от начала таяния до промерзания реки. Проведенные измерения уровня и расходов воды по перечисленным выше рекам, с учетом метеорологических данных, позволяют определить и оценить количественные характеристики годового стока. Организация дополнительного гидрологического пункта наблюдений в истоке реки без названия и проведенные параллельно наблюдения на ГПН, расположенном в устьевом участке реки, позволяют выделить вклад различных факторов в питание рек (в частности, ледниковый сток).

На всех семи ГПН выполнялись серии регулярных стандартных наблюдений один раз в 5–7 дней. Наблюдения за уровнем воды осуществлялись круглосуточно при помощи регистраторов уровня и температуры воды Solinst Levelogger Edge. Состав наблюдений в июне и июле: контрольные измерения уровня воды, измерения расходов воды; в августе и сентябре дополнены наблюдениями за состоянием водного объекта, метеорологическими параметрами, контрольными

наблюдениями за температурой воды и отбором проб воды на гидрохимический и бактериологический анализы. Непосредственно при отборе проб определялся ряд гидрохимических показателей (рН, электропроводность, растворенный кислород) с помощью портативного электрохимического прибора "HACH-LANGE HQ30D". Всего за сезон 2016 года по всем ГПН было выполнено 95 серий наблюдений.

Для производства наблюдений за оттаиванием вечной мерзлоты были изготовлены мерзлотомеры типа АМ-21. Организация постановки мерзлотомеров (5 шт. заложены в створе реки Мушкетова на различных высотах) и полученные тестовые данные по двум мерзлотомерам, установленным на территории НИС, позволяют в следующем сезоне определить границы промерзания (оттайки) грунта. Что важно учитывать при расчетах расходной составляющей (количество воды, поступающей из верхнего слоя грунта) водного баланса.

Геолого-геоморфологическая характеристика района работ

Для определения гидравлических характеристик исследуемых водных объектов одной из задач в 2016 году являлось производство геолого-геоморфологической съемки русла реки Мушкетова и ее водосборного бассейна. При решении данной задачи необходимо было понять общие, в рамках исследуемого региона, геологические процессы; определить состав горных пород, который характеризует удельный вес переносимого материала, его прочностные характеристики; выделить тектонические особенности, которые повлияли на формирование рельефа долин рек, а также их водосборных областей. Геолого-геоморфологические особенности были изучены в пределах водосборных бассейнов рек Мушкетова, Останцовая и Новая.

Перечисленные выше реки находятся на севере острова Большевик. Остров Большевик сложен в основном протерозойскими породами (аргеллиты, алевролиты) и осложнен Байкальской и наложенной на нее Герцинской складчатостью.

Аргеллиты — камнеподобная глинистая горная порода, образовавшаяся в результате уплотнения, дегидратации и цементации глин при диагенезе и эпигенезе. Алевролиты — твердая осадочная горная порода, состоящая из зерен неправильной формы, размером 0,01–0,1 мм. На многих платформах в связи с отдельными фазами Байкальской складчатости формируются авлакогены (глубокие, вытянутые в длину на сотни километров прогибы), заполнявшиеся мощными осадочными и осадочно-вулканогенными отложениями, горизонтально связанными с плитными комплексами. Байкальская складчатость предопределила размещение главнейших

Измерение расхода воды на реке Останцовая.



Образцы пород: аргеллиты (а), алевролиты (б).





Мерзлотер типа AM-21 у финского домика НИС.

структурных элементов Земли на протяжении всей ее последующей истории. Герцинская складчатость имела место с девона по триас (350—300 млн лет назад). Вначале происходили процессы накопления (седиментации) материала (образования горных пород), затем тектонические процессы Байкальской складчатости (основные зоны сжатия и растяжения) с наложением Герцинской складчатости и возникновением горообразования и гранитоидного магматизма интрузий.

Вследствие перечисленных выше причин образовались определенные формы рельефа. Основными формами рельефа о. Большевик являются горные плато, возвышенная равнина, низменная равнина. Низменная равнина — нижняя гипсометрическая поверхность о. Большевик — поднимается до 100–120 метров над уровнем моря. Низменная равнина является преобладающим типом рельефа в северо-восточной части о. Большевик (район и прилегающая территория научно-исследовательского стационара). На низменной равнине хорошо прослеживаются пять морских террас с абсолютной высотой 80–120, 60–70, 30–40, 15–20 и 5–10 м. Основным признаком наличия морских террас является присутствие морской гальки, а также характерные формы рельефа.

Исходя из вышеизложенного, можно представить себе район, в котором развивались речные долины исследуемых рек. Стоит отметить, что все исследуемые реки согласуются с геологическими разломами. Река Новая согласуется с разломом типа сброс (зона растяжения), остальные реки согласуются с разломами типа взброс (зоны сжатия). По этой причине берега долин рек сложены породами с вертикальным выходом пластов горных пород.

Был изучен фракционный состав пород, обработанных и перенесенных водным потоком. Фракционный состав в конечных зонах проточных частей рек достаточно сильно варьирует.

Русло реки Мушкетова. Вертикальные выходы пластов горных пород.



Русло реки Мушкетова характеризуется равномерным распространением фракций порядка 2–3 см, с галькой 5–10 см. Стоит отметить, что изучение фракционного состава материала в русле реки Мушкетова осложнено большим количеством обломочного материала (деллювиальных отложений), связанного с разрушением горных пород под действием тектонических и эрозионных процессов.

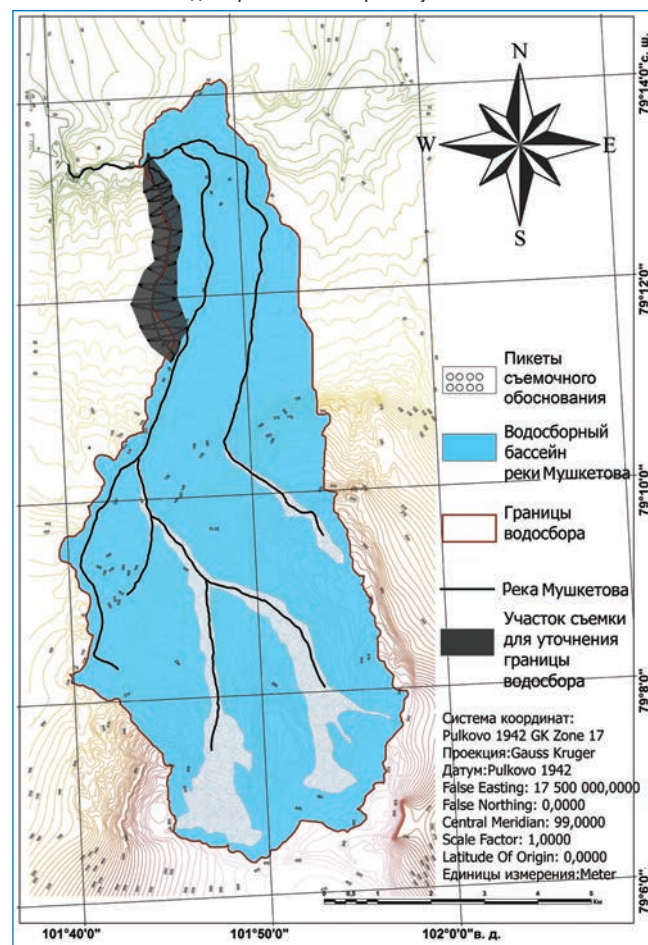
В сравнении с фракционным составом в русле реки Мушкетова русла рек Новая и Останцовая характеризуются следующими параметрами: в русле реки Новая распространение фракций достаточно равномерно, порядка 1 см, с галькой до 5–10 см, в свою очередь русло реки Останцовая характеризуется неравномерным распространением фракций и их крупности, что в ряде случаев выражается в образовании углублений (ям размыва) от 1 метра в диаметре по направлению потока до песчаных намывов по бортам постоянно меняющегося русла. Это также свидетельствует и о неравномерности динамики руслового потока и связано с мощными сбросами талых вод со снежников, расположенных в верховьях реки, а возможно, и с ледника Мушкетова.

Геоморфологические работы выполнены при участии специалиста-геоморфолога отдела географии ААНИИ И.С. Ежикова.

В полевой сезон 2016 года геолого-геоморфологические исследования помогли установить основные типы разломов, а топогеодезическая съемка, выполненная совместно с геодезическим отрядом, позволила существенно уточнить границы и площади водосборов.

В 2016 году впервые была применена методика топогеодезической съемки с использованием профессионального спутникового геодезического оборудования Sokkia GRX-2, которое было установлено на снегоболотоход «Ирбис».

Участок водосбора для уточнения границы на общей карте водосборного бассейна реки Мушкетова.



В ходе итерационной работы по выделению границ водоразделов на базе построенной в геоинформационной системе (ArcGIS version 10.0) цифровой модели рельефа (ЦМР) выявлена необходимость уточнения границ водоразделов на некоторых участках в полевых условиях. Для уточнения границ водосборов на участках водосборного бассейна реки Мушкетова была выполнена плано-высотная съемка рельефа масштабом 1:5000 с применением спутникового геодезического оборудования. В результате обработки полученных данных (1791 пикет) построена дополнительная ЦМР (матрица 0,5×0,5 м) данного участка, проведены изолинии методом интерполяции (сечение горизонталей 1 м), по вершинам определена уточняющая граница водосбора на данном участке.

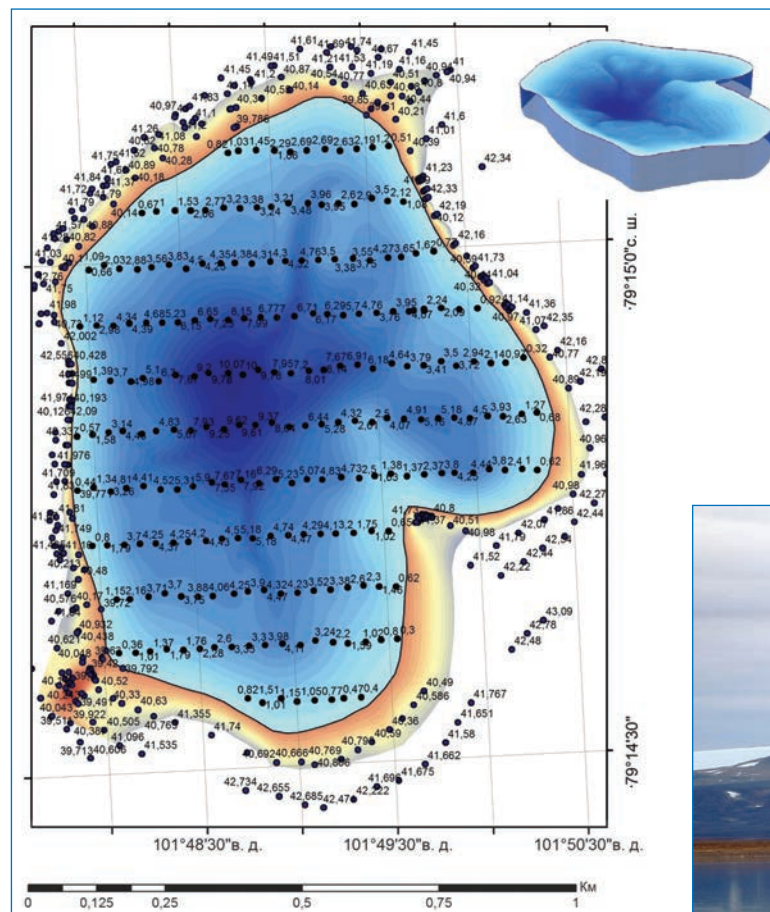
Основной задачей данного вида работ является отработка методики измерений и обработки полученных данных. В результате, исходя из расчетных гидрографических характеристик водосборного бассейна и на основании полученных значений, неточность определяемой площади водосбора максимально может составить до 10 %, что является весьма существенным для дальнейших расчетов.

Также стоит отметить, что примененный способ измерений является в части полевых работ по трудоемкости и времени проведения малозатратным и эффективным при соответствующей камеральной обработке. А отработываемая методика производства и обработки позволит в будущем выполнять большое количество измерений, используя современное оборудование.

Исследование озера Твердое

Отдельной задачей являлось исследование озера Твердое. Оно является действующим источником водоснабжения питьевой водой научно-исследовательского стационара «Ле-

Батиметрическая карта и карта высот прибрежной зоны озера Твердое.



довая база «Мыс Баранова», что определяет особое внимание к нему. Озеро расположено в 5,5 км к юго-юго-востоку от НИС. Гидрохимические и бактериологические исследования воды из озера начались в сезоне 2014 года и продолжались до настоящего времени (2016 год).

Целью работ в 2016 году на озере было проведение исследований для получения данных по гидрологическому режиму, динамическим явлениям, определение запаса воды в озере на момент проведения съемки и получение кривой объемов озера.

Помимо гидрологических работ (наблюдения за уровнем, батиметрическая съемка озера, измерение расхода воды в сточном ручье) комплекс исследований включает в себя: определение типа генезиса озера, геолого-геоморфологическую съемку водосборного бассейна озера с обеспечением топогеодезической основы, отбор проб воды на гидрохимический, бактериологический, изотопный анализы с разных глубин.

Все полевые работы были выполнены в полном объеме, результаты будут представлены в отчете экспедиции и в дальнейших публикациях.

В последующем планируется продолжить комплексные гидрологические наблюдения на озере Твердое и водотоках для накопления рядов наблюдений, их уточнения и выявления статистических закономерностей.

В заключение следует отметить, что в 2016 году использование комплекса методов (гидрология, топография и геодезия, геология и геоморфология) для выделения гидрологических особенностей пресноводных систем на гидролокриосферном полигоне в перигляциальной области ледника Мушкетова позволило повысить точность полученных данных, сократить площади исследуемых территорий (в соответствии с их структурными особенностями), а также получить дополнительные критерии оценки надежности решения уравнения водного баланса.

Работы выполнены в рамках темы ЦНТП 1.5.2.4 «Комплексные исследования окружающей среды архипелага Северная Земля и прилегающих районов акватории СЛО на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»». Экспедиционные исследования финансируются за счет бюджетных средств ВАЭ ААНИИ (рук. В.Т. Соколов, рук. Программы исследований — А.П. Макштас).

*А.Н. Рачкова, А.А. Трунин (ААНИИ).
Фото А. Парамзина*

Промерные работы на озере Твердое.

