

распределения толщины консолидированного слоя внутри торосистого образования. Информацию для решения этой проблемы представляет, в частности, и наше исследование. Средняя толщина консолидированного слоя тороса № 1 составила 2,4 м, максимальная — 4,3 м, минимальная — 1,1 м. Консолидированный слой хорошо развит, имеет плоскую форму без резких изменений толщины. В отличие от первого на торосе № 2 консолидированный слой неоднороден по толщине, под парусом имеет меньшую толщину, что может быть связано с экранированием парусом и препятствием проникновению холода к килю тороса. Консолидированный слой тороса № 3 несколько меньше по толщине, чем у тороса № 1, за счет более молодого возраста и имеет выраженный прогиб под парусом.

Наблюдения за нижней поверхностью киля тороса № 1 с помощью ТПА выявили существенное различие в экстремальных значениях осадки киля. Другими словами, осадка киля не так значительна, как по данным термобурения. Необходимо отметить, что эти исследования проводились спустя месяц после начала термобуровых работ на торосе. Для проверки было пробурено несколько контрольных скважин в области максимальных значений киля. Оказалось, что в результате бурения большого количества скважин на ограниченной площади под лед попадает значительное количество подогретой воды, тем самым размывая нижние участки киля. В результате оплавления блоков льда киля некоторые перемычки, скрепляющие блоки, разрушаются, освобожденные блоки смывает подводными течениями. Уменьшение осадки киля за счет этого искусственно вызванного таяния, по нашим оценкам, достигало двух метров.

Специалисты по физико-механическим свойствам льда, связывая свои данные о прочности льда с данными термобурения, традиционно отдают предпочтение электротермобурению. Для сравнения двух методов (бурения горячей водой и электротермобурения) было выполнено тестовое бурение 11 скважин электротермобуром на торосе и ровном льду. Хотя схожесть результатов этих методов уже подтверждена ранее проведенными экспериментами, позже будет выполнен тщательный анализ полученных результатов.



Вырезка майны водяным ледорезом.
Фото В.А. Бородкина.

Помимо основной работы по исследованию строения торосов группой термобурения была произведена отработка технологии резания льда специальным водяным ледорезом с использованием штатного водоподогревателя установки УВБЛ. Этим оборудованием были приготовлены две майны в ровном льду. В одном случае это была майна для установки под лед гидролокатора, и толщина льда составляла 2,7 м, в другом — майна для океанологического оборудования во льду толщиной 1,6 м. Также в ознаменование окончания буровых работ и в качестве подарка зимовщикам в ровном льду был вырезан мини-бассейн с дном для купания в морской воде.

При выполнении работ вредного антропогенного воздействия на природную среду не выявлено.

Результаты научных исследований, выполненных в весенний сезон 2016 года группой термобурения совместно с группой ледоисследователей со стационара «Ледовая база «Мыс Баранова»», расширяют знания о ледовых условиях пролива Шокальского и вносят весомый вклад в изучение строения ледяных образований Арктики.

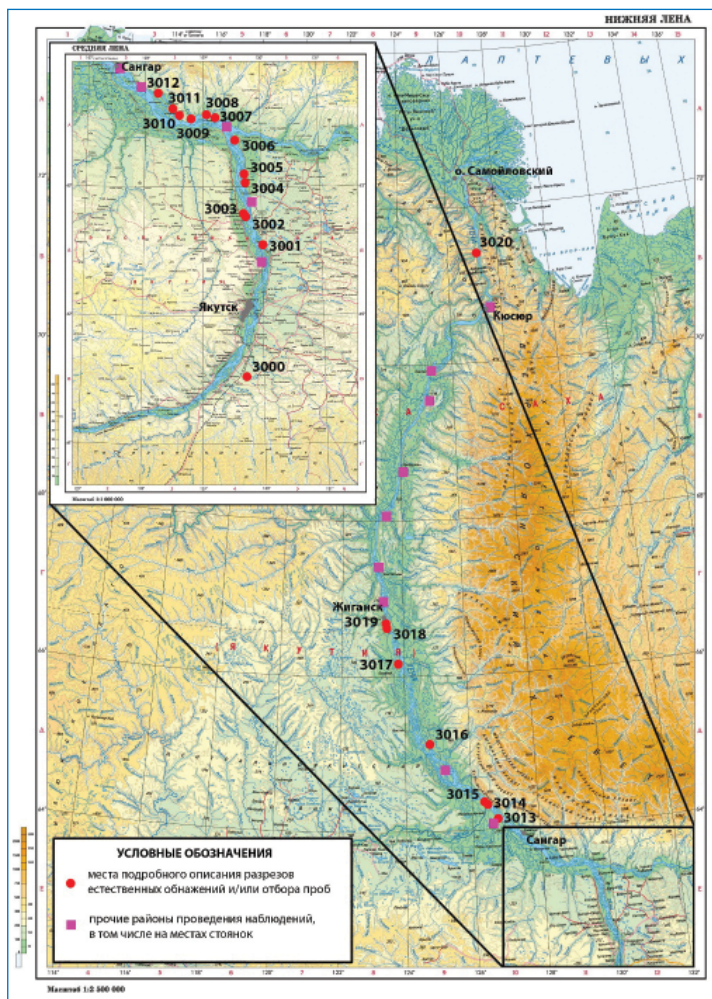
В.В. Харитонов (ААНИИ)

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДОЛИНЕ Р. ЛЕНЫ

Долина р. Лены, самой крупной по протяженности и водному стоку реки Сибири, стала еще одним объектом исследований в 19-й ежегодной с 1998 года российско-германской экспедиции на берега моря Лаптевых. Все эти годы главным объектом исследований была дельта р. Лены, закономерности строения и развития которой исследовались во всех проведенных экспедициях. Но дельта — результат взаимодействия реки и моря. Морские факторы достаточно широко исследованы и результаты исследований опубликованы (Большаянов Д.Ю., Макаров А.С., Шнайдер В., Штоф Г. Происхождение и развитие дельты р. Лены. СПб.: ААНИИ, 2013. 267 с.). Но какое же значение имеет река для формирования дельты? Этот вопрос менее освещен исследованиями. Начало работам в долине р. Лены было положено в 2012 году, когда в рамках мегагранта Йорном Тиде (почетным профессором СПбГУ, бывшим директором Института полярных и морских исследований Альфреда Вегенера, Германия) был организован проект по исследованию долины величайшей реки Сибири.

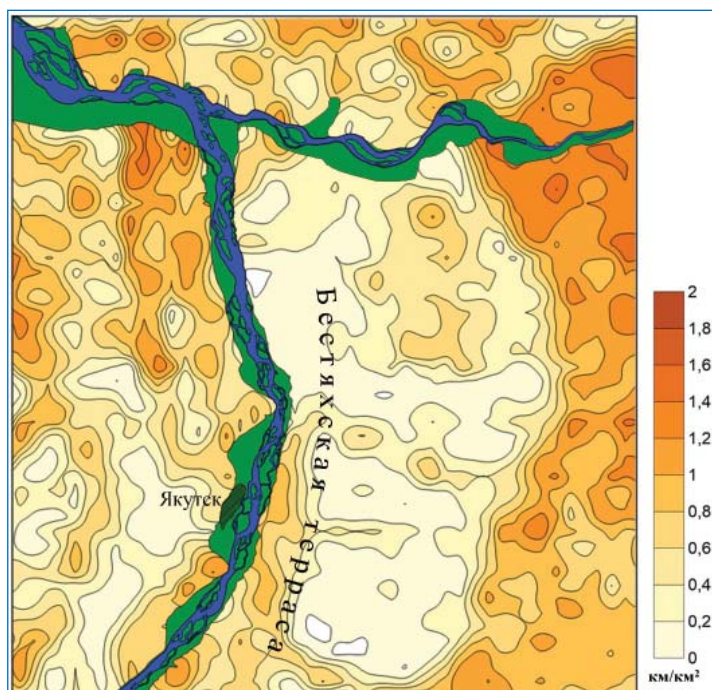
Начавшийся в 2012 году проект закончился очень быстро, а денег на него практически и не было — удалось провести

лишь экспедицию в верховья реки, которая почти не дала результата, т.к. анализ материалов экспедиции не был проведен в связи с отсутствием средств на обработку полученных данных. Но осталось желание все же проникнуть в тайны истории развития реки. В 2013 году на свои средства была организована мини-экспедиция в районе Якутска и получены первые датировки Бестяхской террасы и отложений левого склона долины в районе пос. Эдейцы. Тогда сам Йорн принимал участие в экспедиции, поддержанной Институтом мерзлотоведения Сибирского отделения Академии наук в лице заместителя директора М.Н. Григорьева и доцентом Северо-восточного федерального университета О.А. Поморцевым, которые помогли добраться на правый берег реки — на Бестяхскую террасу, и вверх по левому берегу реки. В 2014 году в рамках российско-германской экспедиции удалось провести работы в низовьях реки от дельты до пос. Кюсюр. Вальдемар Шнайдер выбрал этого судно, маршрут на котором протяженностью в несколько дней дал возможность увидеть, измерить и датировать террасы низовьев реки. Появились совершенно неожиданные данные, осо-



Места проведения геоморфологических исследований в долине Средней и Нижней Лены в 2016 году (цифровыми значениями обозначены номера изъятых образцов для анализа).

Применение дистанционных методов исследования: построение карты густоты эрозионного расчленения долины Средней Лены позволяет выявить относительную однородность рельефа поверхности Бестяхской террасы.



бенно из района Чекуровки. Надо было продолжать. Но средства не запланированы, грантов нет. Снова выручила российско-германская экспедиция, которая и включила в свои планы задачи по осуществлению отдельной экспедиции. А запланировано было исследование долины реки от Якутска до дельты. Цель таких работ — выявление истории развития долины р. Лены, а значит, и в целом ее бассейна. Задачи — изучение геоморфологического и геологического строения долины. Методика основана на принципах московской школы русловедения Н.И. Маккавеева. Основной метод — изучение, картирование и прослеживание по долине речных террас, являющихся свидетелями всех событий (климатических, тектонических) в долине. Это фундаментальные исследования, непосредственной и мгновенной практической отдачи от них нет, но без таких исследований невозможно развитие науки, в частности — геоморфологии. Да и поставленные задачи невозможно решить быстро, для этого необходимы годы специальных работ. Прежние исследователи долины р. Лены рассматривали долину по отдельным участкам. Наша задача состоит в том, чтобы рассмотреть комплекс речных террас в целом. Кроме того, в последние годы появились новые методы датирования четвертичных отложений, которые прежним исследователям были не доступны. Значит, надо садиться в лодку или на судно и плыть по реке, выбираясь на ее живописные берега в тех местах, где есть естественные разрезы четвертичных отложений, изучать их, отбирать образцы на различные виды анализов, чтобы определить возраст осадков, условий их накопления, возраст форм рельефа. Так и было сделано. В июле 2016 года на резиновой надувной лодке авторами пройден маршрут от Якутска до устья р. Вилюй (400 км), далее на судне Института мерзлотоведения «Мерзлотвед» (катер типа «Ярославец») вниз по реке до острова Самойловский (1150 км) в дельте реки, на котором расположена научно-исследовательская станция — база российско-германской экспедиции. Неделя на лодке, неделя на судне. При всей приятности плавания на судне, лодочный маршрут имеет большое преимущество — можно подойти к любой интересующей точке, раскопать террасу, изучить ее строение. Путешествие на судне, обремененном другими задачами, не позволяет посетить все интересующие объекты. С другой стороны, на небольшой лодке невозможно посетить все желаемые точки, т.к. ширина реки достигает до 5,5 км и на небольшой лодке с мало мощным двигателем можно передвигаться в основном вниз по течению. Однако обе части маршрута были наполнены исследованиями. На лодке больше работ по исследованию отложений и террас, на судне — работы по описанию берегов и редкие высадки на обнажения. И то, и другое имеет большое значение. Зная, что достижение цели возможно только через много лет, необходимо поэтапно исследовать долину как при непосредственных высадках на берега, так и с помощью дистанционных методов исследований (карты, космические снимки). Часто по пойменным островам невозможно пробраться из-за лесных завалов, а обнажения террас имеются в основном у реки, и многокилометровые маршруты по залесенным террасам не дадут преимущества перед дистанционными методами исследований.

Первое водное крещение состоялось через полтора часа после отплытия из Якутска, когда внезапный грозовой шквал заставил быстро причалить к берегу и сорвал тут же поставленную палатку. В дальнейшем берега спасали и от других событий, связанных в основном с силь-

ным ветром. Даже на судне приходилось штормоваться сутки и более, ожидая успокоения акватории реки. Великая и разнообразная река. На описанном протяжении долины длиной чуть более 1500 км выделены несколько участков с различным типом руслового процесса, характера берегов. Одним из самых значительных факторов, изменяющих реку и долину, является приток Лены Алдан. До его впадения река имеет многорукавное русло со спокойным характером. Приток вод Алдана значительно изменяет характер Лены. Сила и мощь этого потока, особенно в половодном режиме, определяет характер реки на сотни километров вниз по течению. Впечатление такое, что главной рекой этой водной системы как раз является Алдан. Ниже его устья, ширина которого составляет 4,5 км, плавниковая древесина, заваливающая склоны террас и пойму, появляется в огромных количествах и залегает на высоте сначала до 5, ниже по течению до 7–8 м, в то время как до впадения она залегает на высоте 2–3 м над уровнем меженного русла. Основное же значение Алдана в руслоформировании заключается в том, что его воды несут на порядок больше взвешенных наносов по сравнению с ленскими водами. Коричневая и довольно прозрачная вода Лены следует ниже слияния вдоль левого берега реки, мутная серая вода Алдана — вдоль правого берега. Интересно, что воды не смешиваются на протяжении сотен километров ниже слияния. У поселка Сангар по центру и у левого берега течет Лена, а вдоль правого берега Алдан. Даже у пос. Жиганск насыщенность воды взвешенными частицами больше у правого берега. Эта особенность, вызванная притоком алданских вод, хорошо выражена и в строении террас и пойм. Все аккумулятивные террасы ниже Алдана сложены пылеватými отложениями, имеющими серый цвет. Выше впадения Алдана речные террасы имеют желтый цвет и сложены песками, как, например, обширнейшая Бестяхская терраса, протягивающаяся по правому берегу от Ленских столбов практически до Алдана. Но здесь, выше устья Алдана до 50–70 км замечено, что первая речная терраса по правому берегу Лены сложена алданскими осадками, указывающими на то, что еще несколько тысяч лет назад впадение Алдана в Лену имело место заметно выше по течению последней.

Обе реки своим водным стоком подпирают друг друга, отчего Лена выше Алдана расширяется и замедляет течение, а Алдан в нижнем течении похож на эстуарий в результате подпора его вод ленским потоком. Ниже слияния резко изменяется облик островов. Если выше по Лене они состоят, как правило, из одной пойменной поверхности, то ниже Алдана острова трехъярусные по растительности и двухъярусные по рельефу — сформированы низкая и высокая поймы. Цепочки островов тянутся на десятки километров, образуя между ними столь же длинные протоки. На пляжах, кроме завалов древесины, многочисленны галечные и валунные мостовые среди пылеватых-алевритовых отложений алданских взвесей. Выход из крайней правой протоки Тоб-Ары к мысу горы Ксения-Хаята отмечен обнажениями меловых песчаников, которые далее вниз по течению замещают аккумулятивные образования реки. До мыса наблюдались террасы высотой 30–35, 20–25 и 8–10 м, сложенные аллювием Алдана. Ниже по течению, особенно от Сангара, высокие террасы становятся цокольными или эрозионными. Стремление увидеть обнажения мыса Тас-Тумус заставило пересечь реку от правого берега с поселком Сангар к левому. Пройдя 45 км, достигли горы, которая видна уже за 25 км до подхода к ней. Гора невысокая — 150 м над уровнем моря, 80 м над рекой, но плоская и представляет собой останец террасы реки. Однако аллювиальных накопленных четвертичного времени в естественных обнажениях мы не увидели. Останец сложен меловыми песчаниками. Лена и Вилюй за длительное время эродировали поверхность и образовали эти останцы.



Работа на обнажении аккумулятивной террасы реки Лены, сложенной пылеватыми отложениями, в районе устья Алдана.

Река Вилюй втекает в Лену не очень заметно по сравнению с Алданом. Пойма и первая терраса р. Вилюй в устье сложены песками. На них растут ели, лиственницы, березы, деревья из семейства сосновых и рода тополиных. Река Вилюй спокойно втекает в Лену и лишь своим конусом выноса отодвигает русло к горам — Усть-Вилюйскому хребту. В устье Вилюя три останца меловых пород высотой 120–150 м, которые включены в его аллювиальную равнину. Напротив устья — на склонах гор наблюдается аллювиальная терраса высотой 25–30 м и эрозионные террасы высотой 60 и 120 м.

В устье Вилюя сплавляющихся на лодке ждало судно «Мерзлотовед», на котором и продолжилось путешествие вниз по Лене. Ежедневные палаточные лагеря сменялись комфортабельным пребыванием на судне, но с потерей контакта с дикой природой (дожди и грозы, постоянное ожидание встречи с медведем, утренние и вечерние купания, война с кровососущими насекомыми, ловля рыбы для ухи и другие прелести водного похода).

Ниже устья Вилюя русловой процесс в реке развивается по типу русловой многорукавности, огромное количество островов образовано на дне долины. Местные жители называют этот участок «40 островов» (на самом деле их значительно больше). Рассказы о встречах с медведями в этих местах отличаются фантастическими подробностями. Но буйство лесов на островах и берегах, огромное количество воды, отсутствие крупных населенных пунктов действительно предполагают богатую фауну на суше и в реке.

Слева по ходу судна среди пойменных массивов возвышается Аграфенова гора (по карте возвышенность Аграфена),

Рыбалка на Лене.





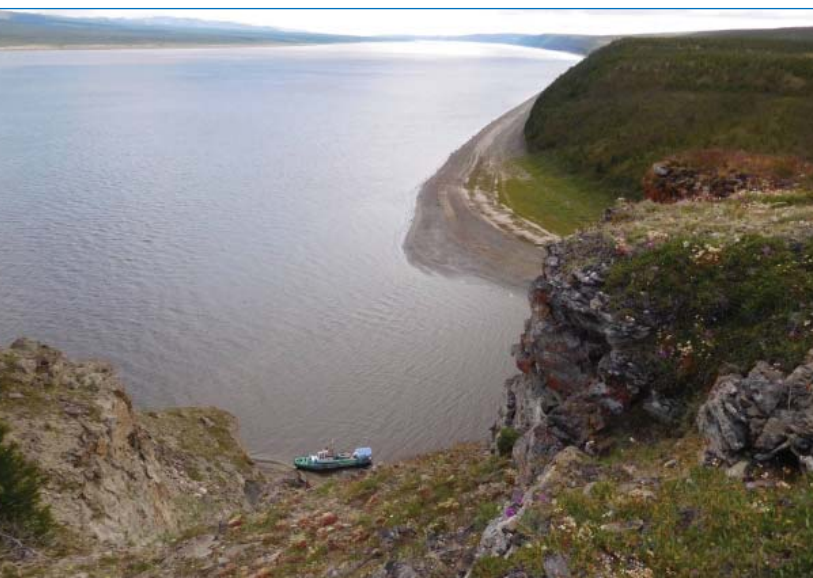
Лестница эрозионных террас в «Ленской трубе».

наблюдения за которой издавна также свидетельствуют, что это эрозионный останец меловых песчаников. В районе пос. Жиганск по левому берегу реки тянутся уступы размыва с обнажающимися меловыми и четвертичными отложениями. Благодаря ночевке в Жиганске и заправке судна удалось обследовать эти обнажения ниже мыса Мавра, найти эрозионный контакт с базальным слоем между меловыми и четвертичными отложениями, отобрать образцы для датирования низов четвертичной толщи.

Ниже по течению дно долины реки то стесняется утесами меловых пород до 8,5 км (при ширине русла 3 км) и представляет собой неразветвленное русло в районе пос. Кыстатыам, то расширяется до 36 км, заполняясь островами и поймами вдоль берегов. То слева, то справа река подмывает коренные берега, образуя уступы высотой до 150 м, сложенные горизонтально залегающими пластами меловых песков и песчаников и протягивающиеся на многие километры вдоль фарватера. Благодаря рыхлости отложений на таких крутых склонах часты осыпи и обвалы, которые иногда становились причиной гибели людей и даже стоявших под обрывами судов. Низкие террасы 7–10, 12–15 м аккумулятивные, более высокие эрозионные, выработанные в меловых породах. Террасы хорошо выделяются в устьях притоков на склонах долин этих притоков.

Ниже пос. Сиктях, который стоит на 15–20 и 35–45-метровых эрозионных террасах, река делает поворот сначала на запад, а затем на восток, образуя широтный отрезок перед входом в «Ленскую трубу» (нижний отрезок долины, заложенный по разломам земной коры среди гор). И здесь на северной широте 70 с половиной градусов впервые почувствовался переход в Арктику. Особенно этому поспособствовала погодная обстановка. На юге мирно плыли кучевые облака среди голубых просветов неба, на севере нависла темно-серая и синяя мгла со струями осадков между небом и землей, ярко-белыми снежниками на склонах хребта Туора-Сис. Перед поворотом на север в «Ленскую трубу» по правому берегу реки замечено, что в первой 10-метровой террасе вскрываются органо-минеральные отложения, или слоенка, являющаяся свидетелем тех событий, когда река была подпружена в результате подъ-

«Ленская труба» и «Мерзлотовед»: вид со скалы в устье притока Лены реки Тигие



ема уровня моря и подпруженный бассейн распространялся сюда — выше устья на 250 км. Такие отложения очень широко развиты в дельте реки и фиксируют этапы повышенного стояния уровня в прошлом.

Долина «Ленской трубы» вопреки широко распространенному мнению об отсутствии в ней террас, как раз изобилует ими, и они представлены здесь всеми уровнями. Так, в устье р. Тигие по левому берегу р. Лены (71° 24' с.ш.), где снова пришлось штормоваться и ждать, когда волны, возбужденные сильным северо-восточным ветром, уменьшат свою высоту, наблюдались следующие террасы: пойма высотой 3–4 м, первая терраса 15–20 м, террасы на высотах 80, 100 и 120 м. Противоположный правый склон долины также террасирован. Там развиты террасы высотой: 20 (выделяется серым цветом валунной отмостки), 80, 120–140, 180–200 м. Поселок Кюсюр стоит на первой 20-метровой террасе.

Этот летний сезон 2016 года выдался холодным, и повсюду в долинах гор в середине июля лежали обширные снежники выше 200 м, а по берегам реки часто встречались нерастаявшие массы половодного речного льда.

Вырываясь из «трубы» у островов Тас-Ары и Тит-Ары, река вырезала в склонах долины террасы на высотах 20, 40–60 и 100 м.

Вот и все — ниже по течению дельта р. Лены, исследованию которой уже было посвящено много полевых сезонов. Что же удалось выяснить в результате исследований долины реки от Якутска и до дельты? Во-первых, ОСЛ-методом датирована Бестяхская терраса напротив Якутска. Она формировалась 18–25 тысяч лет назад, в самое холодное время верхнего неоплейстоцена и сложена аллювиальными осадками, так же как и песчано-алевритовая терраса ниже впадения Алдана по правому берегу. Наши исследования противоречат прежним геологическим данным, по которым построена последняя карта четвертичных отложений России масштаба 1:2 500 000, и на ней эти террасы показаны эоловыми образованиями.

Удалось датировать пески левобережных террас у г. Якутска (Большаянов Д.Ю. и др. К изучению этапов развития долины реки Лены // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Якутск: СВФУ, 2016. С. 469–472). Их возраст на контакте с дочетвертичными породами составляет 234 тысячи лет, а в верхней части толщи 182 тысячи лет. Возраст маломощного покрова аллювия на 54–62-метровой террасе в устье р. Эбетем (близ Кюсюра) составил 164 тысячи лет. Самые неожиданные результаты получены в результате датирования песков, залегающих на левом склоне долины в районе пос. Чекуровка («Ленская труба») на высотах от уреза воды в реке до 50 м над рекой. Их возраст по результатам радиоуглеродного и ОСЛ-датирования составляет 1300–2000 лет, что хорошо совпадает с датировками первой террасы дельты Лены, но не может пока уложиться в стройную схему развития реки, никак не предполагающую повышение уровня воды в «трубе» в результате подпора со стороны моря на 50 м всего около 2000 лет назад.

Поэтому то, что получено в результате исследований долины реки Лены, — это лишь первые данные, которые подтверждают догадки об очень непонятном пока процессе ее формирования. Главное, что удалось выявить террасированность долины на некоторых участках весьма точно, на других приблизительно определить высоту террас. Необходимо продолжать изучение реки Лены всеми доступными средствами — полевыми и дистанционными. Важно также, что есть молодые исследователи, которые продолжают эту работу.

В заключение необходимо поделиться впечатлениями о путешествии по реке, так сказать, на бытовом уровне. Огромная река, протяженностью 4265 км (Лоцманская карта реки Лены от селения Жиганск до устья. М.: ЦКФ ВМФ, 1975. 15 с.),

не имеющая мостов на протяжении 3500 км. Чем живет она сейчас? Не будем оперировать экономическими показателями. Отметим лишь собственные впечатления. Не будем также брать в расчет поселки, связанные с Якутском дорогами (по левому берегу), паромными переправами, где есть промышленность, сельское хозяйство, достаточная связь. Ниже впадения Алдана все по-другому. Жизнь на реке сконцентрирована в более или менее крупных поселках Сангар и Жиганск, в нескольких мелких поселках типа Говорова, Сиктяха, Приленска и множества точек — таборов, где стоят рыбаки. Иногда хороший дом построен на такой точке, чаще — палатки и временки. Вся жизнь на реке вращается вокруг рыбы. Ее ждут (похода), ловят, едят, продают, меняют, сдают. Рыба как деньги, на нее можно все сменять, что требуется: бензин, продукты, спирт, материалы, запчасти, возможность доехать на проходящем судне куда надо. И многие другие потребности обитателей реки. На каждом из работающих судов есть морозильники, коптильни, другие приспособления для приготовления и сохранения рыбы. И это главный экономический двигатель в этих краях. После перестройки резко уменьшилась численность жителей крупных поселков из-за закрытия более или менее крупных предприятий, например шахты Сангара, где добывали знаменитый сангарский уголь. Жители вынуждены были приспосабливаться к новым условиям, и этот процесс очень трудно, но все же происходит в положительном направлении. Те, кто захотел, обзавелся своим транспортом (летом лодка с мотором, зимой — снегоход). Бывшие речники стали промышленниками и промышленляют зверя и рыбу. Те, кто не захотел и не смог, так и находятся на краю существования или за его краем. Показалось, что первых все же больше. И это вселяет надежду на будущее жителей реки. Несмотря на оставшуюся после перестройки разруху, все же приятно было видеть в живописно расположенном Сангаре новые красные и синие крыши домов, а в Жиганске мусороприемники на ули-



Левый террасированный склон долины Лены в «трубе»: вид на поселок Чекуровка.

цах, новейшую больницу, живописный храм Николы-святого, пройти мимо краеведческого музея.

На реке все же есть судоходство, включая и пассажирское. От Якутска в Сангар и Жиганск ходит судно на подводных крыльях, в районе пос. Батамай встретили пассажирский Омик, летом от Якутска до Тикси регулярно ходит пассажирский теплоход. Такого не увидишь и на главной русской реке Волге, где пассажирское судоходство практически ликвидировано. Узнав в школе и университете четкое экономическое правило о том, что морской и речной флот — самые экономичные виды транспорта, теперь удивляешься — а где же этот самый экономичный вид транспорта на наших реках. Видимо, с экономикой не все в порядке.

Но на реке Лене этот транспорт все же есть, а зимой дорога — та же река, только на автомобиле. Есть люди, которые живут здесь и никуда не собираются. Некоторые даже из США возвращаются в родные места. Значит, будет жить великая сибирская река. Значит, ее надо всесторонне изучать.

*Д.Ю. Большаянов, С.А. Правкин (ААНИИ).
Фото С.А. Прядкина*

АЛЬГОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛОРЫ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ ПРОГРЕСС В СЕЗОН 61-й РАЭ

Цель работы состояла в комплексном изучении фитопланктона, эпифитона и фитобентоса в морских (прибрежная часть залива Прюдс) и континентальных водоемах, а также в наземных экосистемах Антарктики.

Работа проводится в рамках подпрограммы «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Антарктике» Государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг. в рамках темы «Выявление особенностей и состояния наземных и морских экосистем Антарктики — изучение биоразнообразия, систематики и флоры мохообразных, лишайников и водорослей суши и моря, биологии, экологии, фитоценологии и географии таксонов и групп в комплексе с оценкой состояния окружающей среды».

Методика сбора и обработки материала

В пресных континентальных водоемах (озерах, озерах, ручьях, лужах) в районе станции Прогресс и станции Бхарати в период с 3 января по 8 февраля 2016 года проводился сбор образцов фитопланктона и фитобентоса (включая эпифитон). В заливе Нелла проводился сбор ледовых водорослей и водорослей-макрофитов.

Для изучения альгофлоры пресных водоемов и почв обследование территорий проводилось маршрутным методом.

Сеть маршрутов строилась так, чтобы были обследованы все имеющиеся водоемы и другие местообитания. Отбор образцов фитопланктона проводился при помощи планктонной сети с размером ячеи 15 мкм в диаметре в основном в водоемах, свободных от снега и льда, обрастания смывались водой с погруженных в воду камней.

Мягкие грунты отбирались стаканчиком. В тех местах, где присутствовало массовое развитие водорослей («цветение»

Отбор проб отбор проб фитопланктона при помощи планктонной сети.

