

ИЗУЧЕНИЕ НАЗЕМНОЙ ФЛОРЫ В ГОРНОМ ОАЗИСЕ ОЗЕРА УНТЕРЗЕЕ В МАССИВЕ ВОЛЬТАТ, ЗЕМЛЯ КОРОЛЕВЫ МОД, АНТАРКТИДА В НОЯБРЕ–ДЕКАБРЕ 2018 ГОДА

В самом начале антарктического лета, в период со 2 ноября по 14 декабря 2018 года в горном оазисе Унтерзее, расположенном в массиве Вольтат, работал полевой отряд международной Антарктической экспедиции TAWANI (*Tawani Antarctic Expedition*).

Экспедиция была организована американским ученым-лимнологом, доктором Д.Т. Андерсеном (*Dale T. Andersen*), старшим научным сотрудником Центра им. Карла Сагана Института SETI (*Search for ExtraTerrestrial Intelligence*), Калифорния, США (*Carl Sagan Center, SETI Institute*), в рамках соглашения о сотрудничестве с Российской антарктической экспедицией, заключенного в 2008 году. Дэйл Андерсен занимается изучением антарктических озер с 1979 года. Ранее ему довелось работать совместно с российскими учеными в оазисе Бангера, а в 2006–2009 годах он работал в Сухих Долинах вблизи американской станции Мак-Мёрдо на Земле Виктории, кроме того, Д. Андерсен много работает в Канадской Арктике.

Комплексные научные исследования озера Унтерзее проводятся под руководством Д. Андерсена в рамках международной программы изучения экологических характеристик антарктических озер начиная с 2011 года. За эти годы в отрядах, организуемых Д. Андерсеном, на озере Унтерзее побывали 66 ученых из разных стран мира. Исследования финансируются из частного фонда, а также Институтом SETI и Астробиологическим институтом NASA. Задачами экспедиции, в дополнение к стандартным базовым инструментальным наблюдениям, прово-

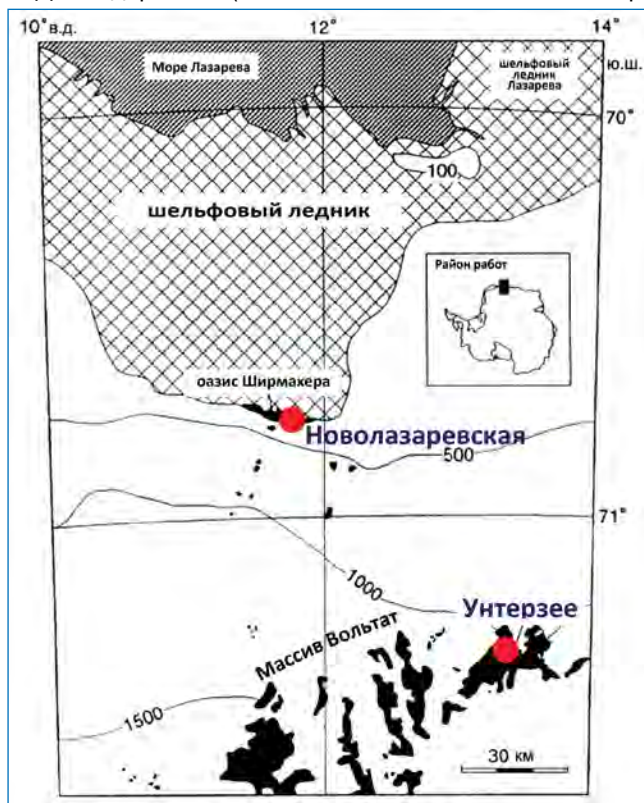
дящимся на озере ежегодно (измерение освещенности, температуры, кондуктивности, *pH* и др. параметров на разных глубинах), являлись экология микроорганизмов, биоразнообразии суши, климат в голоцене и изучение больших конических бактериальных матов, развивающихся на дне озера.

В полевой сезон прошедшего лета из озера, покрытого почти 4-метровой толщины льдом, были взяты пробы воды и образцы бактериальных матов для последующего определения их генома и идентификации вирусов (бактериофагов), а также для изучения той роли, которую они играют в круговороте питательных веществ в водной толще и в бентосных бактериальных матах. Кроме того, на берегу соседнего озера Оберзее была установлена третья уже в этом районе Антарктики автоматическая метеостанция. Методические со всех трех станций ежедневно транслируются через спутник и доступны в режиме онлайн.

Участниками отряда были специалисты разных направлений науки из трех стран — США, Канады и России. Организатор экспедиции и начальник отряда Дэйл Андерсен

продолжил многолетний непрерывный ряд лимнологических наблюдений. Его задачами в этот раз были изучение бактериальных экосистем, выявление и фиксирование признаков жизнедеятельности живых организмов в озерных осадках и на суше в окрестностях озера, а также мониторинг климата и монтаж метеостанции.

Канадский ученый Майлс Эклестон (*Miles Eccleston*) из Университета Трента (Онтарио) оказывал по-



Район проведения работ

мощь Д. Андерсену в отборе проб, проводил различные измерения, например — глубин озера и толщины льда, и обеспечивал техническое и транспортное обслуживание научных работ.

Николь Вагнер (*Nicole Wagner*) и Мия Вандервилт (*Mia Vanderwilt*), аспирантка и студентка Джорджтаунского университета в Вашингтоне (США), отбирали пробы воды, грунта и живых объектов для генетических исследований вирусов (бактериофагов), обитающих в озерных и приозерных экосистемах. Эти исследования являются продолжением работ, ранее проводившихся на озере Унтерзее сотрудниками Института микробиологии в Москве С.Н. Филипповой, В.Н. Акимовым и В.Ф. Гальченко. Мия Вандервилт изучала также криоконитные сообщества микроорганизмов, обитающих во льду ледников и озера.

Выпускник и будущий аспирант Университета Мак-Гил в Монреале (Канада) Камерон Рой (*Cameron Roy*) отбирал пробы воды для изучения состава растворенных в ней газов.

Задачей представителя России — Михаила Андреева, заведующего лабораторией лишенологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и автора этой заметки, — в период деятельности полевого отряда было изучение флоры лишайников и лишайниковой растительности, выявление локальных брио- и альгофлор, а также микрофауны (нематоды) и изучение влияния орнитогенного фактора на формирование растительности и почв.

Доставка группы с аэродрома станции Новолазаревская до полевого лагеря у озера Унтерзее осуществлялась с помощью тягача и заняла 10 часов. Тягач «Эверест» тащил трое саней: одни с контейнером и двое открытых с ящиками, строительными материалами, бочками с топливом, квадрациклом и небольшим балком, в котором ехали три человека. Трое участников отряда ехали впереди на трех снегоходах.

Лагерь экспедиции был разбит на берегу озера, на вдающемся в озеро мысе, и на льду озера. На берегу были установлены две большие палатки в форме эскимосского иглу, в которых исследователи жили по два человека. В палатках были столы, раскладушки и спальные мешки. Палатки с каркасом из двенадцати тонких металлических трубок оказались достаточно прочными и устойчивыми к штормовым ветрам, при условии хорошего крепления их к земле и герметизации оснований. В тех случаях, когда щель между полом и землей не была тщательно закупорена, палатку штормовым ве-

тром могло оторвать от земли и сломать. Условия жизни в палатках были вполне комфортные. Днем было просто жарко, а ночью лишь небольшой минус. На суше была установлена палатка для туалета. Следует отметить, что к вопросам сохранения территории в девственной чистоте руководитель и участники экспедиции относились очень серьезно. Все твердые отходы жизнедеятельности собирались в пластиковые мешки, жидкие сливались в бочки, а сухой твердый мусор запаковывался в ящик. Все это было вывезено при возвращении на станцию Новолазаревская.

На льду озера у самого берега были собраны помосты из досок и толстой фанеры. На помостах были установлены две большие теплые лабораторные палатки: одна для генетических исследований (выделение ДНК), а вторая для оборудования, используемого при погружении в озеро с аквалангом. К сожалению, парогенератор, предназначенный для протаивания во льду майны для погружения, вышел из строя, и эта часть программы выполнена не была. Кроме лабораторных палаток, на помосте была установлена палатка, служившая кухней и кают-компанией. Для транспортировки и хранения части снаряжения и оборудования, а во время шторма — и для жизни в нашем распоряжении был 20-футовый контейнер, поставленный на сани. Воду для умывания, питья и приготовления пищи приходилось получать из озера, пробуравив почти 4-метровой толщины лед. Основной пищей участников были сублимированные смеси из макарон, риса и мяса и растворимые супы в пакетиках.

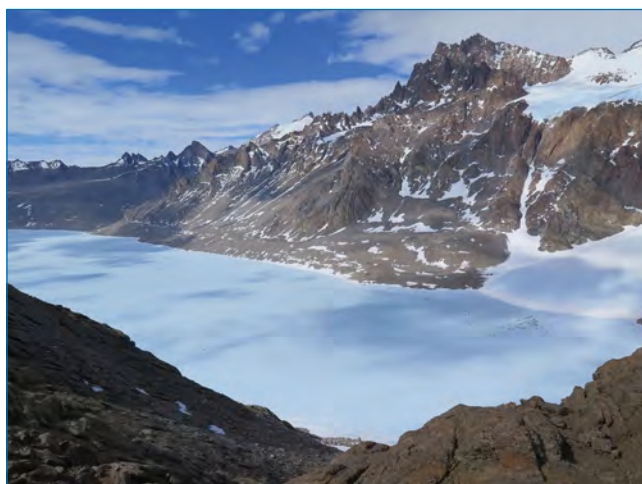
Связь с «большой землей», включая электронную почту, осуществлялась посредством телефона спутниковой системы «Иридиум». Для перемещения по озеру и для поездок к озеру Оберзее в нашем распоряжении были три снегохода с санями и квадроцикл, но, как правило, использовались только снегоходы. Это существенно облегчало работу и экономило время, поскольку подходы к началу маршрутов и к местам отбора проб могли достигать нескольких километров.

Высокогорный массив Вольтат расположен в центральной части Земли Королевы Мод, примерно в 120 км к юго-востоку от российской антарктической станции Новолазаревская. Он состоит из серии меридионально ориентированных хребтов (горы Гумбольдта, хребты Петермана и др.) и гор Грубера (*Gruber Mts., Otto-von-Gruber-Gebirge*), протянувшихся с запада на восток. Оазис Унтерзее с двумя постоянно покрытыми многометровым льдом озерами, расположенный в горах Грубера, зани-

Лагерь экспедиции



Озеро Унтерзее в горах Грубера



мает территорию с размерами примерно 15 км в восточно-западном направлении и 20–25 км с севера на юг.

Само озеро Унтерзее (находится ок. 71° 20' ю.ш. и 13° 45' в.д.) площадью 11,4 км² (6,5 км в длину и 2,5 км в ширину) расположено в горах Грубера, на высоте 563 м над уровнем моря, в глубокой троговой долине, ограниченной с юга, востока и запада высокими, ок. 3000 м, горами с отвесными склонами: Мираж, Циммерман, Бастион, Менцель и пик Ричер (2810 м над уровнем моря). Средний высотный уровень ледника в этом районе ок. 1000 м над уровнем моря. Склоны озерной котловины до высот 300–400 м от уровня озерного льда покрыты моренами отступившего ледника и крупнокаменистыми осыпями. Озеро является одним из самых глубоких в континентальной Антарктиде (глубина более 160 м). Возникшее в процессе таяния ледника во время климатического оптимума в голоцене, озеро уже в течение нескольких тысяч лет постоянно покрыто льдом толщиной от 2,2 до 3,8 м. Оно не имеет стока и пополняется водой в процессе подледного таяния ледника Анучина, замыкающего озерную котловину с северного фланга. В течение года с поверхности озера испаряется около 60 см льда и такое же количество льда замерзает снизу. Озеро Оберзее (3,43 км²), расположенное в том же оазисе в 7 км к северо-востоку от Унтерзее, довольно мелкое. Около половины площади его акватории имеет глубины менее 20 м.

Данные радиоуглеродного анализа свидетельствуют о том, что озерная котловина образовалась в результате деятельности ледника ок. 58 000 лет назад, а современная геологическая и климатическая ситуация сформировалась в оазисе около 7000 лет назад. С этого времени территория оазиса свободна ото льда, о чем свидетельствуют датированные древние гнезда расселившихся здесь снежных буревестников.

Современный климат в оазисе характеризуется значительной степенью суровости, характерной для полярных пустынь: стабильно низкими температурами, сильными ветрами южных и восточных румбов и крайне низкой влажностью воздуха. Средняя годовая температура воздуха у озера Унтерзее составляет –10,6 °С, а число дней в году с положительными температурами колеблется от 7 до 49 за 5-летний период наблюдений. Для района характерны кatabатические ветра южных румбов. Средняя скорость ветра за год составляет 5,4 м/с, максимальная — 35,7 м/с. Среднегодовая относительная влажность воздуха в оазисе составляет лишь 37 %. Соответственно, для местного климата характерны интенсивное испарение и сублимация снега и льда, и лишь незначительную роль в водном балансе играет таяние.

Оазис Унтерзее давно привлекал внимание исследователей, но из-за сравнительной удаленности, логистических препятствий и сложных погодных условий он все еще остается недостаточно изученным. Первый транспортный поход туда состоялся в январе–феврале 1969

года, когда участники 14-й Советской антарктической экспедиции впервые провели географо-геологическое и гидрологическое изучение этой территории. С начала 1980-х годов некоторое время изучением оазиса занимались совместные российско-немецкие отряды. В тот период было изучено геологическое строение территории и проводились лимнологические исследования. Данные о наземной флоре оазиса до настоящего времени были крайне скудные. В частности, из этого района было известно лишь два вида лишайников. Нашей главной задачей был сбор образцов наземной флоры, прежде всего напочвенных и наскальных лишайников, а также мохообразных и водорослей.

За полтора месяца деятельности экспедиции нами было проведено детальное лишенофлористическое обследование всей доступной территории, включая район озера Оберзее. Были обследованы нижние склоны гор, окружающих озерную котловину, плоские холмы, вытянутые косы и мысы и ледниковые морены. Недоступными остались отвесные скальные стены и горные склоны на высотах более 1500 м над уровнем моря, поскольку подняться туда было невозможно, а также те места, где работа была опасна для жизни, — участки склонов, расположенные под висячими ледниками, лавиноопасные кары и осыпи. Особенно сложными для работы оказались крупнокаменистые морены и осыпи, но они же оказались и наименее интересными в ботаническом плане.

Число рабочих дней было не столь велико, как планировалось, что объясняется сложной погодной обстановкой, характерной для весны и начала лета. Кроме нескольких дней с сильным ветром, нам пришлось пережить два сильных шторма, один из которых полностью разрушил лагерь. Во время шторма, продолжавшегося пять дней, нами были потеряны, порваны или унесены ветром, все четыре поставленные к тому времени палатки и часть снаряжения. Последствия второго шторма оказались не столь разрушительными, поскольку мы успели к нему серьезно подготовиться, т.е. хорошо укрепили палатки камнями, сложили стенки и усилили растяжки.

Всего биологические объекты на суше были собраны в 40 пунктах, лишайники — в 34 точках оазиса. Большинство образцов было собрано в более или менее защищенных от ветра местах, на стабильных скалах, чаще всего у снежников, на нагреваемых солнцем склонах северной экспозиции. Около половины образцов собрано на высотах от 750 до 1000 м над уровнем моря, около 20 % — на высотах от 1000 до 1300 м над уровнем

моря. Наиболее высокая точка сбора находилась на высоте 1365 м над уровнем моря.

Во многих пунктах обнаружить и собрать биологические материалы не удалось. Площадь таких «безжизненных» территорий в оазисе оказалась довольно значительной. Всего было собрано около 150 образцов лишайников, мхов и водорослей. Часть образцов взять в коллекцию не удалось либо из-за того, что они были слишком мелкими, либо

Участники экспедиции перед отъездом



объекты находились в очень глубоких трещинах скал и отбить образец было невозможно, либо если видовая принадлежность лишайника не вызвала никакого сомнения — с целью сохранения биоразнообразия в оазисе. В таких случаях данные заносились в полевой дневник, а образец фотографировался.

Материал, собранный в оазисе Унтерзее, сортировался и определялся в полевой лаборатории, организованной на станции Новолазаревская, сразу же по возвращении. До вида была определена большая часть всех собранных образцов лишайников. Проверка определения некоторых образцов сравнением их с гербарными коллекциями и определение оставшегося материала будут проведены в стационарных условиях в Лаборатории лихенологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге.

Всего в результате обработки коллекции, собранной в оазисе Унтерзее, выявлено 24 вида лишайников (включая один лихенофильный паразитический гриб) из 15 родов и 7 семейств: *Acarosporaceae*, *Candelariaceae*, *Lecanoraceae*, *Lecideaceae*, *Physciaceae*, *Theloschistaceae* и *Umbilicariaceae*. Большинство видов лишайников оазиса Унтерзее растут на каменистом субстрате, а около одной четверти видов могут быть встречены также и на мелкозем и мхах. Чуть больше половины встреченных видов (13 видов) являются антарктическими эндемиками. 11 видов — это космополитные биполярные виды, известные и в Северном полушарии. Все лишайники оазиса распространены в Антарктике циркумполярно. Можно сказать, что выявленная лишайнофлора оазиса Унтерзее и по видовому составу, и по

своей структуре мало отличается от других флор оазисов континентальной Антарктики. При этом обнаруживается сходство не только с другими флорами Земли Королевы Мод, но и флорами более отдаленных территорий.

Важным достижением проведенных исследований было обнаружение в оазисе Унтерзее, характеризующемся крайне низким уровнем влажности, мхов, которые будут определены и изучены в Ботаническом институте РАН позднее. Всего отобрано 4 пакета мхов в четырех точках. Производился также отбор проб почвенных водорослей, культуры которых будут изучены в лаборатории альгологии Ботанического института.

Материалы, собранные в процессе полевых исследований, уже большей частью обработаны и определены, а часть передана для обработки специалистам из Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и других научных учреждений. Образцы почв переданы для изучения в Санкт-Петербургский государственный университет д-ру биол. наук Е. В. Абакумову. Образцы, собранные для изучения почвенных нематод, переданы Зоологический институт РАН д-ру биол. наук А. Ю. Рыссу. Водоросли и мхи будут изучены в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова д-ром биол. наук О. Я. Чаплыгиной и канд. биол. наук Л. Е. Курбатовой. По результатам обработки коллекции лишайников в оазисе Унтерзее подготовлена статья, которая будет опубликована в журнале "Antarctic Science".

Исследование оазиса озера Унтерзее будет продолжено в будущем году и в последующие годы.

*М.П. Андреев
(Ботанический институт им. В.Л. Комарова).*