

УДК 551.35

## МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ И ДОННЫХ ОСАДКОВ ЗАЛИВОВ АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ

© 2017 г. В. В. Крупская<sup>1,2</sup>, А. Ю. Мирошников<sup>1</sup>, О. В. Доржиева<sup>1,3</sup>,  
С. В. Закусин<sup>1,2</sup>, И. Н. Семенов<sup>1</sup>, А. А. Усачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

<sup>3</sup>Геологический институт РАН, Москва, Россия

e-mail: [krupskaya@ruclay.com](mailto:krupskaya@ruclay.com)

Поступила в редакцию 06.06.2016 г.

После доработки 12.09.2016 г.

В работе рассмотрены особенности минерального состава донных осадков заливов Благополучия, Цивольки и Абросимова, а также почв на мысе Желания и побережье заливов Абросимова и Степового. Материал собран в ходе двух морских научных экспедиций на НИС “Профессор Штокман” в 2014 г. (128-й рейс) и “Академик Мстислав Келдыш” в 2015 г. (63-й рейс). Проведенные исследования позволили выявить закономерности терригенного сноса в прибрежной зоне заливов, проявляемые в виде уменьшения доли неглинистых минералов и увеличения доли глинистых минералов с увеличением мористости участков отбора проб. Отмеченные увеличения содержания каолинита и смектита в почвенных горизонтах связаны с проявлением биохимического выветривания, в то время как иллит формируется, преимущественно в результате действия физического выветривания.

DOI: 10.7868/S0030157417010075

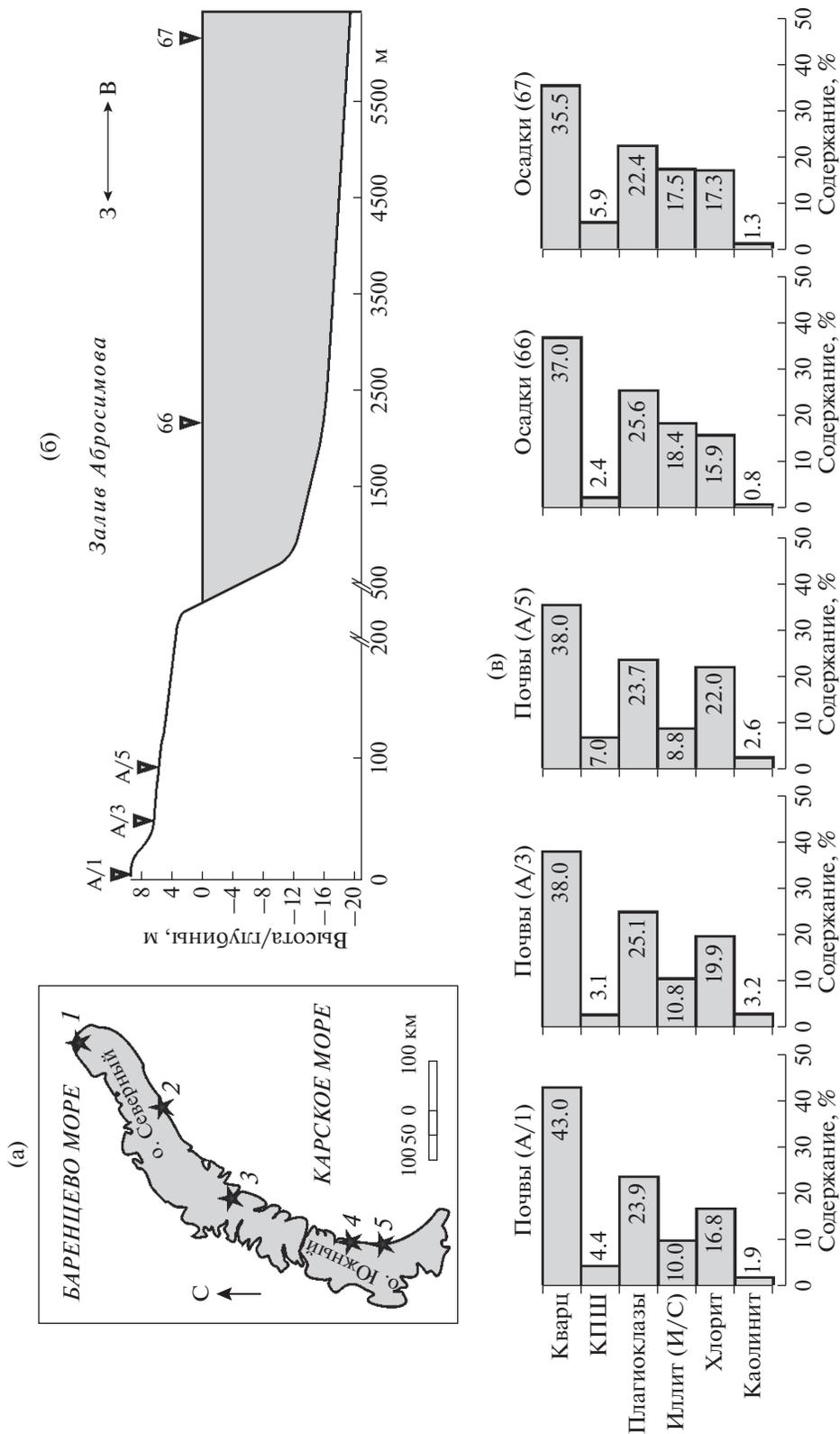
### ВВЕДЕНИЕ

Архипелаг Новая Земля, простирающийся с севера на юг на расстояние более 700 км, до сих пор остается мало изученным в виду труднодоступности из-за существования на его территории закрытого ядерного полигона. В структурно-геологическом плане Новая Земля относится к Урало-Пайхойской складчатой области и сложена, преимущественно, породами палеозойского возраста, которые перекрыты четвертичными отложениями [16]. Палеозойские отложения, включая кембрийские, силурийские, девонские, каменноугольные и пермские, распространены на Северном и Южном островах и представлены известняками, доломитами, глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками. Мезозойские породы встречаются фрагментами и представлены конгломератами, песчаниками, известковистыми конкрециями. Информации о находках третичных пород нет [16]. Четвертичные отложения представлены довольно мощными ледниковыми, ледниково-морскими и морскими образованиями [7, 16, 27].

К настоящему времени опубликованы натурные данные по почвам преимущественно западной части Новой Земли: Снежным горам (западная часть о. Южный, 0.5 км к северо-востоку от р. Плутовки, подножие Снежных гор, левобере-

жье р. Паньковой), побережьям губы Грибовой [3], Белушьей и Крестовой [9, 15] и оз. Крест-то [4, 18]. Согласно этим работам, для почв и почвенного покрова архипелага характерны следующие черты: полосчатый характер комплексов, мощный “торфянисто-гумусовый” горизонт значительно прогумусированных “зональных” арктических типичных почв, сильная оглееность и преобладание гумуса фульватного состава. Региональной особенностью Новой Земли является преобладание в структуре почвенного покрова выходов коренных пород и почвопленок, а также грязно-серо-бурая окраска почв, унаследованная от материнских пород (разнообразных сланцев и известняков) и лучшее развитие растительности на западном побережье, чем на восточном из-за обогревающего действия теплых течений Баренцева моря.

Информации по составу донных осадков заливов Новой Земли, в особенности заливов восточного побережья, в опубликованной литературе еще меньше, чем по составу почв. Детальные исследования в бухте Русская Гавань на западном побережье острова Северный демонстрируют высокие скорости осадконакопления в голоцене на уровне 0.5 см/год [27]. До настоящего момента нет опубликованных данных, позволяющих оценить скорости осадконакопления в заливах восточного побережья Новой Земли. В работе [1]



Положение полигонов отбора (а) на побережьях (1 – мыс Желания) и в водах заливов (2 – Благополучия, 3 – Цивольки, 4 – Степового, 5 – Абросимова) архипелага Новая Земля; гипсометрический профиль на полигоне залива Абросимов (б); минеральный состав верхнего слоя почв и осадков (0–2 см) в заливе Абросимова (в), цифрами отмечены станции грунтового опробования. Почвы: А/1, А/3, А/5; осадки 66 и 67 – названия станций опробования. КПШ – калиевый полевой шпат. И/С – иллит-сметит смешанно-слоистые минералы.

приводятся данные по литологическому описанию коротких колонок (до 22 см) в губах Крестовая, Митюшиха, Грибовая и восточном устье пролива Маточкин Шар. Гранулометрический состав осадков определяется, преимущественно, гидродинамическими и геоморфологическими условиями в заливах. В заливе Степового описаны донные осадки на глубинах моря 32–56 м [13], представленные желтовато-серыми алевро-песчаными обводненными осадками (0–4 см) и серыми плотными пелитами и глинами (4–29 см) с примазками гидротроилита. Авторы указывают, что состав донных осадков этого залива отражает состав разрушающихся горных пород, слагающих его берега, и материала, переносимого реками Степового и Короткой. При этом поверхностные осадки (0–4 см) формируются из обломочного материала берегов залива за счет переноса щебня и глыб пермских аргиллитов с близлежащих склонов, дресвы – временными потоками, а основной части песка и алеврита – реками. Плотные глины в свою очередь сформировались за счет отложения пелитовой фракции в осевой части залива с глубинами больше, чем в горле. Возможно, более подробную информацию о составе почв и осадков Новой Земли можно найти в фондовых материалах ААНИИ, ВНИИ Океангеология и других организаций, которые работали в районе архипелага, но в научных журналах на настоящий момент таких данных нет.

Цель данного исследования – изучить минеральный состав почв и осадков заливов архипелага Новая Земля, показать унаследованность их минерального состава от коренных пород и выявить особенности условий выветривания.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате научно-исследовательских морских экспедиций на НИС “Профессор Штокман” в 2014 г. (128-й рейс) и “Академик Мстислав Келдыш” в 2015 г. (63-й рейс) был собран уникальный донно-каменный материал осадков и почв в заливах Благополучия, Степового, Абросимова, Цивольки и на мысе Желания (рисунок а). Частично, усредненные данные по минеральному составу почв, отобранных в 128-м рейсе НИС “Профессор Штокман”, вошли в публикацию Лаверова и др. [11], частично, средние составы почв и осадков заливов Благополучия, Степового, Абросимова и Цивольки опубликованы в работе [17]. Из-за труднодоступности ряда заливов для заборных геологических работ и разреженности почвенного покрова отобрать во всех заливах полные разрезы (почвы–осадки) не всегда представлялось возможным. Наиболее полный разрез, который включал в себя почвы и осадки, представлен на примере залива Абросимова (о. Южный).

Почвы опробовали из каждого генетического горизонта на побережье заливов Абросимова (6 почвенных разрезов) и Степового (5) и послонно с шагом 1 см на мысе Желания (7). Кроме того, отбирали коренные породы и наилки для оценки трансформации минерального состава. В заливах Благополучия (3 колонки), Цивольки (3) и Абросимова (2) донные осадки отбирали в ходе заборных работ специальными трубками (саборкерами) из боксбореров послонно с шагом 1 см. Максимальный выход осадка не превышал 20–25 см.

Основным методом лабораторных исследований являлась рентгеновская дифракция, которая позволяет получить корректные данные о минеральном составе изучаемых образцов [10, 12, 19]. Порошковые неориентированные препараты образцов почв и осадков изучали на рентгеновском дифрактометре ULTIMA IV фирмы Rigaku (Япония). Рабочий режим – 40 кВ–40 мА, медное излучение, никелевый фильтр, полупроводниковый детектор DTex/Ultra, диапазон измерений – 3–65° 2 $\theta$ , шаг по углу сканирования 0.02° 2 $\theta$ , скорость сканирования – 5° 2 $\theta$ /минуту.

Диагностика минерального состава проводилась методом сопоставления экспериментального и эталонных спектров из базы данных PDF-2 в программном пакете Jade 6.5, компании MDI с использованием специальной литературы [5, 6, 26]. Количественный анализ осуществлялся методом полнопрофильной обработки рентгенодифракционных картин от неориентированных препаратов по методу Ритвельда [14, 20] в программном продукте BGMN ([www.bgm.de](http://www.bgm.de)). Погрешность расчетов количественных содержаний по методу Ритвельда обычно оценивается в 2–3% и складывается из ошибок расчета для каждой фазы, которая может составлять от 0.5 до 2–3% для разных фаз.

Наиболее распространенным подходом минералогических исследований в морской геологии и седиментологии до настоящего времени считалось комплексирование данных по изучению минерального состава тяжелой фракции в иммерсионных препаратах и расчет соотношений глинистых минералов во фракции <2 или <1 мкм по методике Бискайя [21, 24]. При этом минеральный состав в целом породы или осадка не рассматривается, что связано, преимущественно, с методическими возможностями и ограничениями. В отличие от указанного подхода, применение полнопрофильного рентгеноструктурного анализа по методу Ритвельда [8] позволяет получать более корректные данные по количественному минеральному составу дисперсных пород и руд, что демонстрируют результаты международного конкурса по количественному анализу Reynolds Cup, проводимого при поддержке ведущего общества

по изучению глин и глинистых минералов – The Clay Minerals Society (<http://www.clays.org/>).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Почвы мыса Желания.** На севере Новой Земли из-за суровости климата и преобладания физического выветривания над химическим, процессы почвообразования развиты слабо и значительные территории заняты крупноглыбовыми и мелкокаменистыми россыпями с распространением почв-пленок [3]. Преобладающими “нормальными” почвами здесь являются петроземы типичные мощностью не более 10 см. В верхних частях гор и их склонов отсутствуют не только почвы, но и скопления мелкозема. В единичных случаях на периодически затапливаемой территории северо-восточной окраины обмелевшего приледникового озера формируются маломощные аллювиальные серогумусовые почвы. Под органическими горизонтами сразу залегают коренные породы или их дериваты (щебнистый сланец) или отмечается переходный к породе горизонт, содержащий до 60% щебня.

Минеральный состав изученных почв отражает интенсивность выветривания в условиях арктического климата (таблица). Так, увеличение доли иллита по сравнению с обломками коренных пород маркирует преобладание физического выветривания, что характерно для почв арктических пустошей и донных осадков Северного Ледовитого океана [23, 24, 29, 30 и др].

Минеральный состав обломков выветрелых пород, которые приняты за условные материнские породы, отражает типичный состав алевропесчаников, состоящий на 67% из неглинистых минералов (кварца, полевых шпатов и др.) и 32% глинистых минералов (каолинита, иллита, хлорита). Среди почвенных образцов проанализированы минеральные и органо-минеральные горизонты, а также наилки. Средний состав почв и отдельных горизонтов довольно сходны между собой и отличаются от обломков пород повышенным содержанием глинистых минералов и пониженным неглинистых (таблица). Минеральные горизонты относительно материнских пород наиболее сильно отличаются по увеличению доли иллита и каолинита и уменьшению – кварца и плагиоклазов. Ярким отличием органо-минеральных горизонтов является еще более сильное увеличение доли глинистых минералов (в первую очередь иллита и каолинита), появление смектита, а также снижение содержания кварца и полевых шпатов.

Интересным является факт появления значимых (до 4% от общего веса пробы) количеств смектита в органо-минеральных горизонтах, который отличается от иллита в первую очередь лабильностью межслоевого промежутка и широко

распространен в почвах различных климатических поясов. В арктических условиях возможность его педогенного образования контролирует минеральный состав материнских пород, что ранее описано для почв мохово-лишайниковой тундры на серпентинизированных дунитах Полярного Урала [25]. Влияние химического выветривания на образование арктических почв Шпицбергена отмечено на основании присутствия в них гетита, лепидокрокита, небольшой доли смектита и смешанослойных иллит-смектитов без учета органо-минеральных взаимодействий [28].

В изученных почвенных разрезах побережий заливов Новой Земли коренные породы характеризуются преобладанием среди глинистых минералов иллита и/или хлорита. Таким образом, нет оснований полагать, что состав субстрата в значительной степени влияет на увеличение доли смектита в почвах. Приуроченность повышенных содержаний смектита и смешанослойных иллит-смектитов к органо-минеральным горизонтам изученных почв отражает биохимическую природу их формирования. Существование биохимического выветривания в ландшафтах Новой Земли предполагалось ранее [3], хотя и не приводилось доказательств в виде результатов минерального анализа.

**Осадки залива Благополучия.** Донные осадки в заливе Благополучия представлены биотурбированными серыми и зеленовато-серыми алевропелитами с примазками гидротроилита, с тонкими прослоями песка и с опесчаненными горизонтами. Зона окисления очень маломощная и не превышает 0.5–1 см. Как будет показано ниже, подобный макроскопический облик характерен и для осадков в других заливах восточного побережья Новой Земли.

По сравнению с описанными ранее почвами мыса Желания, минеральный состав донных осадков залива Благополучия отличается увеличением доли глинистых минералов и уменьшением доли неглинистых минералов (таблица). При этом, не смотря на абсолютные значения глубин, с которых отобраны образцы, минеральный состав осадков в первую очередь определяется удаленностью от береговой линии, устьев рек и водных потоков с ледников. По мере нарастания мористости содержание глинистых минералов увеличивается от 35 до 47% за счет увеличения доли хлорита (от 9 до 13%) и иллита (от 26 до 33%) при крайне малом (<1%) содержании каолинита. В том же направлении (по мере удаления от берега) закономерно уменьшается содержание кварца от 35 до 28% при отсутствии значимых и закономерных изменений в содержании полевых шпатов. Подобные изменения минерального состава объясняются гранулометрической дифференциацией

Минеральный состав (вес. %) изученных разрезов почв и донных осадков побережья заливов архипелага Новая Земля

| № п.п. | Полигон опробования | Тип образцов  | Характеристика образцов      | Каолинит | Хлорит | Иллит + И/С ССМ | Смектит | Кварц | Плагиоклазы | КШШ | Кальцит | Доломит | Глинистые минералы | Неглинистые минералы |
|--------|---------------------|---------------|------------------------------|----------|--------|-----------------|---------|-------|-------------|-----|---------|---------|--------------------|----------------------|
| 1      | Мыс Желания         | Почвы         | Почвы, среднее               | 3.6      | 12.1   | 29.1            | <1      | 40.2  | 11.1        | 2.7 | 0.8     | 0.4     | 44.8               | 55.2                 |
|        |                     |               | Органо-минеральные горизонты | 5.7      | 12.3   | 39.0            | 4.0     | 28.0  | 7.6         | 2.5 | 0.7     | 0.3     | 61.0               | 39.0                 |
|        |                     |               | Минеральные горизонты        | 3.9      | 12.2   | 30.5            | <1      | 38.2  | 11.0        | 3.0 | 0.7     | 0.6     | 46.5               | 53.5                 |
|        |                     |               | Обломки пород                | 2.1      | 10.5   | 19.8            | <1      | 48.8  | 14.3        | 2.6 | 1.5     | 0.4     | 32.5               | 67.5                 |
| 2      | Залив Благополучия  | Донные осадки | Средние значения             | 0.5      | 10.8   | 30.4            | <1      | 30.4  | 6.0         | 3.6 | <0.5    | <0.5    | 41.8               | 40.0                 |
|        |                     |               | Станция 49                   | 0.0      | 9.0    | 26.3            | <1      | 34.8  | 5.5         | 3.4 | <0.5    | <0.5    | 35.4               | 43.6                 |
|        |                     |               | Станция 48                   | 1.0      | 10.4   | 31.8            | <1      | 28.1  | 6.0         | 2.7 | <0.5    | <0.5    | 43.1               | 36.8                 |
|        |                     |               | Станция 47                   | 0.5      | 13.1   | 33.2            | <1      | 28.2  | 6.5         | 4.8 | <0.5    | <0.5    | 46.8               | 39.5                 |
| 3      | Залив Цивольки      | Донные осадки | Средние значения             | 0.4      | 17.1   | 29.3            | <1      | 30.0  | 9.0         | 4.9 | 0.7     | 1.1     | 46.9               | 45.6                 |
|        |                     |               | Станция 55                   | 0.4      | 16.3   | 26.4            | <1      | 32.9  | 8.9         | 4.4 | 2.0     | 3.2     | 43.2               | 51.4                 |
|        |                     |               | Станция 56                   | 0.5      | 17.3   | 28.5            | <1      | 30.1  | 8.5         | 5.8 | <0.5    | <0.5    | 46.3               | 44.4                 |
|        |                     |               | Станция 57                   | 0.5      | 17.7   | 33.0            | <1      | 27.1  | 9.6         | 4.4 | <0.5    | <0.5    | 51.2               | 41.2                 |
| 4      | Залив Степового     | Почвы         | Обломки пород                | 2.1      | 22.9   | 22.1            | <1      | 28.0  | 20.8        | 2.8 | 0.8     | 0.5     | 47.1               | 52.9                 |
|        |                     |               | Почвы, среднее               | 1.3      | 22.0   | 24.0            | <1      | 26.3  | 18.0        | 1.8 | 5.1     | 1.5     | 47.3               | 52.7                 |
| 5      | Залив Абросимова    | Породы        | Выветрелые породы            | 1.5      | 24.6   | 12.7            | <1      | 31.3  | 23.5        | 5.4 | 1.0     | —       | 38.8               | 61.2                 |
|        |                     |               | Органо-минеральные горизонты | 11.3     | 25.6   | 24.3            | 6.0     | 15.6  | 10.1        | 7.2 | —       | —       | 67.2               | 32.8                 |
|        |                     | Почвы         | Минеральные горизонты        | 7.0      | 21.4   | 19.4            | <1      | 29.7  | 18.0        | 3.6 | 1.0     | —       | 47.7               | 52.3                 |
|        |                     |               | Почвы, среднее               | 7.1      | 21.9   | 19.8            | <1      | 28.4  | 17.3        | 4.7 | 0.8     | —       | 48.8               | 51.2                 |
|        |                     | Донные осадки | Средние значения             | 1.3      | 17.3   | 17.5            | <1      | 35.5  | 22.4        | 5.9 | <0.5    | —       | 36.1               | 63.9                 |

Примечание. Точки опробования донных осадков приведены в сторону увеличения мористости от устья заливов. И/С ССМ — иллит-смектит смешанослойные минералы с преобладанием иллитовых межслоев. КШШ — калиевые полевые шпаты. Под средним составом подразумевается усредненный состав по всем отобраным образцам.

цией взвеси в водном потоке и являются довольно типичными для терригенных осадков прибрежных зон в непосредственной близости от береговой зоны [2].

**Осадки залива Цивольки.** Донные осадки залива Цивольки представлены, преимущественно, биотурбированными зеленовато-серыми алевропелитами с примазками гидротроилита. Мощность слабовыраженной окисленной зоны не превышает 0.5–1 см. Минеральный состав осадков залива в целом сходен с составом осадков залива Благополучия. Тренды изменения минерального состава аналогичны описанным выше: с увеличением мористости уменьшается содержание кварца от 33 до 27% и увеличивается содержание иллита от 26 до 33% (таблица). Содержания полевых шпатов и хлоритов изменяются в меньшей степени, каолинита и карбонатных минералов сохраняются на низком уровне.

**Почвы побережья залива Степового.** В нижнем горизонте почв (литоземы и петроземы) побережья залива Степового (о. Южный) преобладает крупнозем. Содержание мелкозема составляет около 30–40%. Мощность почвенных разрезов редко достигает 10 см. Структура гумусовых горизонтов изменяется от непрочно-мелкокомковатой до комковато-зернистой. В целом, для них характерна средняя или хорошая оструктуренность. В почвенных профилях залива Степового часто формируются грубо- и серогумусовые, реже торфяные генетические горизонты. Такая особенность почвообразования определяется ветровыми условиями, в результате которых почвенный мелкозем, образующийся на поверхности пород, уничтожается дефляцией [3]. Минеральный состав почв полностью унаследован от коренных пород: изменения в содержании глинистых и неглинистых минералов минимальны (таблица).

**Почвы и осадки залива Абросимова.** Если мощность почв на побережье залива Степового и на мысе Желания не достигает 10 см, то в прибрежных участках залива Абросимова средняя мощность почвенных разрезов составляла 10–15 см, изредка достигая 18 см. В исследуемых почвах мощность профиля увеличивается с 11 см на автономных позициях междуречья до 14–18 см на склонах и морских террасах. Указанные особенности связаны с эоловым переносом снега и водным переносом мелкоземистого материала к пониженным элементам рельефа, а также более продолжительным периодом почвообразования у морских побережий. Для почв побережья залива Абросимова характерно формирование грубогумусовых, реже серогумусовых и перегнойно-темногумусовых горизонтов [11]. В большинстве почв отмечается высокая степень щебнистости, достигающая 50%, но ниже на 20–30%, чем в поч-

вах мыса Желания, что отражает более интенсивное выветривание коренных пород.

Содержание глинистых минералов увеличивается в ряду: выветрелые породы (~39%) – минеральные горизонты почв (~48%) – органо-минеральные горизонты (~67%) за счет, в первую очередь, увеличения доли иллита и каолинита, а также появления смектита в органо-минеральных горизонтах (до 6% от общего веса пробы). В этом же направлении уменьшается доля неглинистых минералов (61–52–33%, соответственно) из-за снижения вклада кварца и плагиоклазов.

Осадки в заливе Абросимова представлены биотурбированными оливоково-серыми алевропелитами с тонкими прослоями песчаного материала. Зона окисления тонкая и не превышает 1–2 см. Минеральный состав осадков ближе к изученным выветрелым породам, чем к составу почв: содержание глинистых минералов составляет порядка 36%, неглинистых минералов – порядка 64%. Содержание кварца, полевых шпатов, а также иллита и хлорита близко к составу коренных пород. Значимым отличием донных осадков залива является резкое снижение содержания каолинита.

В целом, в осадках заливов острова Северный среди глинистых минералов преобладает иллит при довольно высоком содержании хлорита, в то время как в осадках заливов острова Южный содержания хлорита и иллита близки, что, по-видимому, обусловлено сходным составом коренных пород, слагающих берега изученных заливов, и согласуется с ранее опубликованными данными [30].

Во всех почвенных разрезах увеличение доли каолинита в большей степени приурочено к органо-минеральным горизонтам, что наряду с появлением смектита может быть связано с усилением биохимического выветривания и педогенного синтеза этих минералов. До настоящего момента в арктической зоне не было отмечено фактов педогенного синтеза каолинита. Одним из дополнительных источников каолинита может быть эоловая аккумуляция. Чтобы проверить эту гипотезу в ходе дальнейших работ будут изучены образцы взвеси из ледников Новой Земли. Тем не менее, приведенные данные позволяют утверждать, что в органо-минеральных горизонтах почв восточного побережья Новой Земли по мере снижения аридности климата может формироваться каолинит при подкисляющем действии растительного опада, что отмечалось ранее авторами [11, 17].

Формирование смектита в почвах Новой Земли отмечено в единичных случаях. В дальнейшем планируется более детальное изучение состава глинистой фракции и, как ожидается, это предоставит новую информацию о содержании и составе набухающей компоненты. В изученных пробах

были идентифицированы собственно иллиты с содержанием набухающих (сметитовых) межслоев не более 5–7% и смешанослойные глинистые минералы ряда иллит-сметит с содержанием сметитовых межслоев порядка 10–20%. Разделение этих двух фаз на уровне количественного анализа валовых проб довольно сложно и будет сделано в будущем с применением методов математического моделирования рентгенодифракционных картин в воздушно-сухом и насыщенном этиленгликолем состояниях [5, 6, 22]. Тем не менее, однозначное определение сметита и каолинита в органо-минеральных горизонтах свидетельствует об их новообразовании в почвах высокой Арктики в результате биохимического выветривания в присутствии большого количества органического вещества и низкого содержания грубообломочной фракции.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В почвах восточного побережья Новой Земли физическое выветривание доминирует над биохимическим. Значительность физического выветривания проявляется в увеличении дисперсности материнских пород, уменьшении доли неглинистых минералов в почвенных разрезах и увеличении доли иллитового и/или хлоритового материала.

Биохимическое выветривание проявляется в виде синтеза каолинита и сметита в органо-минеральных горизонтах почв.

В ряду коренные породы — минеральные горизонты почв — органо-минеральные горизонты увеличивается содержание иллита, каолинита, появляется сметит и смешанослойные глинистые минералы ряда иллит-сметит, уменьшается содержание кварца и реже полевых шпатов, что обусловлено сочетанием физического и биохимического выветривания в Арктике.

В составе донных осадков восточного побережья Карского моря при удалении от берега вдоль оси изученных заливов закономерно уменьшается доля кварца и плагиоклазов и увеличивается доля иллита и хлорита, что отражает условия механической дифференциации взвеси в водном потоке.

Работы выполнены при финансовой поддержке РНФ (гранты № 14-17-00764 и № 14-50-00095). Результаты исследования получены при использовании рентгеновского дифрактометра Ultima IV, приобретенного в рамках реализации Программы развития МГУ имени М.В. Ломоносова. Проведение экспедиции поддержано РФФИ (проект № 14-05-05003Кар\_a).

Авторы благодарят Н.А. Беляева, н.с. ИО РАН, за предоставленные литологические описания донных осадков заливов Новой Земли, сделанные

в ходе рейса НИС “Профессор Штокман” в 2014 г., А.В. Кудикова, н.с. ИГ РАН, за отбор образцов почв на м. Желания, а также С.А. Гаранину, вед. инж. кафедры грунтоведения и технической мелиорации грунтов геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, за неоценимую помощь в проведении рентгенодифракционных исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадюков Д.Д.* Взвесь и донные осадки прибрежно-морских экосистем // Новая Земля. Природа, история, архитектура, культура. К. 1/ Под общей ред. Боярского П.В. М.: МАКЭ, 1998. С. 87–100.
2. *Бергер М.Г.* Терригенная минералогия. М.: Недра, 1986. 227 с.
3. *Горячкин С.В.* Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010. 414 с.
4. *Добровольский В.В., Филатова Е.В.* Геохимические особенности почв острова Южный (архипелаг Новая Земля) // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1993. № 2. С. 91–98.
5. *Дриц В.А., Коссовская А.Г.* Глинистые минералы: сметиты, смешанослойные образования. М.: Наука, 1990. 214 с.
6. *Дриц В.А., Сахаров Б.А.* Рентгеноструктурный анализ смешанослойных минералов. М.: Наука, 1976. 256 с.
7. *Дунаев Н.Н., Ионин А.С., Никифоров С.Л., Павлидис Ю.А.* Строение и развитие западно-новоземельских бухт в связи с проблемой поздневалдайского оледенения // Современные процессы осадконакопления на шельфах Мирового океана. М.: Наука, 1990. С. 94–110.
8. *Закусин С.В., Крупская В.В., Зубкова Н.В., Ксенофонтов Д.А.* Количественный анализ глинистых пород, руд и материалов. Принципы рентгеновской дифракции. Метод Ритвелда // Материалы Третьей Российской Школы по глинистым минералам “Argilla Studium-2014”. М.: ИГЕМ РАН, 2014. С. 66–72.
9. *Иванов И.М.* О почвенных образованиях ледяной зоны // Тр. Арктического института по изучению Севера. 1933. Т. 12. С. 183–202.
10. *Крупская В.В., Закусин С.В., Шлыков В.Г.* Определение минерального состава грунтов методом рентгеновской дифрактометрии. Лабораторные работы по грунтоведению / Под ред. Трофимова В.Т., Королева В.А. Изд 3-е, переработанное и доп. М.: Высшая школа, 2016. С. 92–105.
11. *Лаверов Н.П., Величкин В. И., Мирошников А.Ю. и др.* Геохимическая структура и радиационное состояние прибрежных ландшафтов заливов Карского моря Новой Земли // Докл. РАН. 2016. Т. 467. № 3. С. 342–346.
12. *Михайлов Д.Н., Шако В.В., Чувилин Е.М., Крупская В.В.* Способ измерения весовой концентрации глинистого материала в образце пористой среды. Патент #2507501. Шлюмберже, 2014.

13. Новая Земля. Монография / Под общей ред. Боярского П.В. М.:Изд-во Европейские издания – Paulse, 2009. 410 с.
14. Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М.: Геоинформмарк, 2000. 292 с.
15. Ратманов Г.Е. Почвы Новой Земли // Тр. Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1930. Вып. 3–4. С. 145–148.
16. Романович Б.С., Бондарев В.И., Черкесова С.В. и др. Новая Земля и Вайгач // Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. Геологическое описание. М.: Недра, 1970. С. 111–195.
17. Усачева А.А., Семенов И.Н., Мирошников А.Ю. и др. Геохимические особенности арктотундровых ландшафтов восточного побережья Новой Земли // Вестн.МГУ. Сер. 5. 2016. № 6. В печати.
18. Филатова Е.В. Геохимические особенности арктотундровых почв островов Новая Земля // Географический анализ природных и социально-экономических образований. Рязань: Горизонт, 1992. С. 119–123.
19. Шлыков В.Г. Рентгеновский анализ минерального состава дисперсных грунтов. М.: ГЕОС, 2006. 175 с.
20. Bish D.L., Post J.E. Quantitative mineralogical analysis using the Rietveld full-pattern fitting method // American Mineralogist. 1993. V. 78. P. 932–940.
21. Biskaye P. E. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clays in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans // Geol. Soc. Am. Bull. 1965. V. 76. P. 803–832.
22. Brigatti M.F., Mottana A. Layered Mineral Structures and their Application in Advanced Technologies // London. The Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. 2011. P. 151–202.
23. Chamley H. Clay Sedimentology. New York: Springer-Verlag, 1989. 623 p.
24. Krylov A., Andreeva I., Vogt C. et al. A shift in heavy and clay mineral provenance indicates a middle Miocene onset of a perennial sea-ice cover in the Arctic Ocean // Paleooceanography. 2008. V. 23. № 1. P. PA1S06.
25. Lessovaia S., Duitz S., Polekhovskiy Yu. et al. Rock control of pedogenic clay mineral formation in a shallow soil from serpentinous dunite in the Polar Urals, Russia // Applied Clay Science. 2012. V. 64. P. 4–11.
26. Moore D.M., Reynolds R.C.Jr. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford: Oxford University Press, 1997. 378 p.
27. Polyak L., Murdmaa I., Ivanova E. A high-resolution, 800-year glaciomarine record from Russkaya Gavan', a Novaya Zemlya fjord, eastern Barents Sea // The Holocene. 2004. V. 14. № 4. P. 638–644.
28. Uziak S., Wilgat M., Klimowicz Z. Mineral composition of arctic soils in the Bellsund region, Spitsbergen // Polish Polar Research. 1999. V. 20. № 1. P. 33–41.
29. Vogt C., Knies J. Sediment pathways in the western Barents Sea inferred from clay mineral assemblages in surface sediments // Norwegian J. of Geology. 2009. V. 89. P. 41–55.
30. Wahsner M., Müller C., Stein R. et al. Clay-mineral distribution in surface sediments of the Eurasian Arctic Ocean and continental margin as indicator for source areas and transport pathways – a synthesis // Boreas. 1999. V. 28. P. 215–233.

## Mineral Composition of Soils and Bottom Sediments of the Arkhipelag Novaya Zemlya Bays

V. V. Krupskaya, A. Yu. Miroshnikov, O. V. Dorzhieva, S. V. Zakusin, I. N. Semenov, A. A. Usacheva

The paper discusses the features of the mineral composition of soil profiles and sections of the bottom sediments of bays Blagopoluchie, Stepovoy, Tsivolki, Abrosimov, and soil profiles at Cape Zhelaniya. The material was collected during two marine expeditions on research vessels “Professor Shtokman” in 2014 (128<sup>th</sup>) and in 2015 “Akademik Mstislav Keldysh” (63<sup>rd</sup>). Studies have revealed patterns of terrigenous demolition of coastal bays, reported as a decrease in the proportion of non-clay minerals, and increasing the proportion of clay minerals with increasing seaward sampling sites. Marked increase in the content of kaolinite and smectite in soils associated with the bio-chemical weathering, while illite is formed, mainly as a result of physical weathering.