

Морская геология: вчера, сегодня, завтра

Рассматривается история создания и развития современной морской геологии во ВСЕГЕИ. Несмотря на свою новизну, это направление в геологии неразрывно связано с вековыми традициями Геологического комитета. В области морской геологии ВСЕГЕИ были заложены научно-методические основы и концептуальные положения нового направления морских геологосъемочных работ. Будущее морской геологии во ВСЕГЕИ связано с геологической съемкой акваториальной части совмещенных листов суша – море, которая позволит сохранить и развить лучшие традиции предыдущих десятилетий, совершенствовать техническую и технологическую базы, внедряя новейшие методы полевых, лабораторных и камеральных исследований, и расширять научные связи со специалистами морских геологических организаций России и международное сотрудничество.

Ключевые слова: *морская геология, морское геологическое картирование.*

M. A. SPIRIDONOV, V. A. ZHAMOIDA, D. V. RYABCHUK (VSEGEI)

Marine geology: yesterday, today, tomorrow

The paper presents history of marine geology development in VSEGEI. Despite marine geology is one of the youngest branches of geology; it is closely linked with GeolCom traditions. In VSEGEI the scientific and methodical base and the conception of marine geological survey was created. Future development of marine geology in VSEGEI is connected with geological survey of marine parts of nearshore sheets of state geological map. Marine geological survey provides opportunity for developing of the best traditions of previous years, improving of technical base, implementation of new methods of field and laboratory investigations, continue scientific cooperation with Russian and international marine geological institutes.

Keywords: *marine geology, geological mapping.*

Введение. Бурное развитие морской геологии в мире во второй половине XX в. не могло оставить в стороне ВСЕГЕИ как крупнейший центр геологических знаний в СССР и за рубежом. Такие самостоятельные разделы морской геологии, как региональное геологическое изучение и картирование шельфа, вполне естественно внедрялись в научно-практическую деятельность института, особенно активно в 70–80-е годы прошлого столетия. Это происходило в полном соответствии духу времени и отвечало насущным требованиям изучения геологического строения и поисков полезных ископаемых на обширных пространствах континентального шельфа СССР, гигантские размеры которого в морях и океанах составляли около 7 млн км², являясь крупнейшими в мире. По своему содержанию начавшиеся работы были мотивированы необходимостью создания принципиально новых методических основ регионального геологического изучения и картирования, а также прогнозно-минералогических оценок гигантских подводных площадей. Несмотря на свою новизну, геологическое изучение шельфа неразрывно связано с вековыми традициями Геологического комитета – ЦНИГРИ – ВСЕГЕИ, охватывающими все аспекты науки о Земле. Исследования, имевшие отношение к изучению и картированию морского дна и береговых зон, и ранее являлись одним из направлений деятельности института. В качестве примера можно сослаться на работы 1950-х годов

Г. С. Ганешина, В. В. Соловьева и других, разработавших, например, геолого-геоморфологическую классификацию шельфовых областей. Эти работы заложили основы многих направлений развития современной морской геологии.

Становление морской геологии во ВСЕГЕИ. Началом систематических морских геологических работ во ВСЕГЕИ следует считать 1970–1971 гг. В это время в отделе методики геологической съемки (зав. отделом – А. С. Кумпан) первоначально создана тематическая группа (М. А. Спиридонов, Ф. А. Алявдин, С. Ф. Мануйлов, М. Б. Козин, Ж. Н. Ненарокова) (рис. 1) и поставлена задача – начать разработку принципов, методик и технологий организации и проведения геологической съемки шельфа в м-бе 1 : 200 000 (ГСШ-200). Параллельно проводились работы по оценке возможных проявлений полезных ископаемых, прежде всего, россыпей на шельфе и в береговой зоне Белого моря. Успешная деятельность группы в первую очередь на Белом море привела к ее преобразованию в 1978 г. в самостоятельный сектор методики геологической съемки шельфа (зав. сектором – М. А. Спиридонов). Одновременно в составе Центральной опытно-методической экспедиции ВСЕГЕИ была сформирована шельфовая комплексная тематическая партия, начальниками которой были Г. Л. Эйхгорн, С. Ф. Мануйлов, В. П. Бутылин, В. Ф. Сорокин, П. Е. Москаленко. В ее задачи

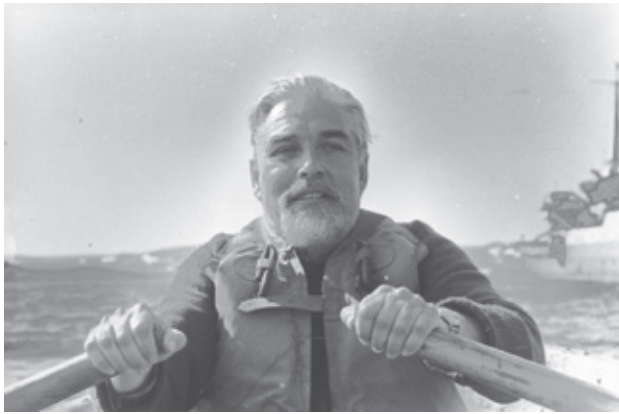


Рис. 1. Основоположники нового направления – морской геологии во ВСЕГЕИ: М. А. Спиридонов (слева), Ю. П. Кропачев, С. Ф. Мануйлов и М. А. Спиридонов (справа)

входила апробация, усовершенствование и внедрение разработок в области морской геологии. Специалистам ВСЕГЕИ удалось выполнить ряд новых по тому времени исследований, которые создали научно-методические основы морских (акваториальных) геологосъемочных работ в стране. В частности, специально для картирования морского дна были разработаны принципы составления нового типа карт – литологической карты [16]. Впервые для целей ГСШ-200 сотрудники института в содружестве со специалистами Московского государственного университета применили непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), которое позднее стало ведущим в комплексе геофизических методов ГСШ. Также впервые были применены гидролокатор бокового обзора (ГЛБО) и подводная телевизионная установка. Разрабатывались, апробировались и совершенствовались различные методы геологического пробоотбора (трубки, ковши-дночерпатели, драги, вибрационные установки, работы в легководолазном снаряжении), а также бурения, в том числе колонкового. В дальнейшем в комплексе ГСШ-200 были опробованы гидромагнитная, радиометрическая и гравиметрическая съемки, а также электроразведочные работы и подводное фотографирование дна. Впервые для целей геологической съемки использовались обитаемые подводные аппараты. С участием Ленинградского государственного университета началось широкое и успешное применение микропалеонтологических методов исследования и физических методов датирования.

В этот период деятельности ВСЕГЕИ в области морской геологии были заложены принципиальные основы и концептуальные положения по существу нового направления морских геологических работ, в том числе и на отраслевом уровне. Все это происходило в тесном контакте и взаимодействии с такими известными центрами морских геологических исследований и работ в отрасли, как Севморгеология (НИИГА), Южморгеология, Приморскгеология, Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, Московский государственный университет, а также рядом других организаций и учебных заведений Советского Союза и стран СЭВ.

Для становления морской геологии во ВСЕГЕИ большое значение имело создание органов отраслевого управления этим направлением морских геологоразведочных работ в системе Министерства геологии СССР, а затем управления ресурсами недр

шельфа и Мирового океана в Комитете Российской Федерации (Роскомнедра). С этого момента ВСЕГЕИ по праву занял лидирующее положение в системе морских геологоразведочных работ Мингео СССР, находящихся в стадии своего становления. В 1984 г. по решению Министерства геологии СССР был организован координационно-методический совет по геологической съемке шельфа Балтийского моря под руководством ВСЕГЕИ (М. А. Спиридонов). Очень важным было то, что сектор методики геологической съемки шельфа не только успешно собирал, оценивал, а также анализировал ранее накопленные во многих организациях специальные материалы. Одновременно были организованы опытно-методические работы по геологической съемке шельфа м-ба 1:200 000 и внедрение полученных результатов для некоторых ключевых районов Белого и Баренцева морей. Активное и успешное развитие этих работ было обусловлено их расширением в различных направлениях на различных акваториях. Все это происходило в тесном сотрудничестве с профильными геологическими организациями на местах, где были развернуты опытно-методические и опытно-производственные морские геологосъемочные работы в Балтийском, Белом, Баренцевом, Азовском, Черном, Каспийском и дальневосточных морях.

В результате были составлены комплекты геологических карт шельфа в разных, преимущественно средних масштабах. Появился целый ряд методических документов, в частности, в 1982 г. были изданы «Основные положения организации и производства геологосъемочных работ на шельфе и требования к морским картам геологического содержания» (М. А. Спиридонов и др., 1982). В результате выполненных в этот период работ, которые теперь уже можно считать жизнеутверждающим прошлым морской геологии во ВСЕГЕИ, было окончательно сформировано по существу новое морское геологоразведочное направление в нашей стране. Длительный и насыщенный событиями этап начального становления и развития морских геологических работ и исследований во ВСЕГЕИ в целом определил их современное и будущее состояние на рубеже XX и XXI веков.

Унаследованные успехи начального этапа развития явились базой для расширения и углубления морских геологических работ во многих направлениях. С приходом в отдел таких ведущих специалистов, как В. А. Жамойда, П. Е. Москаленко, Ю. П. Кропачев,

А. Р. Иванов, В. Б. Акулов, А. А. Луйк, Г. М. Ромм, В. П. Бутылин, А. Е. Рыбалко, С. М. Ликсушенков, Г. А. Суслов, а в дальнейшем В. М. Филиппов, Б. Ш. Русинов, А. П. Коровин, В. В. Кочегура, Т. В. Домениковская, Т. А. Акимова, Н. Б. Малышева, А. Г. Григорьев, И. И. Меньшенина, В. Ф. Сорокин, А. В. Амантов, Г. П. Машкова, Н. В. Райкова, С. Н. Грач, А. Г. Шурыгин, В. В. Григорьев, Н. И. Калинин, Д. В. Рябчук, В. А. Шахвердов, М. В. Шахвердова, Е. Н. Нестерова, Б. В. Степанов и многих других, возросла активность и расширилась направленность морских геологических и эколого-геологических работ. Этот обширный список указывает на всеобъемлющий характер морских геологических исследований во ВСЕГЕИ, тем более что и этот перечень не является исчерпывающим.

Образование отдела региональной геоэкологии и морской геологии института. По объективным причинам во ВСЕГЕИ было принято решение (А. И. Жамойда, А. П. Марковский, А. С. Кумпан, Л. И. Боровиков) о преобразовании сектора методики геологической съемки шельфа в отдел региональной геоэкологии и морской геологии института. Создание в 1989 г. нового отдела не только укрепило и насытило новым содержанием позиции морской геологии в институте, но и стимулировало ее успешное дальнейшее развитие. Важным шагом явилось начало принципиально новых работ в эколого-геологическом направлении, а также мониторинга состояния и прогноза развития геологической среды наиболее важного прибрежного шельфа и входящей в него береговой зоны. В результате существенно, а скорее всего и принципиально, изменились объемы и направления проводимых работ и исследований.

В 1980–90-е годы опытно-методические и опытно-производственные морские геологосъемочные работы преимущественно м-ба 1 : 200 000 были выполнены ВСЕГЕИ в Онежском заливе и проливе Горло Белого моря, практически на всей площади восточной части Финского залива Балтийского моря, некоторых участках прибрежного шельфа Кольского полуострова. Наряду с многочисленными отчетами, сопровождавшимися комплектами карт геологического содержания, ВСЕГЕИ изданы несколько научных сборников, посвященных региональному геологическому строению дна морей Северо-Запада России, вопросам палеогеографии, полезным ископаемым шельфа и т. д. (М. А. Спиридонов, А. В. Амантов, 1989; М. А. Спиридонов, В. А. Жамойда, 1985) [17, 18]. Существенно уточнены и детализированы стратиграфические схемы четвертичных отложений региона, получена детальная информация о площадях распространения и составе донных осадков, составлен ряд палеогеографических, тектонических и геологических карт всего Балтийского моря м-ба 1 : 500 000, который включал геологические карты дочетвертичных и четвертичных образований, а также геоморфологическую карту. Комплект карт сопровождался сводной объяснительной запиской, изданной в виде монографии (А. А. Григалис, 1991).

Морская геология в эпоху Постперестройки. В 1991 г. ВСЕГЕИ провело уникальные работы в Аральском море. Основная задача исследований — определение основных закономерностей распределения поверхностных донных осадков в условиях

падения уровня моря с построением карты донных осадков, выяснение изменений гидрохимического состава придонных вод и изучение аутигенной минерализации (В. А. Жамойда, Н. А. Куринный, 2004) [28]. К этому времени в акватории Аральского моря не осталось ни одного судна, способного выполнять геологические работы. Поэтому отбор донных осадков производился с борта вертолета Ми-8МТВ-1 гравитационной ударной трубкой ГОИН и дночерпателем. Максимальная длина отобранных грунтовых колонок составляла 1,1 м. Пробы воды отбирались батометром ГР-18. Спуск пробоотборных снарядов происходил при стабилизации вертолета на высоте 15 м от поверхности воды. Глубина моря в месте взятия пробы высчитывалась по счетчику троса. Привязка наблюдений производилась радионавигационной системой Logan-Omega. В результате выполненных работ сеткой станций пробоотбора было покрыто более 70 % поверхности оставшегося на тот момент моря. Комплексная обработка проб включала гранулометрический и минералогический анализы, минералогический состав определялся микрооптическим методом и рентгеноструктурными фазовым — ДРОН 2.0 и микронзондовым анализами. Анализ вод выполнялся в лаборатории ВНИИОкеангеология. Минерализация вод Малого моря в интервале глубин 10–15 м составляла в 1991 г. 29,81–29,91 г/л, а на мелководьях восточной части Большого моря — 58,3 г/л. Резкое изменение глубинности бассейна и конфигурации берегов, уменьшение твердого стока рек определило перестройку процессов литодинамики: замедлились скорости терригенной седиментации, расширились зоны абразии морского дна. Произошла смена механического и отчасти минерального составов аллотигенных компонентов осадков. Основным источником обломочного материала является вымываемый из прибрежных осадков тонкозернистый материал и эоловый разнос. Сокращение притока пресных вод, высокие скорости испарения и уменьшение водного объема обусловило увеличение солености вод, что привело к накоплению аутигенных минералов, прежде всего гипса, содержание которого достигает 70 % состава поверхностных осадков.

В начале 2000-х годов в Финском заливе совместно с ПГО «Севзапгеология», а в российском секторе Юго-Восточной Балтики с Калининградской гидрогеологической экспедицией (КГЭ) производилось геологическое и гидрогеологическое доизучение, сопровождаемое эколого-геологическими исследованиями м-ба 1 : 200 000, нацеленное на подготовку к изданию комплектов государственных геологических карт. Однако в связи с финансовыми трудностями, а также очередной реорганизацией геологической отрасли в стране эти работы почти на стадии завершения были свернуты.

В результате проведения специалистами ВСЕГЕИ в 1984–2001 г. геологической съемки м-ба 1 : 200 000 и совместных с Ленинградской (Петербургской) комплексной геологической экспедицией ПГО «Севзапгеология» поисковых работ на строительное сырье в восточной части Финского залива были выявлены значительные ресурсы песчаных и песчано-гравийных отложений (месторождения Южный Сескар и Стирсудденская банка) [9]. Одновременно установлен факт широкого распространения на дне восточной части Финского залива сомкнутых богатых полей мелководных

железомарганцевых конкреций (ЖМК). Получены сведения о площадной распространенности, закономерностях образования, химическом составе и морфологии ЖМК Финского залива [3, 8, 15, 27], которые существенно отличаются от широко известных океанических конкреций по морфологии, составу, условиям образования и возрасту. ЖМК Финского залива могут рассматриваться не только как руда на марганец, но и, учитывая высокую поглощающую их способность, как естественные сорбенты. В связи с уходом за пределы России 95 % запасов окисных марганцевых руд бывшего Советского Союза вопрос о новых источниках марганцевого сырья приобрел исключительную важность. Хотя единичные ЖМК встречаются почти на 30 % площади дна восточной части Финского залива, промышленный интерес могут представлять только сплошные конкреционные поля. Мощность этого покрова обычно колеблется от 5–15 и до 30 см. Продуктивность конкреционного покрова (слоя) в пределах сомкнутых полей от 15–20 до 40–50 кг/м². Основной морфологический тип ЖМК для «богатых» полей – сферический (диаметр средний 1,0–10,5 см). Содержания марганца в ЖМК перспективных полей – 20–30 % (до 55 % в расчете на MnO₂). По результатам геологической съемки оценены прогнозные ресурсы марганцевых руд на участке о-ва Сескар – Мощный – Березовые, где они достигают 5–6 млн т, что в пересчете на марганец составляет не менее 1 млн т. Региональные геологические исследования показали также наличие высокопродуктивных полей ЖМК в районе о-вов Тогланд, Бол. Тютерс и т. д. Отчасти основываясь на результатах съемок ВСЕГЕИ, в 1999 г. в восточной части Финского залива на ряде лицензионных участков масштабные и детальные геологоразведочные работы выполнялись ООО «Петротранс». Было околонушено более 40 рудных залежей ЖМК, выделено четыре месторождения. В 2004–2008 гг. ООО «Петротранс» превело работы по подъему крупнообъемной технологической пробы (около 60 тыс. т), обогащению и переделу руды на специально построенном заводе в Кингисеппе.

В конце 1980 – начале 1990-х годов работы отдела все больше смещались в сторону морской экологической геологии, что соответствовало конъюнктуре того времени. Наиболее существенным и даже исключительным этапом в этом направлении следует считать организацию и проведение Международного морского экологического патруля в Балтийском море (МЭП, 1994–2007 гг.) с участием более 20 отечественных и зарубежных организаций под руководством ВСЕГЕИ [19, 20]. В рамках программы МЭП решались различные геоэкологические задачи. Среди них – оценка накопления загрязняющих веществ в локальных бассейнах седиментации, выявление вклада процессов конкрециеобразования на состояние природной среды, воздействие затоков соленых вод на бентосные сообщества и многие другие. Но важнейшим результатом работ МЭП следует считать геологическое решение проблемы экологической безопасности захоронений немецкого трофейного химического оружия на дне Балтийского моря. В процессе работ были изучены три основных типа захоронения НТХО: неконцентрированный россыпной (район Лиепая), концентрированный смешанный россыпной и судовый (район о-ва Борнхольм) и концентрированный судовый

(южная часть пролива Скагеррак). Исследования по программе МЭП носили комплексный характер. Наряду с использованием классических геолого-геофизических методов проводились гидро- и геохимические исследования, гидрофизическое зондирование, микробиологические исследования, изучение макрозообентоса и многое другое. Для визуального обследования дна активно использовались необитаемые и обитаемые подводные аппараты («Риф», «Тетис», «Браво», «Дельфин»).

В эти же годы проводилось изучение донных отложений Невской губы, рек и каналов Санкт-Петербурга, Ладожского озера в районе Приозерска, Кольского залива и других водоемов, подверженных активной техногенной нагрузке, с целью определения концентраций в них тяжелых металлов. Сотрудники отдела (А. Г. Григорьев) участвовали в работах по поиску геохимических аномалий в донных осадках в районах захоронений химических отравляющих веществ в центральной части Белого моря, а также осуществляли радиогеохимическое сопровождение работ по обследованию подводных потенциально опасных объектов в заливах архипелага Новая Земля по заданию Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ. По заданию МЧС проводился поиск и обследование подводных потенциально опасных объектов на мелководье Балтийского моря, прежде всего, затопленных в ходе двух мировых войн немецких и советских военных судов. ВСЕГЕИ принимал участие в работах в Баренцевом море по поиску судов, погибших при разгроме конвоя PQ-17 в годы Отечественной войны. Осуществлялось гидролокационное обследование по трассе прокладки и перекладки подводных кабельных линий в восточной части Невской губы, инженерно-геологические изыскания по трассам подводных кабелей оптоволоконной связи в Балтийском море и морях Арктического бассейна, поиск песчано-гравийных смесей и строительных песков в Черном море.

Трудно перечислить все суда, с которых выполнялись геологические работы сотрудниками отдела. Особенно следует отметить два судна, принадлежавших институту во времена СССР. Это построенный на верфи в Новой Ладоге в 1972 г. специально для проведения геологических работ на море СРБ «ВСЕГЕИ-1» и РС «Юрий Шевченко». Перечень арендованных судов почти бесконечен: «Академик Шулейкин», «Профессор Мультиановский», «Секстан», «Профессор Штокман», «Академик Алексей Крылов», «Валериан Альбанов», «Иван Киреев», «Риск», «Шельф», «Профессор Логачев», «Эколог», «Аранда» и многие другие.

В начале 2000-х годов в отделе региональной геоэкологии и морской геологии развивается новое направление работ – геолого-геоморфологические исследования и картирование береговой зоны моря. В частности, в 2000 г. впервые была поставлена тема по разработке методики организации и проведения государственного мониторинга геологической среды на примере береговой зоны в системе Ладожское озеро – р. Нева – Невская губа – восточная часть Финского залива [21].

В 2004–2008 гг. в связи с заданием Департамента по недропользованию по Северо-Западному федеральному округу Роснедра под руководством В. А. Жамойды и М. А. Спиридонова был реализован масштабный проект «Современная оценка ресурсного потенциала, контроль геологиче-

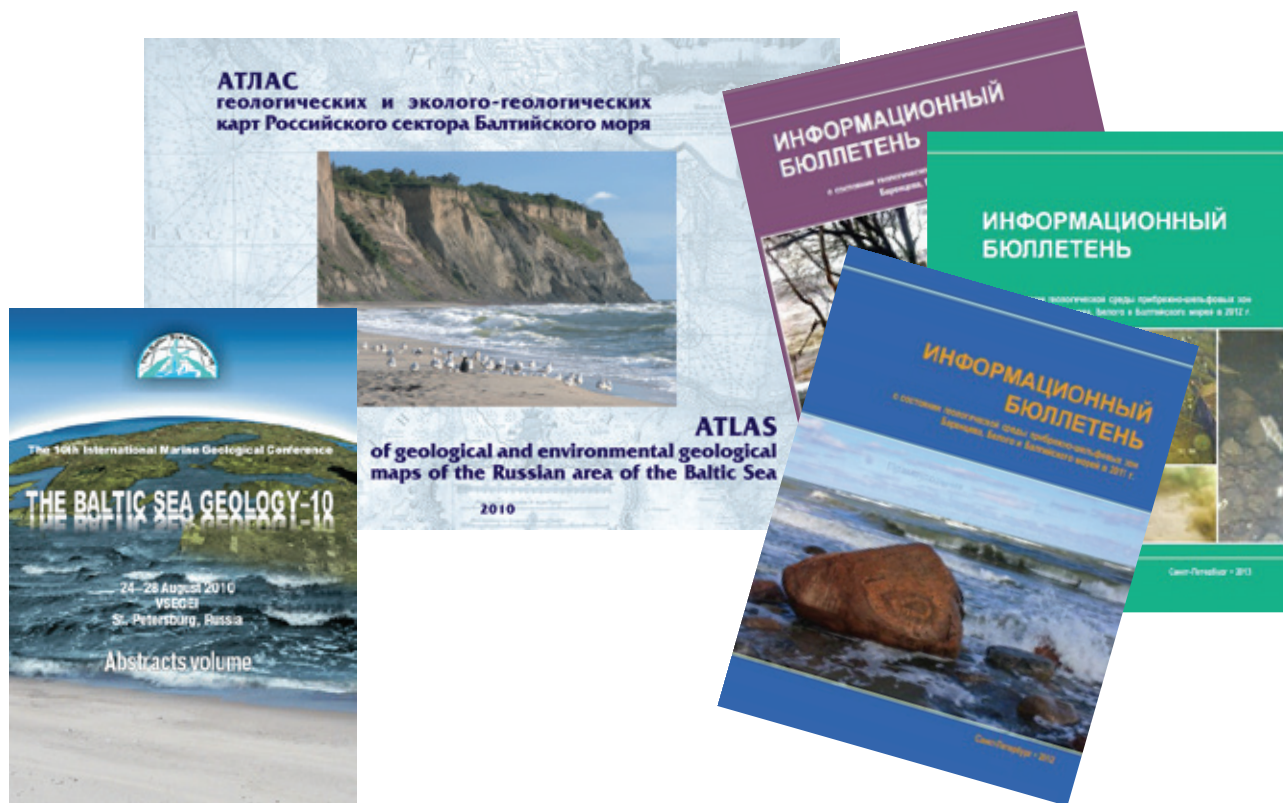


Рис. 2. Примеры картографической и информационной продукции ВСЕГЕИ по результатам геологической съемки и мониторинга прибрежно-шельфовых зон северо-западных морей России за 2010–2013 гг.

ских опасностей и создание прогнозных моделей развития геологической среды в Балтийском море и его береговой зоне». Эти работы носили разносторонний и комплексный характер, связанный с многоплановостью задач, поставленных перед исполнителями. Основные научно-практические результаты завершенных исследований:

1. Составление атласа цифровых геологических и эколого-геологических карт в м-бе 1 : 500 000 Российского сектора Балтийского моря и его береговой зоны. В него включены геологическая карта дочетвертичных образований, геологическая карта четвертичных отложений, литологическая карта поверхности морского дна, геоморфологическая карта, карта полезных ископаемых, прогноз-минерогенная карта, карта геологических опасностей, карта техногенной нагрузки на геологическую среду, карта эколого-геологического районирования. Большая часть карт выполнена для Российского сектора Балтийского моря и его береговой зоны впервые на оригинальной и принципиально новой методической и картографической основе. Прежде всего, это относится к картам эколого-геологического содержания. Впервые для Российской Прибалтики обобщены и систематизированы данные в отношении геологических опасностей [22]. В состав атласа были включены также картографические материалы более крупного масштаба (специальные эколого-геологические карты и карты-врезки некоторых месторождений полезных ископаемых). Карты атласа сопровождалась развернутой и составленной впервые сводкой по геологическому строению, минерально-сырьевым ресурсам и состоянию геологической среды дна Российского сектора Балтийского моря и его береговой зоны, а также краткой

объяснительной запиской. В 2010 г. «Атлас геологических и эколого-геологических карт Российской сектора Балтийского моря» опубликован (рис. 2) (М. А. Спиридонов, В. А. Жамойда, Д. В. Рябчук, 2010) [1].

2. Впервые для дна Российского сектора Балтийского моря и его береговых зон проведена оценка минерально-сырьевого потенциала с составлением базы данных. Для Финского залива наиболее перспективными к разработке являются строительные материалы. Особое внимание было уделено специфическим проявлениям полезных ископаемых, таким как железомарганцевые конкреции Финского залива. Рассмотрены вопросы концентрирования в них различных элементов, а на основании инновационных изотопных методов проведено определение возраста и скоростей роста конкреций, что позволило оценить возможности возобновляемости их залежей [7, 29]. Для Калининградской области рассмотрены перспективы поисков песков для отсыпки пляжей, а также залежей янтаря и фосфоритов, расположенных на подводном береговом склоне. Подготовлены рекомендации по направлениям региональных геологических работ.

3. Впервые проведено тотальное обследование берегов Российского сектора Балтийского моря, что в совокупности со сбором и анализом информации о характере и интенсивности проявления естественных эндогенных и экзогенных геологических процессов и техногенного воздействия позволило комплексно оценить состояние геологической среды береговых зон региона и выделить участки наиболее активного проявления экзогенных процессов. В целом, на основе фактографических данных, состояние береговых зон Калининградской области, особенно берегов открытого моря,

было оценено как близкое к катастрофическому в результате, прежде всего, опасной переработки берегов. Для восточной части Финского залива состояние береговых зон оценивалось как локально напряженное. На основании полученных данных разработаны предложения по проведению мероприятий для улучшения экологической обстановки и предупреждению негативного воздействия геологических опасностей, прежде всего в береговой зоне.

4. На новом уровне получила развитие идея создания Кадастра берегов (береговой зоны) России как системы, обеспечивающей «инвентаризацию» берегов и служащей в качестве геологической основы берегозащиты и комплексного управления прибрежной (береговой) зоны. Была систематизирована терминологическая база и предложена универсальная классификация береговых зон (М. А. Спиридонов и др., 2006) [4, 5]. Предложена и обоснована структура кадастра с выделением иерархического ряда от кадастровых областей до объектного уровня и его организационная схема. Предложены контрольные параметры мониторинга кадастровых объектов. В качестве примера проведено информационное наполнение структуры кадастра до уровня кадастровых кварталов для береговых зон Российского сектора Балтийского моря в виде одного из основных компонентов пилотного варианта Информационной системы (ИС) по учету состояния и прогнозу развития минерально-ресурсного потенциала и геологической среды Российского сектора Балтийского моря. Кроме того, по участкам детальных исследований береговой зоны Калининградской, Ленинградской областей и Санкт-Петербурга проведено описание кадастровых объектов и созданы комплекты карт.

5. Создан пилотный вариант ИС по учету состояния и прогнозу развития минерально-сырьевых ресурсов и геологической среды Балтийского региона. ИС вошла в себя проект Кадастра береговой зоны Российского сектора Балтийского моря на уровне кадастровых кварталов, состоящий из картографических материалов и сопровождающих баз данных в виде паспортов, кадастровых дел и другой сопутствующей информации и ряда основных цифровых геологических и эколого-геологических карт атласа Российского сектора Балтийского моря и его береговой зоны в виде ГИС-пакета с сопровождающей его базой данных по месторождениям и проявлениям полезных ископаемых дна и береговой зоны Российского сектора Балтийского моря в виде атрибутивных таблиц. Предлагаемая система позволяет оперировать со значительным количеством картографических векторных слоев, а также динамически подгружаемых сопроводительных документов в виде баз данных, текстовых файлов, растровых изображений и т. д.

6. Создана модель развития геологической среды Балтийского моря и его береговой зоны с функцией прогноза современного поднятия Балтийского региона, изменения положения береговых линий, процессов осадконакопления и т. д., а также с возможностью автоматизированного построения геологических разрезов и др. на базе пакета программ Golden Software и собственных программных модулей.

7. Одна из задач, решенных в ходе подготовки атласа и кадастра, — осуществление согласования и гармонизации требований, принципов

и методов геологического картирования, применяемых в России и странах бассейна Балтийского моря. Эта задача была реализована в ходе проектов: Международного — «БАЛАНС», выполнявшегося в рамках европейской программы INTERREG IIIB путем создания методических рекомендаций по гармонизации геологических данных при геологическом картировании дна Балтийского моря; российско-финского — «САМАГОЛ: Геохимия донных отложений, природные и антропогенные опасности в условиях природной среды Финского залива»; российско-германского — «ГИСЕБ: ГИС-пространственно-временные модели распределения отложений на дне Балтийского моря как функция изменчивости среды» и др. В частности, по проекту «ГИСЕБ» проведено комплексное изучение уникальной грунтовой колонки, отобранной в Юго-Восточной Балтике, которая может рассматриваться как опорный разрез отложений голоцена для данного района [6, 24]. Атлас и проект кадастра были апробированы на различных международных совещаниях, включая конференцию по проекту Coastman по программе INTERREG III, 5-й Международный Балтийский конгресс и др., и внесены в состав официальной экспозиции Роснедра на 33-й сессии Международного геологического конгресса в качестве компьютерной презентации, а также продемонстрированы и обсуждены на специальном симпозиуме EUR-10 Baltic Sea Basin, посвященном Балтийскому морю в рамках этого же конгресса.

Десятая Международная морская геологическая конференция. В 2010 г. в Санкт-Петербурге во ВСЕГЕИ прошла юбилейная Десятая Международная морская геологическая конференция «Геология Балтийского моря-10». Цель ее проведения — обмен актуальной информацией о фундаментальных научных достижениях по изучению геологического строения Балтийского моря, истории его геологического развития, минеральным ресурсам, геологическим опасностям, а также новейшим методическим и технологическим разработкам геологических служб, университетов и других организаций стран Балтийского региона в сфере геологоразведочных работ на шельфе. В задачи конференции также входило согласование перспективных планов совместных исследований, планирование международных европейских проектов и программ.

Конференция «Геология Балтийского моря-10» продемонстрировала наибольшую представительность за последние восемь лет (рис. 2). В стенах старейшей геологической организации России — ВСЕГЕИ — для обсуждения актуальных проблем геологии и геоэкологии Балтийского моря собрались ученые и специалисты из 11 зарубежных стран (Германии, Дании, Ирландии, Латвии, Литвы, Норвегии, Польши, Финляндии, Украины, Швеции и Эстонии), а также представители 15-ти российских организаций из Санкт-Петербурга, Калининграда и Москвы, включая Институт океанологии РАН и его Атлантическое отделение, ВНИИОкеангеологию, ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть», НИИКАМ, ООО «ПитерГаз» и др. Наряду с представителями национальных геологических служб, проводящих морские геологические исследования в Балтийском море, в работе конференции приняли активное участие университеты Санкт-Петербурга, Вильнюса, Гданьска, Клайпеды, Риги, Таллина, Тарту, Щецина, Хельсинки, а также Литовский

институт геологии и географии, Институт морских исследований (Гданьск), FUGRO (Германия), Tectonog AS (Норвегия). Всего в работе конференции участвовало 130 человек.

Работа была организована по семи тематическим направлениям:

- современные геолого-геофизические данные о дочетвертичном этапе развития Балтийского региона;

- поздне- и послеледниковая история геологического развития Балтийского региона, изменение береговых линий, палеореконструкция, геоморфология – связь с современными изменениями климата;

- экологическая геология: эндогенные и экзогенные геологические опасные процессы, включая антропогенное воздействие на дно Балтийского моря и его береговую зону;

- седиментационные и геохимические процессы во впадинах Балтийского моря;

- береговые процессы, лито- и морфодинамика береговых зон – природное развитие и антропогенное воздействие;

- специальное геологическое картирование (подводные ландшафты, инженерная геология и т. д.);

- долговременное и современное моделирование геологического развития региона Балтийского моря.

Анализ содержания более чем 100 докладов показал, что наряду с традиционным изучением геологического строения Балтийского региона и его минеральных ресурсов, а также вопросов палеогеографии, существенно увеличилось количество исследований, связанных с геологическими опасностями. Эта проблематика наиболее актуальна для береговых зон, что обусловлено как их активным комплексным освоением, так и негативными тенденциями развития геологической среды, вызванными антропогенным воздействием и естественным развитием природной среды (глобальное потепление климата, повышение уровня моря, увеличение частоты возникновения катастрофических явлений и т. д.). Следует отметить рост количества комплексных междисциплинарных исследований, находящихся в пограничных областях геологии, биологии, археологии и океанографии, например, по подводному ландшафтному картированию. Такие исследования выполняются совместно национальными геологическими службами с институтами морских исследований, ВМФ, университетами и т. д. При этом увеличивается количество информации открытого доступа (в том числе на веб-порталах), включая и картографические материалы, что способствует своевременному получению новых данных заинтересованными пользователями, повышению эффективности исследований и приводит к весьма существенной экономии бюджетных затрат при решении научных и практических задач. Значительный интерес представляет также моделирование различных параметров развития геологической среды. Материалы конференции были опубликованы в виде сборника тезисов на английском языке.

В 2011 г. специалисты ВСЕГЕИ были привлечены ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова для разработки экологических требований к перспективным технологиям морского разведочного бурения в ледовых условиях на глубоководных акваториях арктического континентального шельфа.

В 2009–2011 гг. специалистами геологических служб, институтов и университетов из семи стран Балтийского региона – Финляндии, России, Польши, Германии, Дании, Швеции и Норвегии в рамках Международной исследовательской программы BONUS осуществлен проект «INFLOW – изменения среды Балтийского моря под воздействием затоков соленых океанических вод в голоцене, реакция экосистемы и сценарии развития», в ходе которого были отобраны колонки донных отложений седиментационных бассейнов Балтийского моря от пролива Скагеррак на западе до Ботнического залива на севере и восточной части Финского залива на северо-востоке. При детальном исследовании опорной колонки в восточной части Финского залива (станция F40) выявлены и датированы горизонты разреза донных отложений, сформировавшихся при различных условиях осадконакопления на протяжении последних 6000 лет. Получены новые данные о времени образования р. Нева [13].

Новый этап развития отдела морской геологии во ВСЕГЕИ. В 2011 г. после десятилетнего перерыва специалисты отдела вновь включились в работы основного направления деятельности института – государственную геологическую съемку м-бов 1:200 000 и 1:1 000 000. На современном этапе развития морских геологических работ в отдел пришла талантливая молодежь: А. Ю. Сергеев, И. А. Неевин, О. В. Дронь, О. А. Ковалева, Л. М. Буданов, А. В. Евдокименко, В. И. Хориков, Д. В. Прищепенко, А. Н. Сукнотова, А. А. Московцев. В 2008–2012 гг. отдел участвовал в камеральных картосоставительских работах акваториальной части листов N-34 – Калининград (Н. В. Лукьянова и др., 2011) и листов O-35 – Псков, (N-35), O-36 – Санкт-Петербург (И. В. Вербицкий и др., 2012). В 2012–2015 гг. проводились камеральные картосоставительские работы ГГК-1000/3 акваториальной части листа M-54 – Александровск-Сахалинский (В. А. Дымович и др., 2016). Эти работы вышли на принципиально новый уровень с 2016 г., когда отдел вошел в состав созданного Центра морской геологии и металлогении осадочных бассейнов (директор Е. О. Петров). В 2016–2017 гг. О. В. Дронь и А. В. Евдокименко участвовали в полевых работах отдела региональной геологии и полезных ископаемых восточных районов России на акваториальной части листа P-59-XXVIII (Таманваямская площадь), а с 2018 г. начались работы по геологической съемке м-ба 1:1 000 000 акваториальной части листов R-56–60. В августе-сентябре 2018 г. будут выполнены экспедиционные работы на НИС «Иван Киреев» в Восточно-Сибирском море, которое не только относится к наименее изученным в Российской Арктике, с геологической точки зрения, но и по праву имеет репутацию самого сурового и негостеприимного моря России.

Огромное количество новых данных получено в ходе начавшихся в 2011 г. и продолжающихся до настоящего времени работ по государственному мониторингу состояния недр (геологической среды) прибрежно-шельфовой зоны Балтийского, Белого и Баренцева морей (В. А. Жамойда) [10–12]. Ежегодно осуществляются масштабные морские и береговые полевые исследования в восточной части Финского залива, Калининградском секторе Юго-Восточной Балтики. За прошедшие годы полигонами детальными работ были Кольский залив

и губа Териберка Баренцева моря, Двинский и Кандакшский заливы Белого моря. Проведена оценка региональной активности опасных эндогенных и экзогенных геологических процессов, обусловленных природными и техногенными факторами. Впервые выявлены подводные оползни, локализованы зоны газопроявлений и выходов подземных вод (В. А. Жамойда и др., 2013), околонулены площади активного размыва морского дна, проведена оценка аварийных участков береговых зон с определением динамики деградации берегов, выполнены исследования процессов регенерации железо-марганцевых конкреций в местах их экспериментальной добычи [30], обнаружены уникальные подводные обнажения глинистых диапиров на подводном береговом склоне Куршской косы и установлен механизм их образования [26]. Одним из результатов мониторинга является подготовка ежегодных информационных бюллетеней о состоянии геологической среды.

В 2011–2012 гг. отделом выполнена научно-исследовательская работа, задача которой – выяснение причин и скорости образования плавающих островов Нарвского водохранилища, оценка опасных геологических и инженерно-геологических процессов, прогноз развития береговой зоны и разработка научно-обоснованных рекомендаций по стабилизации берегов водохранилища и предотвращению негативного воздействия сплавин на работу ГЭС и эколого-геологическое состояние нижнего бьефа плотины.

С 2016 г. специалисты отдела участвуют в работах по проекту «Геологическое изучение опасных процессов, связанных с миграцией углеводородов в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» (В. А. Шахвердов). Ежегодно организуются экспедиционные работы, в состав которых входит отбор проб донных отложений, газовая съемка и геофизическое профилирование на глубинах 10–1500 м и более. Проведены исследования геологической среды в районах интенсивной подводной разгрузки газов, где в ряде случаев наблюдаются уникальные явления – так называемые газовые грифоны – когда участки кипящей воды отмечаются на поверхности озера. Исследования показали, что разрушение газовых гидратов с активным выделением метана происходит в результате локального прогрета дна и сопровождается активной мобилизацией вещества и вовлечением его в миграцию. Газовые грифоны на дне во всех случаях связаны с зонами высокой газонасыщенности в донных осадках. Формирование обширной кольцевой структуры в заливе Култук может быть вызвано поступлением газонасыщенных растворов малой интенсивности по каналам (ослабленным зонам) в разрезе донных осадков. Изученные объекты на дне озера Байкал, связанные с миграцией углеводородов, уникальны не только с точки зрения информации о геологических процессах и истории развития самого озера, но и планеты Земля в целом.

Продолжаются исследования и мониторинг береговых зон восточной части Финского залива совместно с ГГУП СФ «Минерал» по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга. За прошедшие годы создан уникальный банк данных о геологическом строении, рельефе, поверхностных донных

отложениях, литологии и геохимии субаквальной и субаэральной частей береговой зоны. Одним из важнейших практических результатов этого направления стало участие в 2015–2016 гг. в разработке Генеральной схемы берегозащиты морских берегов Санкт-Петербурга [14].

Фундаментальные научные проблемы решаются в рамках постоянно ведущихся научных исследований, поддерживаемых Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ) (Д. В. Рябчук) и Российским научным фондом (РНФ) (А. Ю. Сергеев). Междисциплинарные исследования направлены, прежде всего, на реконструкцию процессов деградации, формирование и развитие береговых морфосистем восточной части Финского залива в позднем неоплейстоцене – голоцене. Выявлены и исследованы подводные вдольбереговые террасы, являющиеся индикатором уровня голоценовых регрессий Балтийского моря, установлен генезис и возраст послеледниковых отложений реликтовых лагунных систем, впервые на дне восточной части Финского залива обнаружены фрагменты конечно-моренного комплекса стадии паливере и морены де Геера [2, 13, 25]. Принципиально новые научные результаты позволяют получать геолого-геоморфологическое моделирование высокого разрешения (А. В. Амантов, М. Г. Амантова, 2017; W. Fjeldskaar, A. Amantov, 2017) [23].

Международное сотрудничество в области морской геологии. В 2012–2014 гг. совместно с Геологической службой Финляндии выполнены два проекта в рамках Программы приграничного сотрудничества России и Финляндии. В ходе проекта «Адаптация городской окружающей среды к негативным последствиям климатических изменений (CLiPLivE)» разработана унифицированная методика оценки геологических и экологических рисков, основанная на формировании матрицы, устанавливающей уровни потенциальных рисков для различных опасных природных, в том числе геологических, процессов (факторов риска) в зависимости от вида землепользования, присущего данной территории, выполнена оценка состояния берегов Финского залива в пределах Санкт-Петербурга, исследованы механизмы и скорости развития опасных экзогенных процессов в береговой зоне, изучены их взаимосвязи с климатическими параметрами, а также построены прогнозные карты развития абразии на период 50 и 100 лет для текущей климатической ситуации и на 100 лет для различных сценариев возможных изменений климата (О. А. Ковалева и др., 2014; И. О. Леонтьев и др., 2015). С помощью проекта «Трансграничные инструменты для пространственного планирования и охраны среды Финского залива (TOPCONS)» выполнена гармонизация подходов к составлению морских геологических карт, разработаны единые легенды карт четвертичных отложений и поверхностных донных осадков восточной части Финского залива. Результатом стало составление комплекта трансграничных геологических карт м-ба 1 : 500 000 (карта четвертичных отложений, карта поверхностных донных осадков, карта типов донных субстратов в классификации ХЕЛКОМ). Другое важное направление работ – детальные междисциплинарные экспедиционные исследования на ключевых участках (прибрежные мелководья Выборгского залива, Курортного района, Копорского залива,

Кургальского рифа) с применением современных геолого-геофизических методов (гидролокация бокового обзора, подводная видеосъемка). Выбранные для детального изучения полигоны характеризуются различными особенностями седиментации, морфо- и литодинамики, а также значительной мозаичностью распределения поверхностных донных отложений (geodiversity – георазнообразие). Использование данных многолучевого эхолотирования в качестве батиметрической основы высокого разрешения для ГИС-анализа рельефа дна и геологического картирования (А. М. Kaskela et al., 2017; D. Ryabchuk et al., in print) стало принципиально новым при научных геологических исследованиях в российской части Финского залива.

С 2014–2016 гг. морские геологи ВСЕГЕИ и Геологической службы Финляндии осуществили совместный проект «Изменения бассейна Балтийского моря за последние 60 000 лет как результат взаимодействия климата, развития ледниковых щитов и океана». За этот период в восточной части Финского залива организованы три экспедиции, выполнены геолого-геофизические исследования на четырех ключевых участках, наиболее важных, с точки зрения реконструкции процессов дегляциации в восточной части Финского залива. Впервые для колонок четвертичных отложений, отобранных в российской части Финского залива, проведен комплекс лабораторно-аналитических исследований высокого разрешения, что позволило выявить тончайшие литолого-геохимические особенности отложений и создать архив седиментологических данных, получить датировки отложений Балтийского ледникового озера, основанные на корреляции полученной кривой палеомагнитных вариаций с результатами палеомагнитных исследований в Балтийском регионе (от 13 до 11,7 тыс. кал. л. н.). Финскими партнерами с привлечением россий-

ских специалистов был выполнен большой объем комплексных исследований колонок глубокого бурения, отобранных в 347 экспедициях Integrated Ocean Drilling Program (IODP) в Балтийском море. На основе обработки данных, полученных при изучении кернов экспедиции IODP, разработаны модели дегляциации и послеледникового развития ключевых, с точки зрения понимания палеогеографии региона, районов пролива Каттегат (Анхольтский пролив) и северной части Ботнического залива (эстуарий р. Ангерманалвен). Разработана базовая цифровая модель региона Балтийского моря, включающая сведенные в единой проекции и пространстве grids современного рельефа, поверхности дочетвертичных образований, кровли метаморфического фундамента, зон важнейших разрывных нарушений. С учетом всех полученных в ходе проекта данных проведено геолого-геоморфологическое моделирование развития региона Балтийского моря за последние 60 000 лет и более детальное моделирование этапа дегляциации для района восточной части Финского залива – Ладожского озера [2].

С 2014 г. морские геологи ВСЕГЕИ участвуют в Международном проекте EMODNet-Geology. Проект был инициирован EuroGeoSurvey, в настоящее время участниками проекта являются 36 организаций (преимущественно, геологические службы) из 30 стран. ВСЕГЕИ осуществляет подготовку картографических материалов по российской части акватории Балтийского, Белого и Баренцева морей. В рамках проекта EMODNet-Geology выполняется создание геологических карт морей Европы (карты дочетвертичных и четвертичных образований, карта донного субстрата – аналог литологической карты донных осадков, карта геологических опасностей, карта минеральных ресурсов, карта береговых процессов и т. д.) по единым методикам и легендам. Проводится работа по стандартизации



Рис. 3. Экспедиционные будни морской геологии

а – А. Ю. Сергеев (НИС «Академик Николай Страхов», Финский залив, 2017 г.); *б* – Л. М. Буданов, И. А. Неевин и А. В. Евдокименко (НИС СН 1303, Финский залив, 2018 г.); *в* – А. В. Евдокименко (яхта Liberty, Берингово море, 2017 г.); *г* – Л. М. Буданов, А. Ю. Сергеев, А. А. Московцев и В. И. Хориков (р. Россонь, 2018 г.); *д* – О. В. Дронь (НИС «Академик В. А. Коптюг», 2018 г.)

цифровых геологических данных в соответствии с техническими требованиями проекта и единой терминологической основой.

Специалисты отдела активно участвуют в международных конференциях и совещаниях, что позволяет оставаться на острие современной научной мысли и быть в курсе новейших технологических разработок в области морской геологии.

Заключение. Широкий спектр решаемых геологических задач, впечатляющий диапазон географии ежегодных полевых работ — от Калининграда до побережий Корякского нагорья, достойный уровень технического и технологического обеспечения позволил вдохнуть в морское направление геологических исследований института новую жизнь. Вновь, как много лет назад, когда морская геология была одной из самых бурно развивающихся геологических дисциплин, обещавших решение интереснейших неразгаданных проблем и романтику дальних странствий, основу кадрового состава отдела морской геологии ВСЕГЕИ составляют активные, заинтересованные, увлеченные молодые сотрудники (рис. 3). Новое поколение морских геологов активно участвует в полевых и камеральных работах отдела. А. Ю. Сергеев — ответственный исполнитель ряда научных и производственных проектов, И. А. Неевин и О. В. Дронь руководят полевыми партиями. Шестеро сотрудников отдела успешно закончили аспирантуру или продолжают обучение в настоящее время, ежегодно научные проекты молодых сотрудников получают поддержку РФФИ.

Оптимистичная оценка будущего морской геологии во ВСЕГЕИ связана, прежде всего, с перспективами выполнения работ по государственной геологической съемке акваториальной части совмещенных листов суша — море в м-бах 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Именно эти работы позволят сохранить и развить лучшие традиции предыдущих десятилетий, постоянно совершенствовать техническую и технологическую базы, внедряя новейшие методы полевых, лабораторных и камеральных исследований, пополнять кадровый состав отдела за счет талантливой молодежи, сохранять и развивать тесные взаимообогащающие научные связи со специалистами морских геологических организаций России — ВНИИОкеангеология, ИО РАН, Южморгеология, МАГЭ, и международное сотрудничество.

1. Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря / под ред. О.В. Петрова. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. — 78 с.

2. Амантов А.В. Проблемы голоценового развития Южного Приладожья / А.В. Амантов, М.Г. Амантова, Д.В. Рябчук, А.Ю. Сергеев, Т.М. Гусенцова, В.А. Жамойда, В. Фьелдскар // Регион. геология и металлогения. 2016. № 65. — С. 37–49.

3. Бутылин В.П., Жамойда В.А. Зональность современного шельфового конкрециеобразования на примере Финского залива // Геология и геохимия железомарганцевых конкреций Мирового океана. — Л.: Севморгеология, 1988. — С. 93–107.

4. Гогоберидзе Г.Г. Глоссарий по Кадастру береговой (прибрежной) зоны / Г.Г. Гогоберидзе, В.А. Жамойда, Е.Н. Нестерова, Д.В. Рябчук, М.А. Спиридонов. — СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. — 95 с.

5. Гогоберидзе Г.Г. Концепция разработки Государственного кадастра береговой зоны морей Российской Федерации / Г.Г. Гогоберидзе, М.А. Спиридонов, Д.В. Рябчук, В.А. Жамойда, Ю.А. Леднова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. № 27 (168). — С. 2–11.

6. Григорьев А.Г. Новые данные по истории развития юго-восточной части Балтийского моря от позднеледникового до современности / А.Г. Григорьев, В.А. Жамойда, М.А. Спиридонов, А.Ю. Шарапова, В.В. Сивков // Регион. геология и металлогения. 2009. № 40. — С. 103–114.

7. Григорьев А.Г. Возраст и скорости роста железомарганцевых конкреций Финского залива по результатам определения изотопа ^{210}Pb / А.Г. Григорьев, В.А. Жамойда, К.А. Груздов, Р.Ш. Крымский // Океанология. 2013. Т. 53. № 3. — С. 1–7.

8. Жамойда В.А. Железомарганцевые конкреции: морфологические особенности и генезис // Геология субаквальной части зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты. — Л.: ВСЕГЕИ, 1989. — С. 70–83.

9. Жамойда В.А. Минерально-сырьевые ресурсы восточной части Финского залива / В.А. Жамойда, П.Е. Москаленко, А.Е. Рыбалко, М.А. Спиридонов // Разведка и охрана недр. 1998. № 7–8. — С. 26–32.

10. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2011 г. / под ред. О.В. Петрова, А.М. Лыгина. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. — 80 с.

11. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2012 г. / под ред. О.В. Петрова, А.М. Лыгина. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. — 112 с.

12. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2013 г. / под ред. О.В. Петрова, А.М. Лыгина. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. — 136 с.

13. Рябчук Д.В. Новые данные о формировании реки Нева по результатам седиментологических исследований в восточной части Финского залива / Д.В. Рябчук, А.Г. Григорьев, В.А. Жамойда, М.А. Спиридонов, А. Котилайнен, Й. Виртасало, М. Морос, В.В. Сивков, Е.В. Дорохова // Регион. геология и металлогения. 2015. № 61. — С. 6–20.

14. Рябчук Д.В. Проблемы абразии берегов восточной части Финского залива: состояние, прогноз, рекомендации по берегозащите / Д.В. Рябчук, А.Ю., Сергеев, О.А. Ковалева, И.О. Леонтьев, В.А. Жамойда, А.М. Колесов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2016. № 44. — С. 187–203.

15. Рябчук Д.В. Характеристика седиментационных процессов в последледниковых водоемах по данным исследований колонок донных отложений восточной части Финского залива / Д.В. Рябчук, А.Г. Григорьев, Т.В. Сапелко, В.А. Жамойда, А.Т. Котилайнен, А.Ю. Сергеев, Л.М. Буданов // Известия РГО. 2017. Т. 149. Вып. 3. — С. 32–52.

16. Спиридонов М.А., Рыбалко А.Е., Жамойда В.А. Принципы, методы и современное состояние проблемы составления литологических карт поверхности морского дна // Методические рекомендации по изучению донных образований арктического шельфа. — Л., 1981. — С. 8–20.

17. Спиридонов М.А., Жамойда В.А. Гляциальные шельфы: проблемы геологии и методика изучения. — Л.: ВСЕГЕИ, 1985. — 84 с.

18. Спиридонов М.А., Москаленко П.Е. Комплексные морские геолого-геофизические исследования внутренних морей гляциальных шельфов. — Л.: ВСЕГЕИ, 1987. — 96 с.

19. Спиридонов М.А. Методология, методы и главные результаты морского экологического (геоэкологического) патруля (МЭП) / М.А. Спиридонов, Н.Г. Медведева, В.Т. Пака, М.А. Холмянский // Государственный доклад

о состоянии окружающей среды Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 1998 г. — СПб.: Ленкомэкология, 2000. Т. 2. — С. 216–236.

20. Спиридонов М.А., Анохин В.М. Основы методики геоэкологического мониторинга зон захоронения химического оружия в Балтийском море // Концептуальные проблемы геоэкологического изучения шельфа. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. — С. 145–149.

21. Спиридонов М.А. Основные проблемы геоэкологии и результаты мониторинга геологической среды береговой зоны Санкт-Петербургского региона / М.А. Спиридонов, В.М. Анохин, Н.Р. Горбачевич, А.Г. Григорьев, В.А. Жамойда, С.Ф. Мануйлов, П.Е. Москаленко, В.А. Шахвердов // Регион. геология и металлогения. 2001. № 13–14. — С. 174–182.

22. Спиридонов М.А. Опасная эндогенная и экзогенная геодинамика в береговой зоне Российской Прибалтики / М.А. Спиридонов, В.Л. Болдырев, В.А. Жамойда, Д.В. Рябчук, В.В. Сивков // Разведка и охрана недр. 2010. № 6. — С. 53–60.

23. Amantov A., Fjeldskaar W. Meso-Cenozoic exhumation and relevant isostatic process: The Barents and Kara shelves // Journal of Geodynamics. 2017. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jog.2017.12.001> (дата обращения 02.08.2018).

24. Grigoriev A., Zhamoida V., Spiridonov M., Sharapova A., Sivkov V., Ryabchuk D. Late-glacial and Holocene palaeoenvironments in the Baltic Sea based on a sedimentary record from the Gdańsk Basin // Climate Research, special 26: Environmental change and socio-economic response in the Baltic region. 2011. Vol. 48. N 1. — P. 13–21.

25. Ryabchuk D., Sergeev A., Krek A., Kapustina M., Tkacheva E., Zhamoida V., Budanov L., Moskovtsev A., Danchenkov A. Geomorphology and Late Pleistocene — Holocene Sedimentary Processes of the eastern Gulf of Finland // Geosciences. 2018. Vol. 8. — P. 102. doi: 10.3390/geosciences8030102 (дата обращения: 02.08.2018).

26. Sergeev A., Sivkov V., Zhamoida V., Ryabchuk D., Bitinas A., Mažeika J. Holocene organic-rich sediments within the Curonian Spit coast, the south-eastern Baltic Sea // Baltica. 2015. Vol. 28. N 1. — P. 41–50.

27. Zhamoida V.A., Butylin V.P., Glasby W.P., Popova I.A. The nature of ferromanganese concretions from the Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea // Marine Georesources and Geotechnology. 1996. N 14. — P. 161–175.

28. Zhamoida V.A., Butylin V.P., Popova E.A., Aladin N.V. Recent sedimentation processes in the Northern Aral Sea // International Journal of Salt Lake Research. Vol. 6. N 1. 1997. — P. 67–81.

29. Zhamoida V., Grigoriev A., Gruzdov K., Ryabchuk D. The influence of ferromanganese concretions-forming processes in the eastern Gulf of Finland on the marine environment // Geological Survey of Finland, Special Paper 45. 2007. — P. 21–32.

30. Zhamoida V., Grigoriev A., Ryabchuk D., Evdokimenko A., Kotilainen A.T., Vallius H., Kaskela A.M. Ferromanganese concretions of the eastern Gulf of Finland — Environmental role and effects of submarine mining // Journal of Marine Systems. 2017. N 172. — P. 178–187.

1. Atlas geologicheskikh i ehkologo-geologicheskikh kart Rossijskogo sektora Baltijskogo moray [Atlas of geological and ecological-geological maps of the Russian sector of the Baltic Sea]. Ed. O.V. Petrov. St. Petersburg: VSEGEI. 2010. 78 p.

2. Amantov A.V., Amantova M.G., Ryabchuk D.V., Sergeev A.Yu., Gusencova T.M., Zhamoida V.A., F'eldskar V. Problems of Holocene Development in the Southern Lado-ga Region. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2016. No 65. Pp. 37–49. (In Russian).

3. Butylin V.P., Zhamoida V.A. Zoning of modern shelf concretion formation on the example of the Gulf of Finland. *Geologiya i geohimiya zhelezomargancevykh konkrecij Mirovogo okeana*. Leningrad: Sevmorgeologiya. 1988. Pp. 93–107. (In Russian).

4. Gogoberidze G.G., Zhamoida V.A., Nesterova E.N., Ryabchuk D.V., Spiridonov M.A. Glossarij po Kadastru beregovoj (pribrezhnoj) zony [Glossary for the Coastal (Belted) Zone Cadastre]. St. Petersburg: RGGMU. 2008. 95 p.

5. Gogoberidze G.G., Spiridonov M.A., Ryabchuk D.V., Zhamoida V.A., Lednova Yu.A. The concept of development of the State Cadastre of the southeastern part of the seas of the Russian Federation. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2012. No 27 (168). Pp. 2–11. (In Russian).

6. Grigor'ev A.G., Zhamoida V.A., Spiridonov M.A., Sharapova A.Yu., Sivkov V.V. New data on the history of the development of the southeastern part of the Baltic Sea from late glacial to modern times. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2009. No 40. Pp. 103–114. (In Russian).

7. Grigor'ev A.G., Zhamoida V.A., Gruzdov K.A., Krymskij R.Sh. Age and rate of growth of ferromanganese nodules of the Gulf of Finland according to the determination of the isotope ²¹⁰Pb. *Okeanologiya*. 2013. Vol. 53. No 3. Pp. 1–7. (In Russian).

8. Zhamoida V.A. Iron-Manganese Nodules: Morphological Features and Genesis. *Geology of the Sub-Aquarian Part of the Joint Zone of the Baltic Shield and the Russian Plate*. Leningrad: VSEGEI. 1989. Pp. 70–83. (In Russian).

9. Zhamoida V.A., Moskalenko P.E., Rybalko A.E., Spiridonov M.A. Mineral resources in the eastern part of the Gulf of Finland. *Razvedka i ohrana neдр*. 1998. No 7–8. Pp. 26–32. (In Russian).

10. Informacionnyj byulleten' o sostoyanii geologicheskoy sredy pribrezhno-shel'fovyyh zon Barentseva, Belogo i Baltijskogo morej v 2011 g. [Information bulletin on the state of the geological environment of the coastal and shelf zones of the Barents, White and Baltic seas in 2011]. Eds. by O.V. Petrov, A.M. Lygin. St. Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. 2012. 80 p.

11. Informacionnyj byulleten' o sostoyanii geologicheskoy sredy pribrezhno-shel'fovyyh zon Barentseva, Belogo i Baltijskogo morej v 2012 g. [Information bulletin on the state of the geological environment of the coastal and shelf zones of the Barents, White and Baltic seas in 2012]. Eds. by O.V. Petrov, A.M. Lygin. St. Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. 2013. 112 p.

12. Informacionnyj byulleten' o sostoyanii geologicheskoy sredy pribrezhno-shel'fovyyh zon Barentseva, Belogo i Baltijskogo morej v 2013 g. [Information bulletin on the state of the geological environment of the coastal and shelf zones of the Barents, White and Baltic seas in 2013]. Eds. by O.V. Petrov, A.M. Lygin. St. Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. 2014. 136 p.

13. Ryabchuk D.V., Grigor'ev A.G., Zhamoida V.A., Spiridonov M.A., Kotilajnen A., Virtasalo J., Moros M., Sivkov V.V., Dorohova E.V. Novye dannye o formirovanii reki Neva po rezul'tatam sedimentologicheskikh issledovanij v vostochnoj chasti Finskogo zaliva. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2015. No 61. Pp. 6–20. (In Russian).

14. Ryabchuk D.V., Sergeev A.Yu., Kovaleva O.A., Leont'ev I.O., Zhamoida V.A., Kolesov A.M. Problems of abrasion of the shores of the eastern part of the Gulf of Finland: state, forecast, recommendations for shore protection. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta*. 2016. No 44. Pp. 187–203. (In Russian).

15. Ryabchuk D.V., Grigor'ev A.G., Sapelko T.V., Zhamoida V.A., Kotilajnen A.T., Sergeev A.Yu., Budanov L.M. Characteristics of sedimentation processes in postglacial reservoirs according to studies of columns of bottom sediments in the eastern part of the Gulf of Finland. *News of RGS*. 2017. Vol. 149. Iss. 3. Pp. 32–52. (In Russian).

16. Spiridonov M.A., Rybalko A.E., Zhamoida V.A. Principles, methods and current state of the problem of compiling lithological maps of the seabed surface. *Methodological recommendations for the study of bottom formations of the Arctic shelf*. Leningrad. 1981. Pp. 8–20. (In Russian).

17. Spiridonov M.A., Zhamoida V.A. (eds.). Glyacial'nye shel'fy: problemy geologii i metodika izucheniya [Glacial Shelf: Problems of Geology and Methods of Study]. Leningrad: VSEGEI. 1985. 84 p.

18. Spiridonov M.A., Moskalenko P.E. (eds.). Kompleksnye morskije geologo-geofizicheskie issledovaniya vnutrennih morej glyacial'nyh shel'fov [Integrated marine geological and geophysical studies of the inner seas of the glacial shelves]. Leningrad: VSEGEI. 1987. 96 p.
19. Spiridonov M.A., Medvedeva N.G., Paka V.T., Holmyanskij M.A. Methodology, methods and main results of marine ecological (geoecological) patrol (MEP). *State report on the state of the environment of St. Petersburg and the Leningrad Region in 1998*. 2000. Vol. 2. Pp. 216–236. (In Russian).
20. Spiridonov M.A., Anohin V.M. Bases of a technique of geoecological monitoring of zones of a burial place of the chemical weapon in Baltic sea. *Conceptual problems of geoecological studying of a shelf*. St. Petersburg: VSEGEI. 2000. Pp 145–149. (In Russian).
21. Spiridonov M.A., Anohin V.M., Gorbacevich N.R., Grigor'ev A.G., Zhamoida V.A., Manujlov S.F., Moskalenko P.E., Shahverdov V.A. The main problems of geoecology and the results of monitoring the geological environment of the coastal zone of the St. Petersburg region. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2001. No 13–14. Pp. 174–182. (In Russian).
22. Spiridonov M.A., Boldyrev V.L., Zhamoida V.A., Ryabchuk D.V., Sivkov V.V. Dangerous endogenous and exogenous geodynamics in the coastal zone of the Russian Baltic. *Razvedka i ohrana nedr*. 2010. No 6. Pp. 53–60. (In Russian).
23. Amantov, A., Fjeldskaar, W. 2017: Meso-Cenozoic exhumation and relevant isostatic process: The Barents and Kara shelves. *Journal of Geodynamics*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jog.2017.12.001>. (02.08.2018).
24. Grigoriev, A., Zhamoida, V., Spiridonov, M., Sharapova, A., Sivkov, V., Ryabchuk, D. 2011: Late-glacial and Holocene palaeoenvironments in the Baltic Sea based on a sedimentary record from the Gdańsk Basin. *Climate Research, special 26: Environmental change and socio-economic response in the Baltic region*. Vol. 48. 1. 13–21.
25. Ryabchuk, D., Sergeev, A., Krek, A., Kapustina, M., Tkacheva, E., Zhamoida, V., Budanov, L., Moskovtsev, A., Danchenkov, A. 2018: Geomorphology and Late Pleistocene – Holocene Sedimentary Processes of the Eastern Gulf of Finland. *Geosciences*. Vol. 8. 102. doi: 10.3390/geosciences8030102. (02.08.2018).
26. Sergeev, A., Sivkov, V., Zhamoida, V., Ryabchuk, D., Bitinas, A., Mažeika, J. 2015: Holocene organic-rich sediments within the Curonian Spit coast, the south-eastern Baltic Sea. *Baltica*. Vol. 28. 1. 41–50.
27. Zhamoida, V.A., Butylin, V.P., Glasby, W.P., Popova, I.A. 1996: The nature of ferromanganese concretions from the Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. *Marine Georesources and Geotechnology*. 14. 161–175.
28. Zhamoida, V.A., Butylin, V.P., Popova, E.A., Aladin, N.V. 1997: Recent sedimentation processes in the Northern Aral Sea. *International Journal of Salt Lake Research*. Vol. 6. 1. 67–81.
29. Zhamoida, V., Grigoriev, A., Gruzdov, K., Ryabchuk, D. 2007: The influence of ferromanganese concretions-forming processes in the eastern Gulf of Finland on the marine environment. *Geological Survey of Finland, Special Paper 45*. 21–32.
30. Zhamoida, V., Grigoriev, A., Ryabchuk, D., Evdokimenko, A., Kotilainen, A.T., Vallius, H., Kaskela, A.M. 2017: Ferromanganese concretions of the eastern Gulf of Finland – Environmental role and effects of submarine mining. *Journal of Marine Systems*. 172. 178–187.

Спиридонов Михаил Александрович – доктор геол.-минерал. наук, гл. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Mikhail_Spiridonov@vsegei.ru>

Жамойда Владимир Александрович – канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Vladimir_Zhamoida@vsegei.ru>

Рябчук Дарья Владимировна – канд. геол.-минерал. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <Daria_Ryabchuk@vsegei.ru>

Spiridonov Mikhail Aleksandrovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, VSEGEI¹. <Mikhail_Spiridonov@vsegei.ru>

Zhamoida Vladimir Aleksandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, VSEGEI¹. <Vladimir_Zhamoida@vsegei.ru>

Ryabchuk Daria Vladimirovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department, VSEGEI¹. <Daria_Ryabchuk@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.
A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.