

**Важнейшие результаты фундаментальных исследований, полученные в 2019 г. ИГ
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в рамках программы ФНИ**

Направление 126. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии.

Описан новый род и вид примитивного тетрапода *Parmastegaealidae* Beznosov et al. из нижнефаменских отложений Южного Тимана. Экстенсивность и хорошая сохранность остатков делают его древнейшим четвероногим животным, облик которого был детально реконструирован. Описание пармастеги проливает свет на одно из ключевых событий в эволюции позвоночных, позволившее им в дальнейшем завоевать сушу.

Из лагунных отложений возрастом около 372 млн лет, обнажающихся на р. Ижме (Южный Тиман), международной группой исследователей (Beznosov et al., 2019) описан новый род и вид примитивного тетрапода, получивший название *Parmastegaealidae*. Хорошая сохранность и обилие остатков позволили практически полностью реконструировать череп животного, его нижнюю челюсть и плечевой пояс. Пармастега является одним из древнейших четвероногих животных и самым древним из тех, облик которых может быть детально воссоздан. Внешностью она отдаленно напоминает крокодила: длинная морда, широкая, со множественными зубами пасть и сильно приподнятые над черепом глазницы. Однако на этом сходство заканчивается. Дышала она, вероятно, не ноздрями и даже не ртом, а специальными отверстиями, расположенными в ушной области и представлявшими собой остатки жаберной щели. Взаиморасположение некоторых костей в черепе больше соответствует рыбьему скелету, однако строение плечевого пояса явно указывает на то, что вместо парных плавников у пармастеги уже были конечности с пальцами. При этом кости самих конечностей, по всей видимости, не окостеневали и оставались хрящевыми. Высказать такое предположение нам позволяет отсутствие их в автохтонном захоронении, где посмертное перемещение остатков практически отсутствовало, а также крайне слабая степень окостенения по хрящевой ткани в таких элементах скелета, как мозговой череп и скапулокораконд. В целом облик пармастеги и особенности строения ее скелета указывают на то, что она была водным животным, которое большую часть своего времени проводило, барражируя у поверхности и высматривая своих жертв среди прибрежных обитателей суши. Таким образом, описание пармастеги проливает свет на образ жизни древнейших тетраподов Земли, приоткрывая тем самым завесу тайны на одно из ключевых событий в эволюции позвоночных, позволившее им в дальнейшем завоевать сушу (н. с. Безносков П. А. совместно с Дж. Клак (Jennifer A. Clack, University Museum of Zoology, University of Cambridge, Cambridge, UK), Э. Лукшевичем (Ervīns Lukševičs, Department of Geology, University of Latvia, Riga, Latvia), М. Руты (Marcello Ruta, Joseph Banks Laboratories, School of Life Sciences, University of Lincoln, Lincoln, UK) и П. Э. Альбергом (Per Erik Ahlberg, Department of Organismal Biology, Uppsala University, Uppsala, Sweden)).

Beznosov P. A., Clack J. A., Lukševičs E., Ruta M. & Ahlberg P. E. Morphology of the earliest reconstructable tetrapod *Parmastegaealidae* // Nature, 2019. Vol. 574. Pp. 527—531. DOI: 10.1038/s41586-019-1636-y

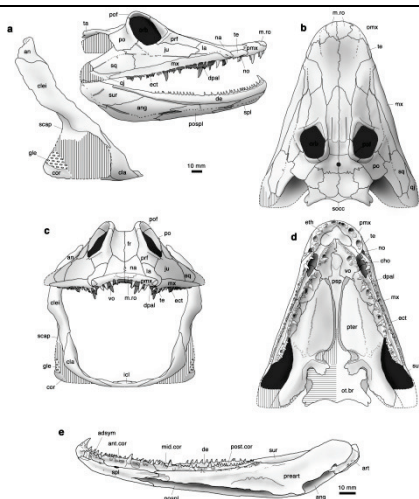


Рис. 1. Реконструкции черепа, нижней челюсти и плечевого пояса раннефаменского тетрапода *Parmastegaelidae*

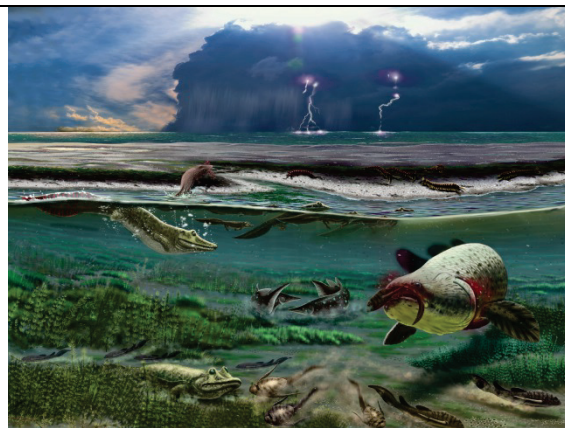


Рис. 2. Пейзаж сосногорской лагуны с надвигающимся на нее смертоносным штормом. Картина М. Шеханова (г. Ярославль), созданная по заказу Ухтинского историко-краеведческого музея, 2019 г.

Направление 125. Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.

Карит — новая разновидность природного алмаза. В импактитах Карской астроблемы (Пай-Хой, Россия) установлена новая разновидность природного алмаза — алмазные фоссилии, образовавшиеся в результате импактного преобразования органических остатков вещества мишени при давлении более 60 ГПа. Это первая находка ультрананокристаллического алмаза в природе с размерами кристаллитов 2—5 нм, имеющего по теоретическим оценкам уникальные прочностные свойства. Разновидности алмаза присвоено собственное название «карит» по месту обнаружения на р. Кара (Пай-Хой, Россия). Данная находка имеет важное значение для изучения процессов планетарной эволюции, геологии крупных импактных структур и углеродных материалов (д. г.-м. н. Шумилова Т. Г., к. г.-м. н. Исаенко С. И., Уляшев В. В.)

Shumilova T. G., Ulyashev V. V., Kazakov V. A., Isaenko S. I., Svetov S. A., Chazhengina Y., Kovalchuk N. S. Karite — diamond fossil: a new type of natural diamond. GeoscienceFrontiers, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2019.09.011>.

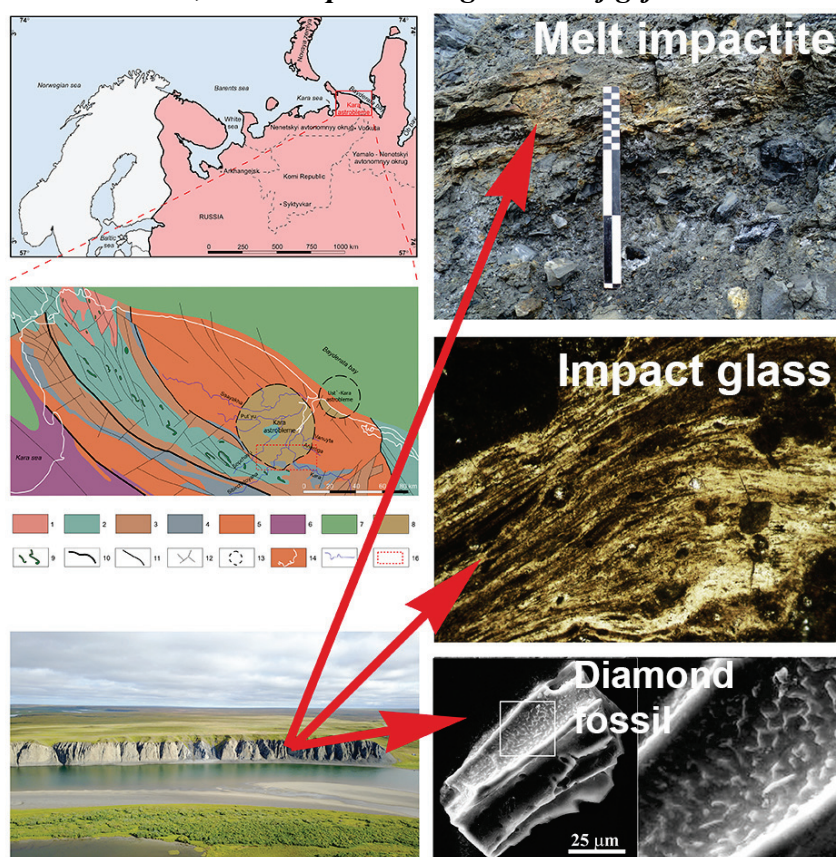


Рис. 3. Алмазная фоссилия из расплавного фрагмента в зювите Карской астроблемы (р. Кара, Пай-Хой, Россия) (Shumilova et al., Geoscience Frontiers, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2019.09.011>)

Направление 126. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии.

В докембрийской эволюции Северного Тимана установлены два эпизода плюмового магматизма, сопоставимых с рифтогенными событиями, происходившими при распаде суперконтинента Родинии. U-Pb-возраст цирконов из гранитов массива Сопки Каменные, равный (725 ± 6 млн лет) и соответствующий криогению, коррелируется со временем существования Франклинской крупной магматической провинции ($730\text{—}720$ млн лет) на арктической окраине Родинии. Образование гранитов массива Большой Камешек (613 ± 6 млн лет), гранитов (614 ± 11 млн лет), оливин-керсутитовых габбро (614 ± 2 млн лет) и сиенитов (613 ± 7 млн лет) массива Большой Румяничный, а также сиенитов массива Крайний Камешек (602 ± 5 млн лет) обусловлено рифтогенным магматизмом при окончательном распаде суперконтинента, начавшемся в эдиакарии. Рифтогенный магматизм этого возраста, по-видимому, связан с плюмом, подъем которого привел к формированию крупной магматической провинции Центрального Япетуса ($617\text{—}520$ млн лет), раскрытию океана Япетус и разделению Балтики, Лаврентии и Амазонии (д. г.-м. н. Андреичев В. Л., к. г.-м. н. Соболева А. А., к. г.-м. н. Удоратина О. В. (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар), Ронкин Ю. Л. (ИГГ УрО РАН, Екатеринбург), Миллер Э. Л., Кобл М. А. (Стэнфордский университет, Калифорния, США).

Направление 125. Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.

Определены новые, наиболее достоверные кларки фосфора по всем главным типам горных пород, как магматических, так и осадочных, а также пород метаморфических и гидротермальных. При этом кларки для гидротермалитов, метаморфитов, углеродистых биолитов и туффоидов ранее никем не оценивались — это сделано впервые.

Анализ новых кларков, дисперсий концентраций фосфора и впервые введенных в научный оборот фосфорных генетических модулей, а также впервые вычисленных статистических корреляций фосфора с породообразующими компонентами позволил выявить основные эмпирические закономерности геохимии фосфора как в эндогенных, так и в экзогенных процессах. Эти выводы имеют ключевое значение для поисков новых месторождений фосфорных руд (создана фундаментальная монография «Геохимия фосфора — д. г.-м. н. Юдович Я. Э., Кетрис М. П.)

Направление 126. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии.

В Тимано-Североуральском регионе в дискуссионном живецко-франском стратиграфическом интервале установлена новая палинологическая зона *Cristatisporitesdeliquescens*. Она скоррелирована с конодонтовой зоной *Ancyrodellarotundilobasoluta* (конодонты являются ортостратиграфической группой в биостратиграфической схеме девона), что позволяет проводить корреляцию морских и континентальных фаций.

На Среднем Тимане впервые в континентальных девонских фациях установлены пять палинокомплексов. Они скоррелированы с одновозрастными смежных территорий, выявлены особенности миоспоровых ассоциаций, формировавшихся в континентальных и прибрежно-морских фациях.

Полученные результаты явились основой детального расчленения пограничного среднепозднедевонского стратиграфического интервала в континентальных, прибрежно-морских и морских фациях, установлены характеристики бассейна седиментации, выявлено и уточнено стратиграфическое положение событийных уровней в конкретных разрезах региона и др. (д. г.-м. н. Тельнова О. П., к. г.-м. н. Соболев Д. Б., к. г.-м. н. Соболева М. А., к. г.-м. н. Шумилов И. Х.).

Tel'nova O. P., Shumilov I. Kh. Middle–Upper Devonian Terrigenous Rocks of the Tsil'ma River Basin and Their Palynological Characteristics // Stratigraphy and Geological Correlation, 2019, Vol. 27, No. 1, pp. 27—50.

Telnova O. P., Soboleva M. A., Sobolev D. B. Upper Devonian Cristatisporites Deliquescens Palynozone and its Correlation (Timan-North Urals Region) // Proceedings of Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting. Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources. FilodirittoEditore, 2019. pp. 253—261. DOI: 10.26352/D924F5043

Система, отдел	Ярус	Полъярус	Стандартные конодонтовые зоны (Ziegler, Sandberg, 1990)	Конодонтовые зоны Монтань Нуар (Klapper, 1989)	Конодонтовые зоны Тафиалат (Aboussalam, Becker, 2007), конодонтовые зоны (Becker et al., 2016)	Остракодовые зоны (Решение... 1990; Острые разрезы... 1997; Soboleva, Sobolev, 2016)	Региональные палинозоны		Глобальные события
							Южный Тиман (Тельнова, 2007)	Тимано-Североуральский регион (Telnova et al., 2019)	
Верхний девон	Франский	Ср.	punctata	MN 5	punctata		G. semilucensis - P. donensis	G. semilucensis - P. donensis	Middleleses
			transitans	MN 4	transitans				Timan
			Upper falsiovalis	MN 3	rugosa				Genundewa
			Middle falsiovalis	MN 2	rotundiloba soluta		Cristatisporites pseudodeliquescens	Cristatisporites deliquescens	Upper
	Живецкий	382.7	Lower falsiovalis	MN 1	pristina			C. pseudodeliquescens	Middle
					norrisi				Lower
Средний девон	Живецкий		Upper disparilis		dengleri sagitta				
			Lower disparilis		disparilis				

Рис. 4. Сопоставление конодонтовых, остракодовых и споровых биозон живецко-франского возраста и последовательности глобальных событий

Направление 130. Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых.

Раскрыты закономерности рудообразования и обоснована перспективность Манитанырдского золоторудного района на Полярном Урале. Установлено, что формирование гидротермальной золотосульфидной минерализации было длительным и характеризуется проявлением двух основных стадий — золото-пирит-арсенопиритовой и золото-галенит-халькопиритовой. Наряду с ранее отмечавшимся повышенным содержанием в рудах мышьяка и серебра обнаружена устойчивая ассоциация золота с висмутом, также являющимся важным попутным компонентом. В составе руд диагностированы серебросодержащий тетраэдрит, айкинит, самородный висмут. Уточнены контуры Нияюского золотосульфидного поля, выделены Нияхойское поле с участками развития золотоносных кор выветривания и Нияшорское поле, оценены ресурсы золота. Результаты исследований повышают рудный потенциал района и позволяют ожидать выявления нескольких новых золотосульфидных месторождений, представляющих промышленный интерес. Манитанырдский район рекомендован и рассматривается Федеральным агентством по недропользованию Роснедра как перспективный для постановки поисковых работ (к. г.-м. н. Ефанова Л. И., к. г.-м. н. Тарбаев М. Б., к. г.-м. н. Бурцев И. Н., д. г.-м. н. Кузнецов С. К., к. г.-м. н. Майорова Т. П.).

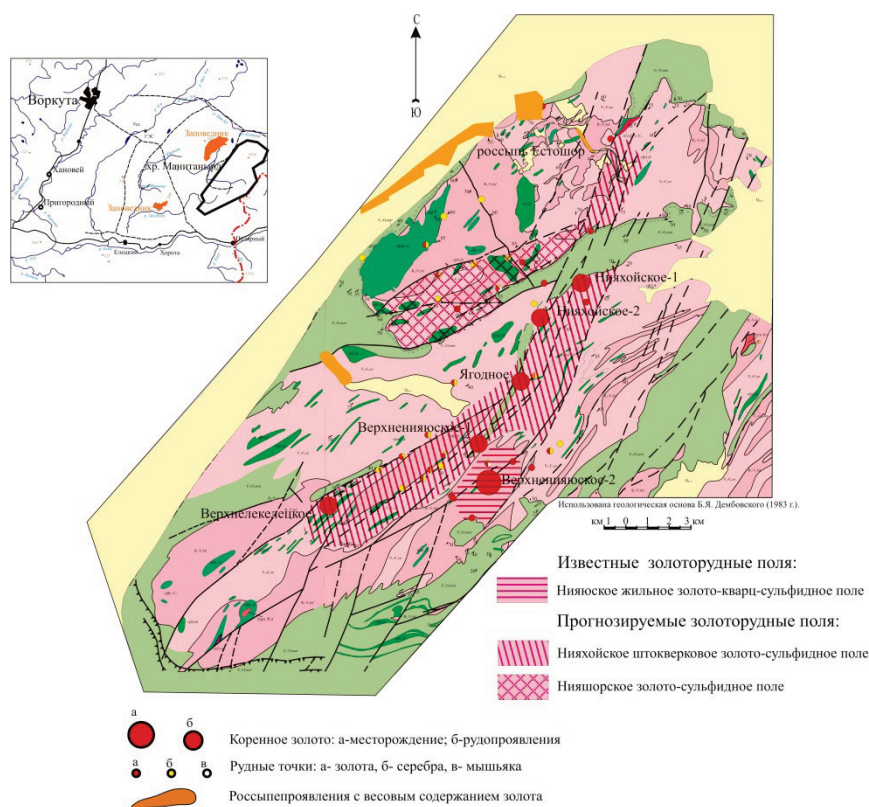


Рис. 5. Схема геологического строения и золотоносность Манитанырдского золоторудного района (Полярный Урал)

Направление 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Выполнена оценка углеводородного потенциала нижнепалеозойских отложений южной части Колвинского мегавала — одной из перспективных территорий — на поиски новых залежей нефти и газа в Тимано-Печорской провинции (1). Установлено наличие средне- и высокопродуктивных нефтематеринских пород, характеризующихся повышенными концентрациями органического вещества ($C_{орг}$ — 0.5—2.6 %) и величиной генерационного потенциала (TGP — 2—11 мгУВ/г породы, HI — 250—560 мгУВ/г $C_{орг}$) (2, 3). Люминесцентно-петрографические (4) и геохимические исследования свидетельствуют о проявлении процессов нефтегенерации и перераспределения углеводородов в более проницаемые карбонатные толщи. Предполагается, что нижнепалеозойские нефтематеринские отложения внесли основной вклад в формирование промышленных залежей углеводородов в вышележащих нефтегазоносных комплексах Колвинского мегавала (к. г.-м. н. Котик И. С., к. г.-м. н. Котик О. С., к. г.-м. н. Валяева О. В.).

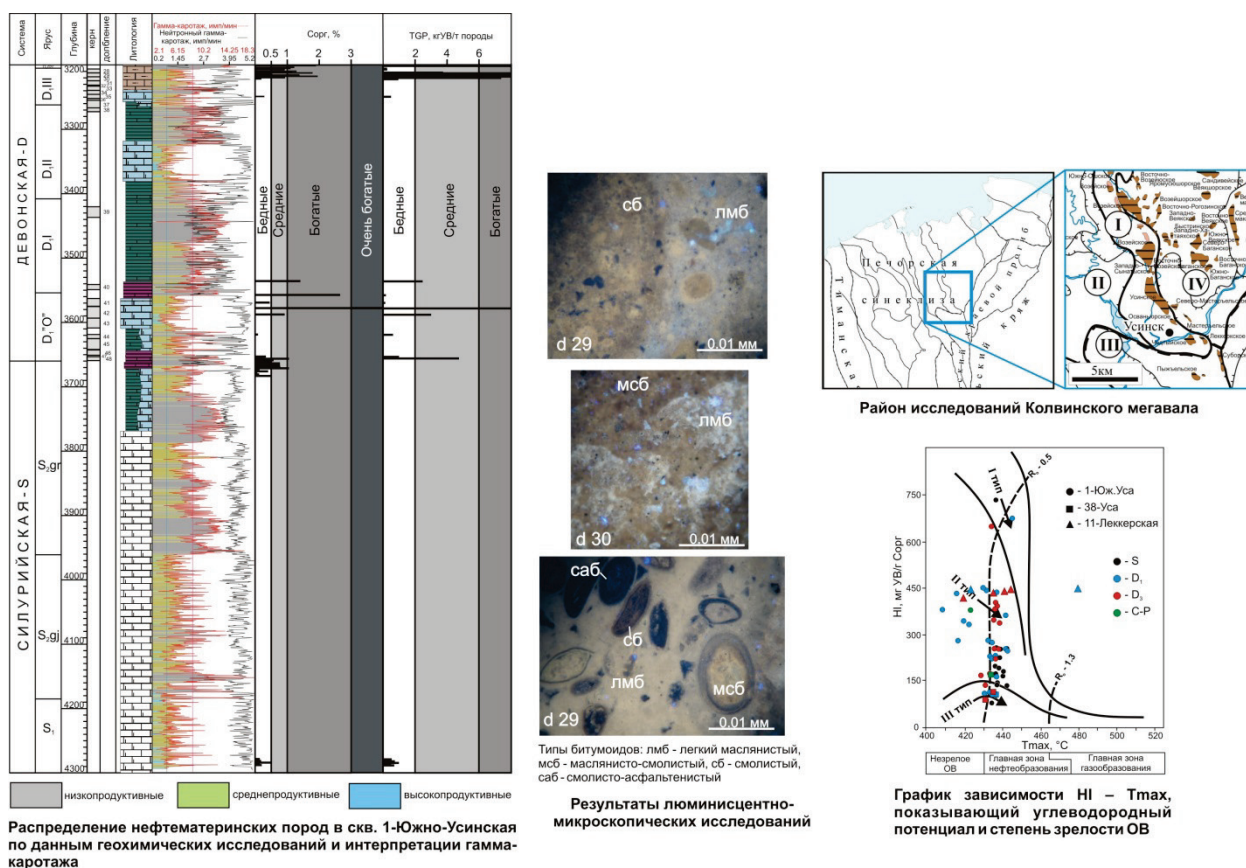


Рис. 6. Углеводородный потенциал палеозойских отложений юга Колвинского мегавала

Дан анализ современной ситуации экономики и развития промышленности в Воркутинском и Интинском районах Республики Коми, разработаны конкретные предложения по их дальнейшему развитию.

В рамках Поручения Президента Российской Федерации от 23.08.2019 г. № Пр-1707 (пункт 1 «б»)) совместно с сотрудниками ИСЭиЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН и специалистами министерств и ведомств Республики Коми разработаны обоснования в План дальнейшего развития монопрофильных муниципальных образований — городских округов «Воркута» и «Инта». План определяет целевые ориентиры, направления и ключевые меры дальнейшего развития городских округов, включающих поддержку занятости населения, отражает перспективы дальнейшего развития угледобычи и промышленного развития за счет освоения месторождений полезных ископаемых, создания новых отраслей (арктическое домостроение), развития научных исследований в Арктической зоне Российской Федерации. В План включены мероприятия по развитию минерально-сырьевой базы угледобычи; оценке перспектив нефтегазоносности территории; проведению поисково-оценочных работ на коренное золото, медь, хромиты; вовлечению в промышленное освоение месторождений баритов, карбонатных пород для целлюлозно-бумажной промышленности и металлургии, каолинит-кварцевого сырья, хромовых руд, строительного камня; утилизации накопленных горнопромышленных отходов. Среди новых перспективных направлений развития промышленности выделены: арктическое домостроение; промышленность строительных материалов; глубокая переработка угля и отходов углеобогащения; малотоннажная химия. Обосновано создание региональной сети пунктов комплексного мониторинга геологической среды и сейсмической обстановки, включающей станции (опорные пункты наблюдения) федерального и регионального уровня в Арктике.

Научно обоснована модель биогеосорбентов (на основе глинистых и цеолитовых пород Республики Коми и иммобилизованных на них микроорганизмов-нефтедеструкторов) с высокими деструктивными свойствами в отношении нефтепродуктов.

На основе сопоставления минерального состава исходных сорбентов (анальцимсодержащих и глауконитсодержащих пород, клиноптилолитсодержащей глины) и их сорбционно-структурных характеристик с одноименными сорбентами, но с иммобилизованными микроорганизмами-нефтедеструкторами проведена оценка деструктивных свойств биогеосорбентов в отношении нефтепродуктов.

Показано соответствие теоретических положений (на основе ранее опубликованных нами работ по глинистым и цеолитовым породам) экспериментальным данным. Исходные сорбенты проявляют высокую сорбционную активность в отношении нефтепродуктов, уменьшая их содержание в воде в 2.5—5 раз. Анальцимсодержащие породы и клиноптилолитовые глины способны удерживать низкомолекулярные алканы, обычно подверженные атмосферным воздействиям

При иммобилизации клеток микроорганизмов на минеральные носители выявлено снижение сорбционных свойств, но в тоже время происходит окисление нефтепродуктов микроорганизмами. Биодеградация углеводов в биогеосорбентах в течение 4 дней составила 60—77 % (д. г.-м. н. О. Б. Котова, к. г.-м. н. Д. А. Шушков, м. н. с. Г. В. Игнатъев; к. б. н. Т. Н. Щемелинина и Е. М. Анчугова, ИБ Коми НЦ УрО РАН).

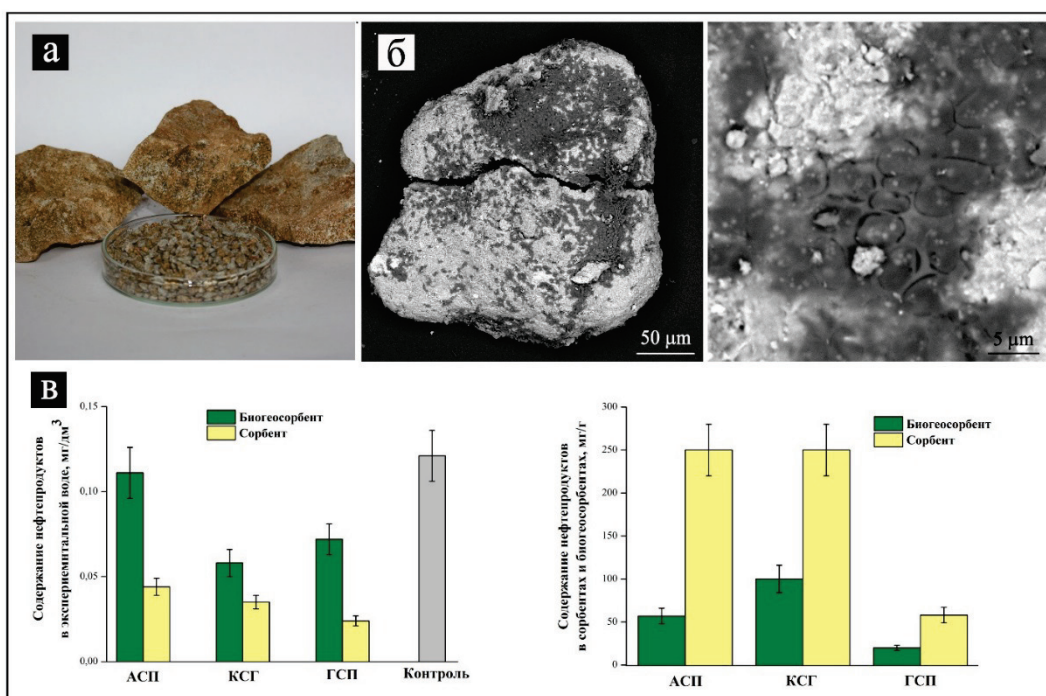


Рис. Сорбенты и биогесорбенты на их основе для сорбции и деструкции нефтепродуктов: а — исходные сорбенты (анальцимсодержащая порода); б — СЭМ-изображения поверхности минеральных носителей с иммобилизованными микроорганизмами-нефтедеструкторами; в — изменение содержания нефтепродуктов в водных образцах и сорбентах/биогесорбентах (АСП — аналцимсодержащая порода, КГС — клиноптилолитовая глина, ГСП — глауконитсодержащая порода)