

**РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ ЗА 2014 ГОД ПО ПРОЕКТУ РФФИ
№ 13-05-96508 р_юг_а С ИЛЛЮСТРАЦИЯМИ И ФОРМУЛАМИ**

Форма 503. РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

3.1. Номер проекта

13-05-96508

3.2. Название проекта

Исследование и мониторинг грязевого вулканизма Тамани в аспекте современной проблемы экологической безопасности Азово-Черноморского побережья России.

3.3. Коды классификатора, соответствующие содержанию фактически проделанной работы

05-524 05-713 05-740

3.4. Объявленные ранее цели проекта на 2014 год

Поиск, фиксация и картографирование неисследованных участков региона.

Добавление материалов на карту региона.

Моделирование механизма взаимодействия тектонических плит региона.

Разработка метода диагностического прогноза состояния проблемных зон.

Наполнение ресурсов в Глобальной сети новыми материалами.

Подготовка структуры монографии по грязевым вулканам Тамани с результатами исследований, базой данных и координатами точной привязки.

3.5. Степень выполнения поставленных в проекте задач

Все поставленные задачи проекта выполнены полностью.

3.6. Полученные важнейшие результаты

За время экспедиционных исследований и сбора материалов в 2014 году обследована обширная область Таманского региона. Протяженность маршрутов перемещений по суше превышает 3000 км. Все маршруты перемещений зафиксированы с помощью навигационного оборудования. Треки перемещений нанесены на карты и записаны в цифровом виде с целью переноса на другое навигационное оборудование и в картографические программы вычислительных систем. Координаты мест отбора проб также зафиксированы. Треки экспедиционных маршрутов 2014 года показаны на рис. 1.

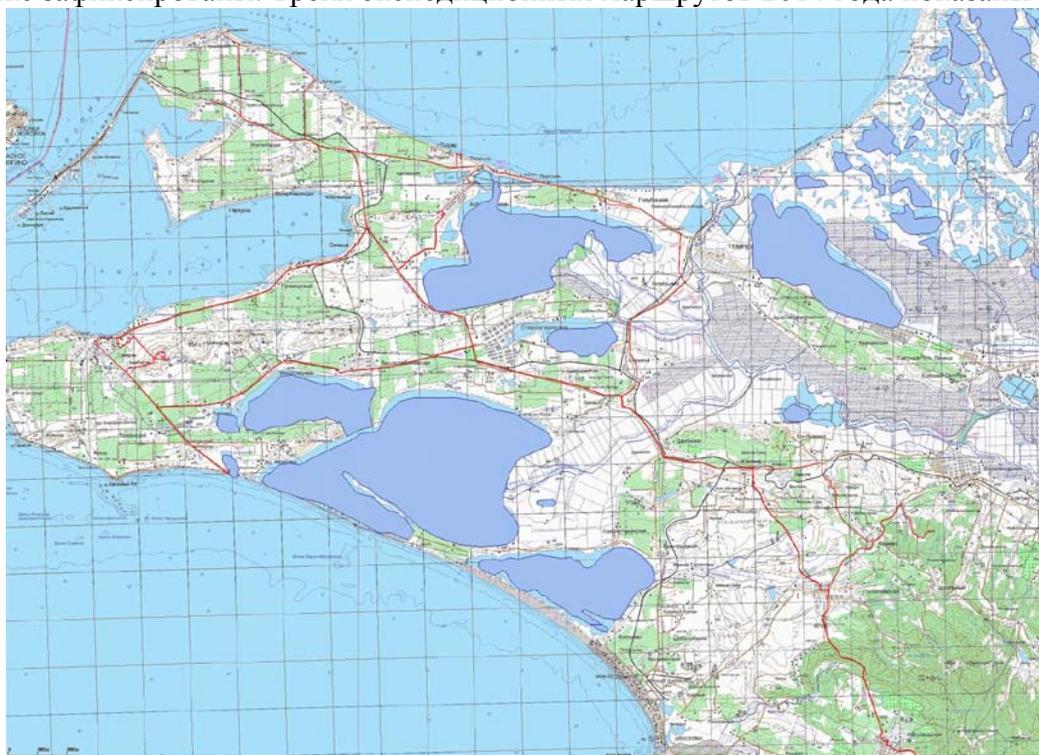


Рис. 1. Треки экспедиционных маршрутов 2014 года по Таманскому полуострову.

Результаты 3-х летних наблюдений за уровнем возвышения оконечности мыса Каменный позволили описать вертикальные перемещения тектонической плиты в разные промежутки времени.

Мониторинг и батиметрические обследования в районе мыса Каменный показали, что плита, поднимаясь в 2011 году на 5 метров, к маю 2014 года просела на 2,5 метра. По спутниковым снимкам видно, что происходит активное разрушение вновь образовавшегося берега за счет воздействия природных факторов (волнение, ветер, обледенение и т.п.). По состоянию на май 2014 года осталось меньше пятой части от ее первоначального состояния. Скорость отступления берега (> 10 м/год) такова, что, предположительно, к концу 2015 года очертания мыса Каменный примут первоначальный вид. Однако возвышения суши над уровнем моря в регионе сохранятся еще, примерно, на 30 с лишним лет. Хронология состояния мыса Каменный показана на рис. 2 (по спутниковым снимкам 2010 – 2013 г.г.).



Рис. 2. Мыс Каменный. Состояние, сверху вниз, на 2010 – 2011 – 2013 год, соответственно. Красная линия на всех рисунках – трек оставшейся суши по состоянию на май 2014 г.

В связи с тектоническими подвижками 2011 года на Таманском полуострове, в 2014 году проводились дополнительные исследования состояния антиклинальных зон в регионе. Напряженно-деформированное состояние земной поверхности Таманского региона известно. Произошедшие события (подъем морского дна) могли стать следствием резонансных процессов, возникших как эхо землетрясения Tohoku. Такие явления не являются уникальными. Достаточно подробно они описываются моделями Лоренса. В результате процессов растяжения и сжатия земной поверхности произошел подъем антиклинальных складок.

В 1982 году Г.С. Вартанян и Г.В. Куликов сделали открытие о существовании в недрах Земли гидро-геодеформационного поля (ГГД-поле). Это открытие указывало, что гидрогеосфера чувствительно реагирует на изменения напряженного состояния недр и в них постоянно возникают коротко живущие структуры деформаций. Эти структуры имеют закономерное развитие, связанное с геодинамическими процессами, протекающими в недрах Земли. При их активизации ГГД-поле принимает упорядоченный характер, а его строение соответствует тектоническим структурам, активным в данный отрезок времени. В местах, где в период геодинамической активности деформации превышают предел длительной прочности пород, происходят подвижки тектонических плит и землетрясения. Их интенсивность зависит от уровня и характера геодинамической активности, площади накопления напряжений, скорости протекания процессов, особенностей геологического и тектонического строения гипоцентральных зон и других факторов. Многие особенности изменения напряженного состояния недр и подготовки землетрясений как раз и могут быть прослежены по развитию структур ГГД-поля. При назревании крупных землетрясений возмущения в ГГД-поле охватывают площади в удалении многих тысяч километров от эпицентра. Период подготовки возмущений может составлять от 0,5 до 1,5 года до возникновения катастрофического события. Возмущения ГГД-поля также охватывают обширные площади во время и после произошедшего события.

На основе этой теории предложен метод мониторинга состояния ГГД-поля с целью предсказания возможных экстремальных ситуаций, связанных с тектонической нестабильностью. А именно, предлагается проводить мониторинг радонового поля в наиболее характерных местах антиклинальных зон. Например, в местах пересечения антиклиналей, крупных выходах действующих грязевых вулканов и т.п. Радиологические наблюдения 2014 года за объемной активностью радона над поверхностью одного из самых крупных грязевых вулканов региона, на горе Карабетка, позволили выделить 12 минутные циклы радиационных аномалий. Каждые 12 минут происходит 4-х кратное увеличение активности бета гамма распада дочерних короткоживущих продуктов распада радона. Постоянные аналогичные наблюдения в разных точках позволят набрать статистику и увязать ее с последующими экстремальными ситуациями.

Вернемся к антиклинальным зонам. Для Таманского полуострова выделены девять антиклинальных зон (рис. 3): 1. Каменномысская; 2. Фонталовская; 3. Темрюкско-Курчанская; 4. Сенно-Ахтанизовская; 5. Карабетовая (или Таманская); 6. Кизилташская; 7. Голубицкая; 8. Благовещенская; 9. Джигинско-Варениковская. Мыс Каменный находится в пределах Каменномысской антиклинали. Поскольку рядом с мысом Каменный находится поселок Приазовский, а выход дна моря на поверхность произошел очень быстро (за одну ночь, с 29 на 30 апреля 2011 г.), местными жителями этот феномен был зафиксирован почти мгновенно. Последующие обследования других антиклиналей показали наличие новых образований (рис. 4), объяснить которые мифическими «подземными оползнями» нельзя. Это подтверждает модель Лоренса относительно механизма произошедшего события.



Рис. 3. Антиклинальные зоны Таманского полуострова.



а)

б)

в)

Рис. 4. Новые образования в пределах антиклиналей региона: а) новый грязевой вулкан на Таманской антиклинали. Ноябрь, 2011 г.; б) активное извержение брекчии на стыке Таманской и Темрюкско-Курчанской антиклиналей. Июнь, 2011 г.; в) новый вулкан на Сенно-Ахтанизовской антиклинали. Май, 2013 г.

Радиометрические исследования на Таманском полуострове.

Региональная проблема оценки неблагоприятного воздействия повышенного естественного радиационного фона на побережье Черного и Азовского морей сформировалась в два последних десятилетия. В результате детальных исследований последних лет как один из существенных источников радиационного загрязнения прибрежной зоны стали фигурировать «черные пески» (монациты). Монациты – радиоактивные пески, образовавшиеся в результате естественных геологических процессов. Основными радиоактивными элементами в них являются ^{232}Th , ^{238}U и продукты их распада. На побережьях Черного и Азовского морей они могут находиться в местах с высокой плотностью населения. Формирование «чёрных песков» Азовского и Черного морей началось после окончания ледниковой эпохи и продолжается до сих пор. Морфологически россыпи «черных песков», чаще всего, располагаются в прибрежной зоне на береговых валах или косах, в береговых дюнах. Удельная активность проб «черного песка», отобранного на Азовском море с пляжей северозападного побережья Краснодарского края, составляет 9240 ± 138 Бк/кг по ^{232}Th и 698 ± 42 Бк/кг по ^{238}U . Гамма-спектры проб, отобранных в разных местах акватории

Черного и Азовского морей, дают содержание тория от 5-7% до 60-65% относительно содержания урана. Минералогический состав монацитов Азово-Черноморского бассейна представлен кремнием, железом, титаном – (85%); марганцем, магнием, цинком, хромом – (0,5-1,5%); кальцием, калием, натрием – (0,5-2%); редкоземельными элементами, торием, ураном, цирконием – (0,6-6,6%). Гранулометрический состав «черных песков» исследуемого региона показан на рис. 5.

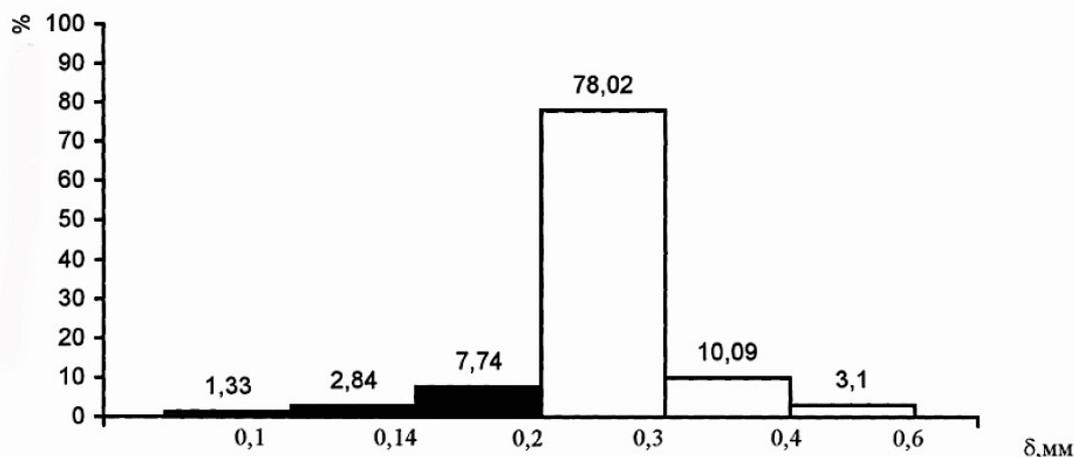


Рис. 5. Гранулометрический состав «черных песков» Азово-Черноморского региона.

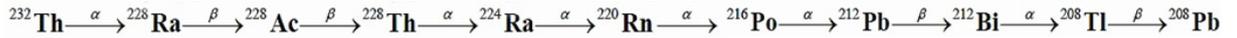
Основным компонентом крупных фракций (0,3-0,6 мм) является слабо окрашенный минерал. Темные минералы представлены более мелкими частицами (0,05-0,2 мм). Основная масса (более 70%) исследованного материала, состоящая из кварца, граната и циркона, сосредоточена во фракции 0,2-0,315 мм. Более крупная фракция (0,315-0,6 мм) – ракушечник и обломочный материал (3-13%). Фракция тяжелых металлов (0,05-0,160 мм) составляет 10-13% исходного материала. В нее входят минералы черного цвета: ильменит и магнетит. По массе большая доля приходится на ильменит, который и придает темную окраску песку. Под микроскопом, в отраженном свете, кристаллы ильменита флюоресцируют, что не позволяет их спутать с другими минералами (рис. 6).



Рис. 6. Проба песка, содержащего включения монацита и флюоресцирующего ильменита, под микроскопом (50х) в отраженном свете.

Более 95% радиоактивности сосредоточено в монаците. По массе монацит составляет всего лишь несколько процентов от общего веса. Основным источником

радиоактивного излучения монацитов является ^{232}Th и продукты его распада. Несколько упрощенно схема радиоактивных превращений в семействе тория:



В процессе экспедиционных наблюдений 2014 года «черные пески» были исследованы в нескольких местах Азово-Черноморского побережья Таманского полуострова. Максимальное значение зафиксированной в 2014 году суммарной радиации составило 50 мкР/час в пробах песка, отобранных в районе грязевого вулкана Богатырь на побережье Азовского моря. Радиоактивность «черных песков» у поселка Веселовка составила, примерно, 25 мкР/час. При этом радиоактивный фон нормального песка был 4-6 мкР/час.

Радоновое загрязнение.

Полученные значения объемной активности радона, как результат экспедиционных исследований, приведены на рис. 6.

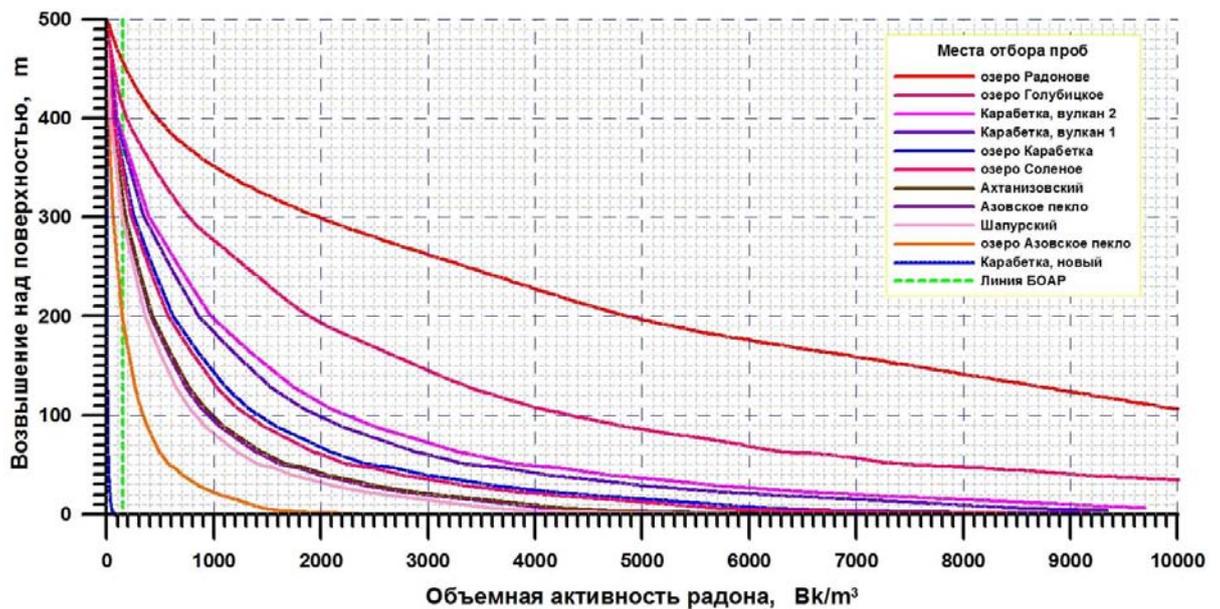


Рис. 6. Графики распределения объемной активности радона над поверхностью исследованных участков Таманского полуострова. БОАР – зеленая линия безопасной объемной активности радона.

В процессе изучения радонового потенциала Таманского полуострова довелось столкнуться с проблемой высокой трудоемкости проведения исследований. Лабораторный метод анализа требует больших временных затрат. От 2-х суток на анализ одной пробы.

При распаде радона его изотопы, испуская альфа-частицы, превращаются в твердые радиоактивные изотопы. В цепочку распада входят короткоживущие изотопы ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi . Величина скрытой энергии объемной активности радона равна энергии распада дочерних короткоживущих продуктов и описывается уравнением:

$$ЭРОА_{Rn} = OA_{Rn} \cdot F = 0,1046A_{Po} + 0,5161A_{Pb} + 0,3793A_{Bi},$$

где $ЭРОА_{Rn}$ – эквивалентная равновесная объемная активность радона; OA_{Rn} – объемная активность радона; F – коэффициент равновесия между радоном и продуктами распада (в среднем, лежит в диапазоне 0,4 – 0,5); A_{Po} , A_{Pb} , A_{Bi} – объемные активности короткоживущих продуктов распада радона.

Физика процесса говорит, что если осуществлять замер активности $\beta\gamma$ распада дочерних короткоживущих продуктов распада радона, методом обратного расчета можно найти объемную активность радона. Преимущество такого подхода в том, что замер уровня $\beta\gamma$ излучений осуществляется с частотой 1 Гц и осреднением от 1 мин. Это позволит на порядки сократить процесс картирования радоноопасности исследуемых территорий. В

настоящее время ведется разработка алгоритмов и программ для такой обработки.
Основные итоги результатов радиологических исследований, к которым мы пришли.
Актуальность мониторинга радона в Таманском регионе обусловлена сложной геологической структурой.

Предварительные оценки радоноопасности территорий показывают на необходимость проведения дальнейшего детального картирования Таманского полуострова.

В связи с большими сезонными вариациями измеряемой величины (до 10 раз), для повышения достоверной вероятности наблюдений, необходимо проводить непрерывный стационарный мониторинг объемной активности изотопов радона в нескольких пунктах. Пункты радонового мониторинга одновременно могут осуществлять контроль состояния ГГД-поля. По результатам наблюдений можно пытаться прогнозировать изменения напряженно-деформированного состояния земной коры и возникновение экстремальных ситуаций.

Повышенный радиационный фон Азово-Черноморской прибрежной зоны Таманского региона обусловлен «черными песками», радиоактивность которых определяется монацитами.

Удельная радиоактивность песка обусловлена тяжелой фракцией, что делает перспективной технологию очистки прибрежной зоны с возвратом легкой фракции кварцевого песка на пляжи.

Ситуацию с «черными песками» в регионе можно использовать как модель воздействия «малых доз» ионизирующей радиации на здоровье людей.

Результаты радиологических исследований показали, что в регионе за 75% естественного радиоактивного фона отвечает радиоактивность дочерних короткоживущих продуктов распада радона.

Полученные результаты важны для оценки состояния окружающей среды региона, предотвращения и ликвидации загрязнений.

3.7. Степень новизны полученных результатов

Все результаты, полученные в процессе работ по проекту, являются новыми.

Известно, что тектонические плиты высших порядков подвержены активному перемещению. Мигрируют места выходов грязи на поверхность. Часть вулканов переходит в статус погребенных. Образуются новые кратеры. Последние детальные исследования по аналогичной теме проводились на Таманском полуострове в 1986 году. Отсутствие в то время мобильного навигационного оборудования не позволило получить точной привязки исследуемых мест. В настоящее время делается попытка исправить существующее положение.

Исследования на радоновые загрязнения полуострова не проводились вообще. А это важный фактор в безопасности ведения хозяйственной деятельности региона.

Немаловажным фактором являются радиологические исследования прибрежной зоны морей Таманского полуострова. Серьезных результатов по этой теме нам найти не удалось.

Некоторые результаты исследований по Таманскому полуострову докладывались в 2014 году на конференциях: Международный семинар «ЭКОЛОГИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ» (Геленджик, июль, 2014); XXV Международная конференция «БЕРЕГОВАЯ ЗОНА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ» (Сочи, октябрь, 2014); Международная конференция «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАРАЩИВАНИЯ МОРСКОГО РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮГА РОССИИ» (Кацивели, сентябрь, 2014).

3.8. Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем

Все полученные результаты соответствуют мировому уровню исследований подобной тематики. Используемые методы и подходы соответствуют мировым стандартам, что обеспечено использованием современных средств и технологий проведения натуральных исследований.

3.9. Методы и подходы, использованные в ходе выполнения проекта

Для проведения экспедиционных исследований использовалось следующее оборудование: экспедиционный автомобиль, катер, водолазное снаряжение; навигаторы Garmin 62stc, Pioneer PM-751, GP-E2; кинофотооборудование Canon EOS 5D MarkIII, JVC GZ-HD7E, GoPro Hero3, GPS GS9000.

Назначение навигационного оборудования было следующим:

Pioneer PM-751 – навигация в процессе перемещения по заложенным трекам, запись текущих навигационных треков.

Garmin 62stc – запись текущих навигационных треков и данных альтиметрии в процессе пеших перемещений по маршрутам исследований. Коррекция спутниковой альтиметрии по данным барометрических измерений.

GP-E2 – запись текущих навигационных треков; запись в метаданные файлов фото-видео съемок координат места съемки и направления съемки из зафиксированной точки.

Обработка данных навигации осуществлялась с помощью специализированного программного обеспечения: Expert GPS Pro, BaseCamp, GP-E2 map utility, SAS Planet, IGo My way, Datakam Player (для GPS GS9000).

Для проведения анализов на радон проб, отобранных во время экспедиционных исследований, изготовлен специальный стенд. В качестве индикатора радона использовались сцинтилляционные детекторы американского производства марки Pro Series3 Radon Gas Detector HS71512.

Еще один стенд изготовлен специально для проведения замеров радонового фона на месте исследований. В качестве индикатора радона использован тот же прибор Pro Series3 Radon Gas Detector HS71512. Прибор имеет встроенный процессор, память и дисплей, что позволяет фиксировать его показания в процессе измерений.

Радиометрические исследования производились с помощью радиометра GMC-320, произведенного компанией GQ electronics. Основные достоинства радиометра: компактность, большой объем встроенной памяти (продолжительность непрерывной записи информации в течение 10 суток при ежесекундном замере радиоактивного фона), высокая автономность по энергопитанию (до 3 суток непрерывной работы), возможность экранирования бета излучения, достойное программное обеспечение, а также доступность использования записанных данных для обработки в распространенных математических программах (MATLAB, Surfer, Grapher, Systat и т.п.). Для проверки калибровки прибора используется эталон, содержащий радиоактивный элемент ^{232}Th .

Для лабораторных исследований использовался электронный микроскоп Celestron Deluxe 20-800x. Фотографии некоторого оборудования, использованного для выполнения работ по проекту, приведены на рис. 7 – рис. 9.



а)



б)



в)

Рис. 7. Навигационное оборудование, которое использовалось в 2014 году для проведения натурных исследований: а) Garmin 62 stc; б) Pioneer PM-751; в) GP-E2.

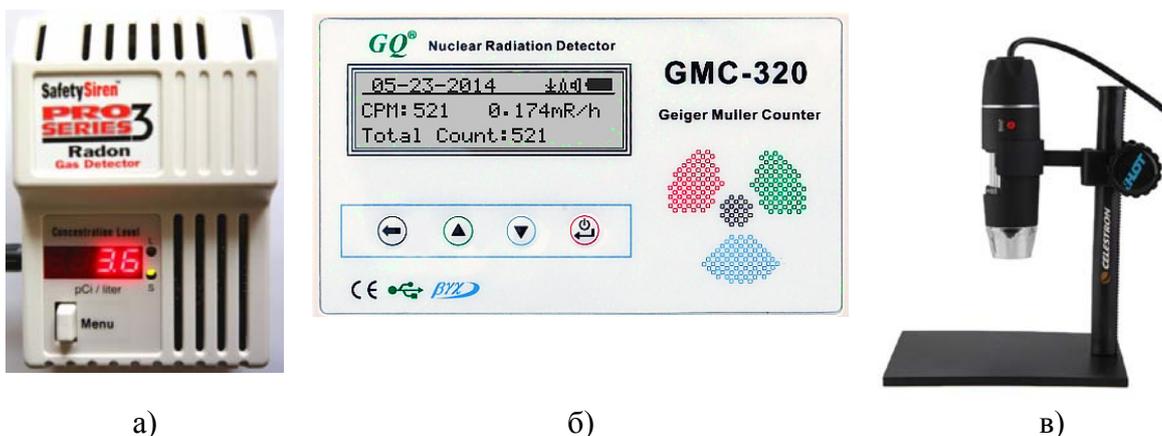


Рис. 8. Оборудование для радиометрических исследований и электронный микроскоп: а) индикатор радона Pro Series3 Radon Gas Detector HS71512; б) бета-гамма радиометр GMC-320; в) электронный микроскоп Celestron Deluxe 20-800х.



Рис. 9. Стенды радоновых исследований: а) лабораторный стенд для исследований удельной активности радона в образцах проб; б) стенд для проведения замеров радонового фона на месте проводимых исследований.

- 3.10.1.1. Количество научных работ, опубликованных в ходе выполнения проекта
11
- 3.10.1.2. Из них включенных в перечень ВАК
2
- 3.10.1.3. Из них включенных в системы цитирования (*Web of Science, Scopus, Web of Knowledge, Astrophysics, PubMed, Mathematics, Chemical Abstracts, Springer, Agris, GeoRef, РИНЦ*)
7
- 3.10.2. Количество научных работ, подготовленных в ходе выполнения проекта и принятых к печати в 2014 году
4
- 3.11. Участие в научных мероприятиях по тематике проекта, которые проводились при финансовой поддержке министерства образования и науки Краснодарского края
3
- 3.12. Участие в экспедициях по тематике проекта, которые проводились при финансовой поддержке министерства образования и науки Краснодарского края
3
- 3.13. Финансовые средства, полученные от министерства образования и науки Краснодарского края
200000.00

3.14. Адреса (полностью) ресурсов в Интернете, подготовленных авторами по данному проекту, например, <http://www.somewhere.ru/mypub.html> (если адресов несколько – для них последовательно заполняются подпункты 3.15.1;3.15.2 и т.д.)

<http://www.coastdyn.ru/index.html>

http://www.panoramio.com/user/378986/tags/Mud%20volcanoes?photo_page=4

http://www.panoramio.com/user/378986/tags/Mud%20volcanoes?photo_page=3

http://www.panoramio.com/user/378986/tags/Mud%20volcanoes?photo_page=2

<http://www.panoramio.com/user/378986/tags/Mud%20volcanoes>

3.15. Библиографический список всех публикаций по проекту за весь период выполнения проекта, предшествующий данному отчету, в порядке значимости: монографии, статьи в научных изданиях, тезисы докладов и материалы съездов, конференций и т.д. (например, к отчету за второй год выполнения проекта – список публикаций за два года, к отчету за третий год выполнения проекта – список за три года)

Подымов И.С., Подымова Т.М. Результаты мониторинга аномального состояния прибрежной зоны Таманского полуострова. В книге: «Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ». Институт земной коры СО РАН. Иркутск, 2013, с. 239-245. ISBN 978-5-902754-79-4

Igor Podymov, Tatiana Podymova. Anomalous Natural Phenomenon at the Coastal Zone of Azov Sea. In book: Global Congress on ICM. Lessons Learned to Address New Challenges. Proceedings of EMECS 10 Medcoast 2013 Joint Conference. Bizim Dijital Matbaa, Ankara, Turkey, 2013, Vol. 1, p. 655-664. ISBN 978-605-85652-0-3 Индексируется: web of science

Igor Podymov, Tatiana Podymova. Results of Monitoring of the Taman Peninsula Coastal Zone. Электронная публикация. <http://coastdyn.ru/e-lib/art2013-p15.pdf>

Крыленко В.В., Косьян Р.Д., Крыленко М.В., Подымов И.С. Поступление твердого материала в прибрежную зону в районе г. Геленджика в результате экстремального ливня // Океанология, 2014, том 54, № 1, с. 97–104. ISSN: 0001-4370 Индексируется: РИНЦ, web of science, scopus

R. Kos'yan, J. Grüne, B. Divinsky, I. Podymov. Nowadays problems of sediment transport modeling in the coastal zone // Proceedings of 34th Conference on Coastal Engineering, Seoul, South Korea, 2014. No 34 (2014). ISSN: 2156-1028. ISBN: 978-0-9896611-2-6. Индексируется: web of science

Gusakova A. I., Dara O. M., Kochergin A. D. Mineralogical association of coastal deposits of the Anapa bay-bar, as natural indicators of the drifts flow direction // Challenge for good environmental status in coastal waters (Materials of the school-seminar) – Gelendzhik: ID Skirda, 2014. P. 76-78. Индексируется: РИНЦ

Подымов И.С., Подымова Т.М. Исследование плотности потока радона с водных и грунтовых поверхностей Таманского полуострова // Экология прибрежной зоны внутренних морей (Материалы международного семинара) – Геленджик: Интертехнологии, 2014. С. 41-49. ISBN 978-5-9902606-9-6. Индексируется: РИНЦ

Подымов И.С., Подымова Т.М. Детектор радиации GMS-320 и его использование в натуральных радиометрических исследованиях // Экология прибрежной зоны внутренних морей (Материалы международного семинара) – Геленджик: Интертехнологии, 2014. С. 60-64. ISBN 978-5-9902606-9-6. Индексируется: РИНЦ

Подымов И.С., Подымова Т.М. Оценка радоновой опасности территорий Таманского полуострова // БЕРЕГОВАЯ ЗОНА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ (Материалы XXV Международной конференции) – Москва: ГЕОС, 2014. Том 2, с. 97-99. ISBN 978-5-89118-666-8. Индексируется: РИНЦ

Подымова Т.М., Подымов И.С. Лабораторный стенд для измерения удельной активности радона в пробах воды и грунта на основе прибора Radon Gas Detector HS71512 // БЕРЕГОВАЯ ЗОНА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ (Материалы XXV

Международной конференции) – Москва: ГЕОС, 2014. Том 2, с. 100-102. ISBN 978-5-89118-666-8. Индексируется: РИНЦ

Подымов И.С., Подымова Т.М. Радиометрические исследования наносов пляжей Черного и Азовского морей // БЕРЕГОВАЯ ЗОНА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ (Материалы XXV Международной конференции) – Москва: ГЕОС, 2014. Том 2, с. 94-96. ISBN 978-5-89118-666-8. Индексируется: РИНЦ

Подымов И.С., Подымова Т.М. Экспериментальные исследования радоноопасности территорий Азово-Черноморского побережья России // Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала Юга России (Материалы Международной конференции) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. С. 27-29.

Подымова Т.М., Подымов И.С. Радиологические исследования прибрежной зоны Таманского региона // Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала Юга России (Материалы Международной конференции) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. С. 29-32.

Подымов И.С., Подымова Т.М. Исследование радиоактивной эманации вблизи грунтовых и водных поверхностей с помощью детектора радиации GMC-320 // Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала Юга России (Материалы Международной конференции) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. С. 32-34.

3.16. Приоритетное направление развития науки, технологий и техники РФ, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта (указать номер пункта по Приложению или «не очевидно»)

рациональное природопользование

3.17. Критическая технология РФ, которой, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта (указать номер пункта по Приложению или «не очевидно»)

Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

3.18. Основное направление технологической модернизации экономики России, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта (указать номер пункта по Приложению или «не очевидно»)

не очевидно

Подпись руководителя проекта