

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В. ЛОМОНОСОВА

Геологический факультет  
Кафедра инженерной и экологической геологии

*На правах рукописи*



**БЕРЕЗКИН ВИКТОР ИОРЬЕВИЧ**

**ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
качества ресурса геологического пространства  
территории бассейна р. Бодрак**

Специальность 25 00 36-геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва-2007

Работа выполнена

в МГУ им. М.В. Ломоносова (кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета), РУДН (кафедра геоэкологии экологического факультета), ГЕОХИ РАН (лаборатория биогеохимии окружающей среды)

**Научные руководители**

кандидат геолого-минералогических наук  
кандидат географических наук

Т.А. Барабошкина  
Е.М. Коробова

**Официальные оппоненты**

доктор геолого-минералогических наук, профессор  
кандидат геолого-минералогических наук, в.н.с.

И.И. Косинова  
А.Д. Жигалин

**Ведущая организация**

Институт геологии и географии геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета

Защита диссертации состоится 30 марта 2007 года в 14<sup>30</sup> ч. на заседании диссертационного совета Д 501.001.30 в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова по адресу 119992 Москва, ГСП-2, Ленинские горы, МГУ, геологический факультет, 8-й этаж, аудитория № 829

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологического факультета МГУ – Главное здание МГУ, сектор «А», 6 этаж

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу 119992, Москва, Ленинские горы, Главное здание МГУ, геологический факультет, ученому секретарю диссертационного совета, профессору Л.Т. Роман

Автореферат разослан 28 февраля 2007 года

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор



Л.Т. Роман

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Развитие и становление экологической геологии на рубеже двадцатого и двадцать первого века вывело на первый план задачу совершенствования методики эколого-геологических исследований направленных на оценку геологических факторов экологического риска и качества ресурса геологического пространства. Одним из основных завершающих этапов комплексных эколого-геологических исследований территорий является создание оригинальных эколого-геологических карт, разрабатываемых на основе экогеосистемного подхода и учения об экологических функциях литосферы. Наиболее ярко это направление отражено в работах В Т Трофимова, Д Г Зилинга, И И Косиновой, В В Куриленко, Г П Яроцкого

Подходы и методы экологической геологии позволяют решать важные научно-практические задачи эколого-геологического обоснования принятия прямых управляющих решений административными органами, областными и районными комитетами по охране природы, оценки масштабов и последствий воздействия на эколого-геологические системы народно-хозяйственных объектов, обоснования необходимости искусственного преобразования массивов пород и придания им определённых свойств, обеспечивающих нормальное функционирование эколого-геологических систем (В Т Трофимов, Д Г Зилинг (1998-2006), В В Куриленко (2000-2006), В А Королев (2000-2005))

Крымский научно-учебный полигон геологического факультета МГУ им А А Богданова, расположенный в Бахчисарайском районе Крыма (с Прохладное), является уникальным межвузовским научно-учебным полигоном для совершенствования методик эколого-геологических исследований и эколого-геологических картографирования. Относительно небольшая территория полигона (7,5×9 км) характеризуется разнообразием литологического состава пород различного генезиса (от осадочных до магматических). Район отличается высокой степенью изученности геолого-геоморфологических условий, что явилось основой для постановки специальных междисциплинарных эколого-геологических исследований

**Цель работы:** разработка системы комплексной эколого-геологической оценки условно фоновой территории с позиции учения об экологических функциях литосферы и выработка рекомендаций по оптимизации природопользования на примере бассейна р Бодрак

Для достижения поставленной цели в ходе исследований решались следующие задачи

- 1 Изучение особенностей проявления экологических функций литосферы (ресурсной, геодинамической, геохимической, геофизической) в бассейне р Бодрак
- 2 Создание системы интегральной оценки проявления экологических функций литосферы в бассейне р Бодрак
- 3 Оценка качества ресурса геологического пространства и разработка рекомендаций по оптимизации эколого-геологических условий территории бассейна р Бодрак для сельскохозяйственной деятельности и проживания населения

**Научная новизна** работы заключается в системном подходе к разработке интегральной оценки состояния эколого-геологических условий бассейна р Бодрак по совокупности абиотических и биотических показателей. Впервые для района осуществлено крупномасштабное картирование почвенного покрова, составлена почвенная, ландшафтно-геохимическая карта, осуществлена типизация территории на основе экогеосистемного подхода и разработан комплекс эколого-геологических карт, явившихся базовыми для оценки качества ресурса геологического пространства бассейна р Бодрак

**Практическая значимость работы.** Результаты исследования используются на геологическом факультете МГУ при подготовке студентов по специальности "Экологическая геология", на экологическом факультете РУДН при подготовке студентов по специальности «Экология и природопользование» при проведении

учебной практики по геологической съемке студентов, обучающихся по специальности "013100-Экология" Санкт-Петербургского Государственного университета

На базе полученных результатов исследований возможен коррекция функционального использования территории и разработка комплекса превентивных мер по минимизации негативного воздействия геологических факторов на биоту и человека

**Фактический материал.** В основу работы положены материалы полевых и лабораторных исследований автора, проведенные в 1997 – 2001 годах и фондовые материалы кафедр региональной геологии и истории Земли, инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им М В Ломоносова и ГЕОХИ РАН

Полевые работы включали почвенные, ландшафтно-геохимические, эколого-геохимические, эколого-геофизические, эколого-геодинамические исследования. При проведении полевых исследований, заложено и описано 143 почвенных разреза (из них 18 - 1997 г, 46 - 1998 г и 79 - 2001 г), на 143-х геоботанических тестовых участках осуществлена оценка плотности проективного покрытия и биомассы растительности, выполнен отбор литогеохимических проб, из них породы – 28 образцов, почвы – 347 образцов, донные осадки – 26 образцов, гидрогеохимических проб (4), образцов растительности (всего 165 образцов), собраны и систематизированы данные о заболеваемости местного населения

Геохимическая часть работы основана на результатах микроэлементных анализов 365 почвенных проб, 70 почвенных вытяжек, 165 проб растительности. Кроме того, в процессе работы осуществлялись полевые измерения гамма-радиоактивности и полевые геодинамические исследования

**Личный вклад автора.** Автор принимал участие в проведении полевых и лабораторных исследований (определение гумуса, величины pH водных вытяжек), компьютерной обработке данных. Он является автором эколого-геодинамической, эколого-геологической карты качества ресурса геологического пространства, почвенной, а также соавтором карт ландшафтно-геохимической, эколого-геохимической, эколого-геофизической по полю естественной радиоактивности, эколого-ресурсной по обеспеченности почв гумусом и карты эколого-геологического районирования

#### **Основные защищаемые положения:**

1 Интегральный эколого-геологический системный подход позволяет идентифицировать и документировать ведущие геологические и техногенные факторы риска, обуславливающие качество ресурса геологического пространства бассейна р Бодрак для жизнедеятельности человека и существования биоты (на момент проведения исследований). Изученный район Горного Крыма представляет собой уникальный тестовый участок, где наглядно проявляется весь комплекс экологических функций литосферы при доминирующей роли геологических факторов

2 Ведущими экогеодинамическими факторами, обуславливающими специфику эколого-геодинамических условий исследованного района, является линейная и плоскостная эрозия. За последние десятилетия вследствие террасирования склонов, снижения интенсивности аграрной деятельности, естественного зарастания склонов рудеральной растительностью имеет место тенденция к их стабилизации. Исключение составляют пастбищные территории, расположенные вблизи населенных пунктов

3 По изученным эколого-ресурсным показателям наименее комфортные условия для аграрной деятельности, зафиксированы в районах распространения пород вулканогенно-осадочного комплекса (Г<sub>3</sub>-J<sub>2</sub>). Это обусловлено, в первую очередь, их высокой плотностью, слабой выветрелостью и выраженной эродированностью поверхности, угнетенностью и слабой развитостью растительного покрова, что приводит к невысокой скорости современного почвообразования. На локальных участках вблизи населенных пунктов в результате перевыпаса скота на месте остепненных лугов сформировались низкопродуктивные бедленды

4 Имеет место связь между геохимическими и геофизическими полями и негативной биологической реакцией фитопланктона, а так же уровнем развития эндокринной, сердечно-сосудистой и онкологической патологии местного населения. Значимые показатели заболеваемости жителей установлены в зонах воздействия, в том числе совместного а) повышенного уровня естественной радиоактивности, б) высоких концентраций никеля, свинца и хрома – в растительности, произрастающей на почвах, подстилаемых вулканогенно-осадочными породами (Тг-Ж), в) недостатка жизненно-важных элементов (медь, цинк) в системе «порода-почва-растения» – в районах распространения карбонатных пород (К-Р). В зоне влияния Бодракского разлома обнаружено повышенное содержание мышьяка и ртути в растительности, что может служить фактором риска осложняющего существование биоты и использование этой территории в сельскохозяйственных целях.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из 5 глав, введения, заключения и приложения, её объём составляет 137 страниц, включая 26 рисунков (2 тематических и 5 эколого-геологических карт) и 30 таблиц. Библиография содержит 104 наименования.

**Публикации и апробация работы:** Основные положения работы были представлены на следующих конференциях: III съезд «Докучавских молодежных чтений» СПбГУ (1997), IV международная конференция «Новые идеи в науках о земле», МГА (1999), ежегодные конференции РУДН «Актуальные проблемы экологии и природопользования» (2001, 2003), «Школа экологической геологии и рационального недропользования» СПбГУ (2002), «Ломоносовские чтения», МГУ, секция Геология (2005), «Геология, геоэкология и эволюционная география» РГПУ им А И Герцена (2006). По теме диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 6 статей и подраздел, в учебном пособии РУДН «Природопользование, охрана окружающей среды и экономика».

Работа выполнялась в процессе обучения (1997-2000 гг) в бакалавриате и магистратуре географического факультета МГУ им М В Ломоносова (под руководством к г-м н Т А Барабошкиной, Д Л Голованова), во время обучения (2000-2003) в аспирантуре РУДН (под руководством д г-м н В Д Скарятина), и завершена в период работы в ГЕОХИ РАН (2005-2007) под научным руководством к г-м н Т А Барабошкиной и к г-н Е М Коробовой. Автор приносит глубокую благодарность своим руководителям, позволивших с позиций различных естественно-научных школ рассмотреть сложную проблему эколого-геологической оценки качества ресурса геологического пространства бассейна р Бодрак.

Особую признательность автор выражает коллективу кафедры региональной геологии и истории Земли МГУ и особенно профессору А М Никишину за предоставление фондовых геолого-геоморфологических и аэрофотоматериалов. Хотелось бы так же поблагодарить участников междисциплинарных полевых эколого-геологических исследований, выполнявшихся под руководством профессора, д б н В В Ермакова ГЕОХИ РАН Е А Карпову, Н С Петрунину (ГЕОХИ РАН), Т А Барабошкину, Д Г Зилинга, А А Лошкарёву, О Д Прошлякову, А Ю Ершова, М А Харьковину (геологический ф-т МГУ), Т В Павилкову, В Н Солищева, сотрудников амбулатории с Скалистое за предоставление данных диспансерного наблюдения населения, а так же С А Воробьева, М Г Макарову, Е В Станис, И П Гаврилову, Д Л Голованова, Н Е Кошелеву, Е Н Огородникову за консультации и критические замечания.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Современное состояние проблемы эколого-геологической оценки территорий

В первой главе изложены существующие представления об экологических функциях литосферы, методологические принципы исследования экологических функций литосферы, методология и технология эколого-геологического картографирования, проведен анализ сыгта эколого-геологической оценки отдельных территорий выполнявшихся ранее (Трофимов, Зилинг (1997-2002), Барабошкина (1997-

2006), Богословский, Жигалин (2005), Андреева, Хачинская, Цуканова (2000-2002) Харькина (2001-2006), Косипова (1997-2006), Куриленко (2000-2005), Касьянова, Коломыйцев, Красилова (2000), Яроцкий (2002) и др )

В системе эколого-геологической оценки территории многообразие функциональных зависимостей между природной и техногенно-преобразованной литосферы и биотой, рассмотрено в виде четырёх экологических функций литосферы ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической (Трофимов, Зилинг, 2002)

*Ресурсная экологическая функция литосферы* отражает роль минеральных, органических, органо-минеральных ресурсов литосферы, а также её геологического пространства для жизни и деятельности биоты как биоценоза, так и человеческого сообщества как социальной структуры Ресурсы геологического пространства под сельско- и лесохозяйственное освоение можно рассматривать и как ресурсы для хозяйственного освоения, и как ресурсы для расселения биоты В первом случае приоритет отдаётся техническим и землеустроительным аспектам сельского и лесного хозяйства, при втором – экологическим аспектам естественного и искусственного расселения животных и растительных видов В качестве одного из методов оценки этого ресурса литосферы применяют создание типологических карт ресурсного районирования (Трофимов, Андреева, Л А Цуканова, Хачинская, 2000)

Эколого-ресурсные карты основаны на выделении различных объёмов геологического пространства с различными ресурсными кодами Ресурсный код представляет собой сложно построенную дробь

$$\frac{[a][б][в][ж^+][з^+][и^+][к^+]}{[г][д][е][ж][з][и][к]}$$

отражающую пригодность территории для [а] – расселения человека, [б] – естественного гармоничного расселения флоры и фауны, [в] – создания заповедных зон, для различных видов сельскохозяйственного и лесохозяйственного освоения [г] – аграрного, [д] – животноводства, [е] – лесохозяйства, инженерно-геологическую пригодность территории под различные виды инженерных сооружений и возможность (невозможность) вышеуказанного вида освоения с точки зрения экологической благоприятности данной территории для [ж] – строительства гражданских и мелких промышленных сооружений, [з] – сложных и уникальных промышленных и энергетических сооружений, [и] – для линейного строительства, [к] – размещения высокотоксичных и радиоактивных отходов

*Геодинамическая экологическая функция литосферы* - функция, отражающая её свойство влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные геологические процессы и явления Отличительной чертой геодинамической экологической функции литосферы является возможность её реализации как непосредственно в виде явления негативного по отношению к биоте, так и опосредованно, через другие функции литосферы

Эколого-геодинамические карты основаны на отображении влияния природных и антропогенных геологических процессов и явлений на условия существования и жизнедеятельности биоты и, в частности, человека. Карты эколого-геодинамического состояния массивов горных пород как аналитический тип эколого-геологических карт различают по содержанию карты условий (обстановки), карты районирования и прогнозные карты (В Т Трофимов и др , 2000) Получение эколого-геодинамической информации опирается на хорошо разработанную методическую базу таких геологических наук, как инженерная геология, геохронология, гидрогеология, общая геология, геофизика и др , а также на данные медицинской статистики и информацию по оценкам экономического ущерба и страхованию Все эти методы апробированы и изложены в многочисленных публикациях В Т Трофимова, Д Г Зилинга, Н С Касьяновой, И И Косиновой, Н С Красилова, М А Харькиной

*Под геохимической экологической функцией литосферы* понимается функция, отражающая свойство геохимических полей литосферы природного и техногенного

происхождения влиять на состояние биоты в целом и человеческое сообщество, в частности. Основной отличительной особенностью геохимической экологической функции литосферы является её медико-санитарная ориентированность в сферу изучения попадают преимущественно те геохимические неоднородности, которые представляют потенциальную опасность или обеспечивают наибольшую комфортабельность состояния и жизнедеятельности биоты, в том числе и человека как биологического вида (Трофимов, Барабошкина, 2000). Геохимические неоднородности литосферы могут быть обусловлены как повышенным, так и пониженным содержанием элементов относительно фона.

Эколого-геохимические карты основаны на выделении геохимических неоднородности и их ранжировании по степени экологической опасности. Методы получения эколого-геохимической информации связаны с критериями, используемыми при оценке воздействия естественного состава литосферы на биоту в целом и человека, в частности. Выявление природных и техногенных неоднородностей литосферы проводится по геохимическим (по суммарному показателю загрязнения), биогеохимическим (по верхним и нижним пороговым концентрациям или максимально допустимому уровню элементов в растениях) и медико-санитарным показателям Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др., (1990), Ермаков В. В. (1995-2005).

*Под геофизической экологической функцией литосферы* понимается функция, отражающая свойства геофизических полей литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты и здоровье человека. Воздействие геофизической экологической функции на живые организмы реализуется через геофизические поля различной природы – естественные (гравитационное, температурное, электрическое и электромагнитное поля и поле ионизирующего излучения) и техногенные физические поля. Литосфера по отношению к полям такого вида является либо одним из их источников, либо областью проявления аномалий данного поля (Трофимов, Жигалин, Богословский, 2000).

Эколого-геофизические карты основаны на комплексной оценке воздействия геофизических полей на биоту. В качестве исходных данных применяются как собственно геолого-геофизические, так и специальные исследования (дистанционные, наземные, аквальные, скважинные и лабораторные). При выполнении специальных исследований, связанных с оценкой геофизической экологической функции литосферы, используются, как правило, геофизические методы, хорошо известные и апробированные при решении задач геологического картирования (например, разномасштабная спектрометрическая гамма-съемка для выявления очагов радиационной опасности и оценки уровня радиационного загрязнения).

Обзор опыта эколого-геологических исследований, а так же эколого-геологического картографирования особенностей проявления экологических функций литосферы показал, что (1) среди крупномасштабных эколого-геологических карт наименее разработанными и представленными на данный момент являются эколого-ресурсные и эколого-геофизические карты, (2) при крупномасштабных и среднемасштабных исследованиях недостаточно разработана и внедрена комплексная оценка территорий, по всем экологическим функциям литосферы, (3) наиболее перспективным на данном этапе исследований объектом для отработки методики комплексной оценки эколого-геологических условий представляются условно-фоновые территории, позволяющие в полной мере оценить влияние верхних слоев литосферы на биоту и условия проживания человека.

## **Глава 2. Характеристика природных условий и хозяйственного использования территории бассейна р. Бодрак (Горный Крым)**

Район исследования (бассейн р. Бодрак) находится в пределах второй гряды Крымских гор восточнее г. Бахчисарай.

*Климат* Горного Крыма сильно отличается от климата его равнинной части. Сумма осадков в пределах второй гряды достигает местами 1000 мм. Лето в горах

прохладное средняя температура июля около + 15 градусов, а зима многоснежная, со средними температурами января - 4 градуса. Наибольшее количество осадков в пределах второй гряды приходится на июнь. Резкие контрасты характерны между северными и южными склонами, как в температурном режиме, так и в распределении осадков. Экспозиционный эффект в Горном Крыму отражается как в различии растительного, так и почвенного покрова северных и южных склонов. Климатические особенности второй Крымской гряды в сочетании со специфическими геолого-геоморфологическими условиями предопределяют как неповторимый растительный и почвенный покров, так и особенности хозяйственной деятельности местного населения.

*Геолого-геоморфологические условия* В геологическом строении Второй Гряды Горного Крыма, в районе исследования выделены (1) киммерийский геосинцилиальный комплекс ( $T_3-J_2$ ), сложенный флишевой, олистостромовой и другими морскими терригенными формациями, а также вулканогенно-осадочной островодужной формацией, (2) субплатформенный эпикиммерийский моноцилично-залегающий комплекс, включающий терригенные породы нижнего мела и терригенно-карбонатные породы верхнего мела – эопена (Муратов, 1960, Никишин, Алексеев, Барабошкин, Болотов, Копаевич, Никитин, Панов, Фокин, 2006).

В пределах киммерийского складчатого комплекса присутствуют породы таврической серии ( $T_3-J_1tv$ ) (флишевое чередование аргиллитов, алевролитов и песчаников редко с прослоями конгломератов) в центральной и юго-восточной части изучаемой территории, междерской свиты ( $J_2md$ ) (глины с олистолитами известняков и песчаников), граничащие с породами таврической серии по Бодракскому разлому, джидайрской свиты ( $T_3d$ ) (флишеоидное чередованием глин и кварцевых песчаников), протягивающиеся от верховьев оврага Джидайрский до оврага Шара, вулканогенные породы бодракской свиты ( $J_2bd$ ) позднемелового возраста, прослеживающиеся от с. Трудолобовка до устья оврага Шара.

На породах фундамента с резким угловым несогласием залегают отложения субплатформенного эпикиммерийского чехла, протягивающиеся с юго-запада на северо-восток, слагающие северное крыло Качинского поднятия породы резанской свиты ( $K_1v-g_1$ ) (чередование плотных и рыхлых песчаников с горизонтами глинистых алевролитов, известняков кораллового рифа и его шлейфа), отложения каясджилгинской свиты ( $K_1jg-br_2^1$ ), представленные пачкой «цефалоподовых» известняков, глинами биасалинской свиты ( $K_1br_2^2-ap_2$ ), содержащими многочисленные анкеритовые конкреции, отложения мангущей свиты ( $K_1al_3^1$ ) (глины, фангломераты и косолестные песчаники), залегающие с угловым несогласием, выполняющими ингрессионную котловину в центральной части района. С угловым несогласием на породах от таврической серии до биасалинской свиты трансгрессивно залегают отложения высокобугорской свиты ( $K_1al_3^{2-3}$ ), образованные толщей глауконит-кварцевых песчаников, выше сменяющиеся толщей мергелей и известняков белогорской свиты ( $K_2cm-t_1$ ), затем следуют известняки прохладненской свиты ( $K_2t_2-k$ ), в кровле которых присутствует значительный стратиграфический перерыв, далее залегают породы кудринской свиты ( $K_2st-m_2^1$ ) мергели с прослоями кильовых глин, которые постепенно переходят в песчаники старосельской свиты ( $K_2m_2^2$ ).

Отложения палеогена с параллельным несогласием залегают на отложениях мелового возраста. Белокаменная свита ( $Pg_1d-m$ ) представлена мшанково-криноидными известняками с поверхностью «hard ground» в кровле. Выше по разрезу с угловым несогласием залегают мергели качинской свиты ( $Pg_1t$ ), еще выше – толща глин бахчисарайской свиты ( $Pg_2l$ ). Разрез завершают отложения симферопольской свиты ( $Pg_2l$ ) нуммулитовых известняков, широко распространенных на севере территории (Никишин, Алексеев, Барабошкин и др. 2006).

По преобладающим формам рельефа исследуемого района подразделяют на три полосы, протягивающиеся с юго-востока на северо-запад (Никитин, Седасва, Майорова, 2004).

I Отложения верхнего триаса – средней юры формируют слабо выраженный грядовый рельеф в соответствии с простираем пород, осложненный отпрепарированными в рельефе интрузивными телами Овраги здесь имеют крутые борта, водораздельные же холмы округлы, их склоны испещрены эрозионными бороздами и молодыми овражками Рельеф этого участка можно назвать холмисто-овражным, хотя в данном месте имеются небольшие грядки, связанные с выходами среднеюрских изверженных пород и нижнеюрских известняков

II Песчано-карбонатные фации валанжина–нижнего баррема образуют квестовый рельеф главным образом в пределах междуречий, где выпележащие части разреза уничтожены эрозией Квестовая поверхность полого наклонена на северо-запад Когда-то она составляла единое целое с квестовыми поверхностями гг Шелудивая, Длинная, Патиль, которые можно называть столовыми горами

III Прочные известняки палеоцена (датский и монский ярусы), а также менее прочные нуммулитовые известняки эоцена (ипрский ярус) выпележащей части разреза формируют наиболее представительную квестовую гряду полуостанцовых плато и останцовых возвышенностей с крутыми склонами Гряды разделены между собой овражно-балочными системами Каяс-Джилга, Мендер, Шара и Чах-Махлы, и отличаются друг от друга тем, что одни выражены более, а другие – менее ярко

*Четвертичные отложения* широко распространены в Горном Крыму, но имеют небольшую мощность К их числу здесь относятся гравийные пески, аллювиальные отложения речных долин, навальи и осыпи (Никитин, 1989)

*Гидрогеологические особенности района* На изучаемой территории главными являются два типа подземных вод (Семенова, 1997, Каюкова, 2001) трещинный тип (подземные воды зоны экзогенной трещиноватости и трещинно-жильные воды) и поровый тип вод Область питания подземных вод приурочена к выходам на дневную поверхность платформенного комплекса горных пород, сложенного, в основном, меловыми, палеогеновыми и четвертичными отложениями Водоупором являются флишевые и глинистые отложения таврической серии и вулканогенно-осадочные породы средней юры Источником питания подземных вод являются, главным образом, атмосферные осадки Пополнение запасов подземных вод происходит также за счет поверхностных водотоков в паводковый период (Семенова, 1997)

*Почвенный покров исследуемого района* весьма разнообразен ввиду пересеченного рельефа Горного Крыма и выхода на дневную поверхность материнских пород различного генезиса и состава По результатам исследований автора 1998–2002 г, в пределах района выделены семь типов почв на водоразделах - дерново-карбонатные на элювии известняков, мергелей и доломитов, дерновые на песчаниках, буроземы на андезито - базальтовых лавах, черноземовидные карбонатные на нуммулитовых известняках, terra rossa на карбонатных глинах и анкеритах На крутых склонах, преимущественно представленных каменисто-щебнистыми образованиями, распространены литоземы (на всех почвообразующих породах) В долинах постоянных и временных водотоков - аллювиально-луговые почвы Полученные данные в целом согласуются с описаниями отдельных почвенных разрезов приведенных в литературе (Антипов-Каратаев, 1932, Янь Вей-Юнь, 1966, Кочкин, 1967)

*Растительный покров* Территория второй гряды Горного Крыма относится к лесостепной зоне До пачала активного сельскохозяйственного освоения в Горном Крыму произрастали дубовые рощи с примесью клена, бука и граба, а также кустарники, чередующиеся с участками степной растительности В настоящее время естественный покров сохранился лишь на наиболее труднодоступных участках Большая часть территории занята пастбищами, садами, посадками роз и табачными плантациями, занимающими террасированные склоны Заброшенные участки заросли кустарниками типа шибляк В результате интенсивного выпаса скота в районе сел Трудолюбовка, Прохладное, Скалистое, на месте остепненных лугов сформировались своеобразные бедленды, покрытые сухими качимово-сухоцветно-цикориевыми ассоциациями По окраинам этих сел, вдоль р Бодрак расположены фруктовые сады

На территории полигона присутствует еще один тип культурных фитоценозов – сосновые посадки на крутых склонах оврагов и антропогенных террасах (Павилова, Солнцев, 2001)

*По характеру землепользования на территории бассейна р Бодрак можно выделить следующие типы земель сельскохозяйственные угодья, включающие все растениеводческие и пастбищные земли, лесохозяйственные угодья, в состав которых входят леса, шибляк и посадки сосны на террасированных склонах, техногенные земли, «неудобные земли» – непригодные к хозяйственному использованию, водохозяйственные объекты. Наибольшие площади (около 60%) заняты лесами, доминирующих в северной и юго-западной частях полигона. Леса распространены на северных склонах эрозионных форм и речной долины, днищах балок и на вершинах. Сельскохозяйственные угодья занимают значительную часть исследуемой территории (около 35%). Селитебные земли составляют порядка нескольких процентов исследуемой территории. К типу «неудобий» относятся осыпные скалы, оползневые склоны и низкая пойма.*

Обзор геолого-геоморфологических и биоклиматических условий исследуемой территории, проведенный как по литературным данным, так и по полевым исследованиям автора, показал, что дифференциация форм рельефа, почвенного и растительного покрова в бассейне р Бодрак во многом обусловлена сменой горных пород различного возраста и состава с севера-запада на юго-восток. Анализ взаимосвязей абиотических и биотических компонентов бассейна р Бодрак был положен в дальнейшем для выделения минимальных территориальных единиц районирования - эколого-геологических систем (ЭГС), что в свою очередь позволило провести интегральную оценку эколого-геологических условий района.

### Глава 3. Методы исследований

*Полевые исследования* территории бассейна р Бодрак, выполнялись с 1997 по 2002 г и включали в себя

- маршрутное обследование местности и выбор типовых участков для детального изучения эколого-геологических условий территории,
- эколого-геохимические исследования, заключающиеся в сопряженном отборе проб пород, почв, донных осадков и наземной растительности для последующего анализа содержания в них микроэлементов,
- исследовании почвенных разрезов с использованием стандартных полевых методов и определение щебнистости и плотности почв,
- радиометрические исследования методом пешеходной гамма-съемки с использованием радиометра СРП-68-01, фиксирующего общее  $\gamma$ -излучение. Сбор данных медицинской статистики о заболеваемости и смертности местного населения, предоставленные амбулаторией с Скалистое,
- эколого-геодинамические и эколого-ресурсные исследования заключались в маршрутных наблюдениях за спецификой современных геодинамических процессов, отборе образцов на содержание общего гумуса (%), определение проективного покрытия пастбищной растительности (%)

*Лабораторные исследования* включали определения концентраций химических элементов в пробах почв, донных отложений, растительности эмиссионно-спектральным анализом, для проб из выявленных зон риска проводился атомно-адсорбционный и рентгено-флуоресцентный анализ (РФА). Метод мокрого сжигания по И В Тюрину использовался для определения общего содержания гумуса.

*Эколого-геохимические исследования территории* выполнены с учетом достижений в области теории и практики экологической геохимии (Алексеев В А, Гинзбург И И, Касимов Н С, Морозова И А, Николаев Ю Н, Самаев С Б), методических разработок по многоцелевому геохимическому картографированию (Буренков Э К, Головин А А), опыта картирования эндемичных территорий ГЕОХИ РАН (Ковальский В В, Ермаков В В, Петрунина Н С), научно-методических и

практических разработок в области эколого-геохимического картографирования (Ачкасов А И, Беляев Г М, Волочкович К Л, Гуляева Н Г, Гусев Г С, Касимов Н С, Косинова И И, Барабошкина Т А, Трефилова Н Я и др)

Использованы критерии пороговых концентраций разработанные в ГЕОХИ РАН им В И Вернадского при геохимическом картировании эндемичных территорий, научно-методические и практические разработки Школы эколого-геохимического картографирования МГУ им М В Ломоносова, основанные на учение о геохимии ландшафта и работы коллектива лаборатории экологической геологии геологического факультета МГУ им Ломоносова базирующиеся на учении об экологических функциях литосферы

Эколого-геологические карты создавались в среде ArcView 3.2, с последующим выводом на печать Основой для построения электронных карт являлись топографическая и тематические карты исследуемого района (масштаба 1:25000), а именно – геологическая, геоморфологическая, почвенная, карта растительности и ландшафтная карта (масштаба 1:50000) Кроме того, при исследовании эколого-геодинамических условий территории, в качестве основы использовались аэрофотоснимки, полученные из фондов геологической базы МГУ (Горный Крым, НУП им проф А А Богданова), проект внутрихозяйственного землеустройства колхоза имени Чапаева Бахчисарайского района Республики Крым, составленный Крымским Филиалом Института Землеустройства (масштаб 1:10000) Карты и снимки были оцифрованы автором с использованием пакета Photoshop 6.0, а затем загружены в систему ArcView 3.2

Метод выделения эколого-геологических систем (типизация территории) В основу картографирования эколого-геологических условий бассейна р Бодрак была положена такая таксономическая единица, как эколого-геологическая система (ЭГС) (Голодковская, Куринов, 1997, Трофимов, Зилинг, 2002) ЭГС были выделены по комплексу абиотических и биотических параметров В легенде к карте эколого-геологических условий параметры ЭГС систематизированы в виде матрицы В столбцах приведены геолого-геоморфологические данные (тектонические структура, комплекс и формация, возраст горных пород, рельеф, водоносный горизонт, четвертичные отложения), а в строках - показатели, определяющие интенсивность биологического круговорота (почвенный и растительный покров) Вид хозяйственного использования территории, охарактеризован через дополнительную индексацию ( $\Phi_1^1 - \Phi_6^1$ )

Каждому типу ЭГС присвоен уникальный номер в матрице, который в дальнейшем является сквозным при составлении всех аналитических разновидностей эколого-геологических карт

$$\frac{1E - m_1 P_{2sm}/el - \Phi_3^1}{Dk + D - Г пр} = 3$$

В числителе индекса указаны геолого-геоморфологические особенности дапшой ЭГС и функциональная организация территории (тип землепользования), а в знаменателе – особенности почвенного и растительного покрова

Результаты всех полевых и лабораторных исследований объединены в единую базу данных (БД), разработанную совместно кафедрами инженерной и экологической геологии, геохимии МГУ, на основе программного пакета «Excel» Расчет фоновых концентраций микроэлементов в почвах и растительности осуществлялся при использовании программы С А Воробьева «Geol-геохимия»

База данных объединяет всю информацию, собранную о каждой ЭГС, как по фоновым данным, так и по результатам исследований автора (содержание микроэлементов в почвах, породах, растениях, а также координаты и местоположение точек отбора проб) Информация, вошедшая в базу данных, отражена в таблицах (табл 1 - 3) Как видно из приводимой информации в таблице 1 охарактеризовано местоположение точек опробования, рельеф, год, полевой номер и т д

Таблица 1

## Местоположение точек пробоотбора

Номер	Год	Объект	Полевой номер	Исполнитель	Местоположение	Рельеф	Координаты	
							X	Y
1	1998	почвы	1	Берёзки	плато Патиль	северо-западный склон	198	122
202	2000	почвы	K28_1_OL	Прошлякова-Барабошкина	с Прохладное	200 м к северу	306	107
378	2002	почвы	e14	Ершов	овраг Встреч	устье	413	105

В табл 2 отмечены лаборатория, проводившая аналитические работы, результаты лабораторных исследований, содержание микроэлементов (меди, цинка, свинца, никеля и т д ) в почвах, породах, донных отложениях, растениях

Таблица 2

## Микроэлементы в почвах, породах, растениях

номер	Объект	Лаборатория	Горизонт почвы	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mo	Mn
1	почвы	Александровская опытно-методическая лаборатория МПР	A <sub>1</sub>	30	50	15	15	8	10	30	5	600
202	почвы	Лаборатория института химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН	A <sub>1</sub> C	30	50	20	30	15	40	60	6	800
378	почвы	Лаборатория геологического факультета МГУ	A <sub>1</sub>	15	10	15	15	3	4	10	6	400

В табл 3 указан возраст и преобладающий состав горных пород, особенности четвертичных отложений, почвенный и растительный покров (табл 3)

Таблица 3

## Основные компоненты эколого-геологических систем

номер	Горные породы		Четвертичные отложения	Почвы	Растительность	Номер ЭГС на карте
	возраст	состав				
1	K <sub>2</sub> bl-K <sub>2</sub> rg	Мергели-известняки	деловий	Литозёмы	Дубово-грабовый лес	22
202	K <sub>2</sub> bl	Мергели	деловий	Дерново-карбонатные	Дубово-грабовый лес	5
378	K <sub>2</sub> bl-K <sub>2</sub> rg	Мергели-известняки	---	Литозёмы	Разнотравный луг	21

*Статистической обработке* были подвергнуты данные по 136 точкам исследования, отобранным из общей базы данных по критерию полноты геохимической информации (содержанию меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, хрома, ванадия, молибдена, марганца в почвах) Целью статистической обработки было количественное подтверждение влияния выбранных 9 факторов карбонатность, механический и литологический состав, крутизна склона, горизонтальная и вертикальная расчлененность, содержание гумуса, мощность горизонта A<sub>1</sub>, проективное покрытие, залесённость территории, на распределение 9 микроэлементов в почвах Использовались программные пакеты STATISTICA 6.0 и STATGRAPHICS 3.0

## Глава 4

## Эколого-геологическая оценка территории бассейна р Бодрак

## 4.1 Характеристика особенностей проявления ресурсной экологической функции литосферы в бассейне р.Бодрак

Эколого-ресурсные исследования территории выполнены с учетом методических разработок по картографированию ресурсов необходимых для жизни человеческого сообщества и биоты (Ачкасов, 2000, Трофимов, Зилинг, Барабошкина, Харькина. 2002) Эколого-ресурсные условия района оценивались на основе анализа

структуры растительного и почвенного покрова, по оценке содержания гумуса в гумусовом горизонте почв ( $A_1$ ) и продуктивности пастбищной растительности

Крупномасштабные исследования почвенного покрова (и определение гумуса в частности) до 1997 г на данной территории выполнялись только фрагментарно, для агрохимических целей. В связи с этим автором была проведена комплексная почвенная съемка территории района (1997-2001). Было заложено 46 полных типовых почвенных разрезов по трансекте с юго-востока (г Сель-Бухра) на северо-запад (г Керт-Мелик) исследуемой территории. По левому берегу р Бодрак Вспомогательная трансекта расположена на правом берегу р Бодрак, по направлению от Джиддаирского оврага до оврага Токма. Для описания и диагностики различных почв, осуществлялся отбор проб из всех почвенных горизонтов, в том числе из гумусового горизонта ( $A_1$ ) для определения содержания гумуса. Результатом почвенной съемки стала почвенная карта долины р Бодрак масштаба 1:25000.

Районирование территории проведено по содержанию гумуса в гумусовом горизонте ( $A_1$ ) почв и плотности проективного покрытия. В результате почвенной съемки установлено, что содержание гумуса для почв большинства ЭГС не превышает 4 - 6 %. Наибольшее количество гумуса отмечено для черноземов и дерново-карбонатных почв (8 - 10 %), приуроченных к северным пологим склонам квест, в пределах распространения терригенно-карбонатных пород субплатформенного эпикиммерийского комплекса ( $K_{1v-g_1} - P_{g1}$ ).

Наименьшее содержание гумуса установлено в литоземах (1 % и менее), на наиболее крутых южных склонах квест, а также на рекультивированных землях склонов карьеров строительных материалов. Невысокое количество гумуса характерно для буроземов (3-4 %), распространенных на породах вулканогенно-осадочного комплекса киммерийского геосинклинального комплекса ( $T_3-J_{1v}$ ). Содержание гумуса в аллювиально-луговых почвах, развитых на мощных четвертичных аллювиально-делювиальных суглинках, так же не превышает 2 - 3 %. Столь низкое количество гумуса в этих почвах может быть обусловлено, как высокими потерями в результате интенсивной сельскохозяйственной деятельности, так и прерывистым характером процесса почвообразования в результате сезонного половодья.

Наименьшая продуктивность пастбищной растительности, а, как следствие, и наименьшая биомасса растений, также наблюдаются на крутых склонах квест, а также в районах заброшенных и действующих карьеров. Эти территории по совокупности эколого-ресурсных данных отнесены к ЭГС класса катастрофического состояния эколого-геологических условий (ЭГУ). Наиболее богатые растительные сообщества (дубравы и разнотравные степи) наблюдаются преимущественно на пологих северных склонах. Для почв указанных эколого-геологических систем (дерново-карбонатных и черноземов) отмечено и наиболее высокое содержание гумуса, что позволяет отнести их к классу удовлетворительного состояния ЭГУ. Систематизация данных осуществлена на карте «Эколого-ресурсного районирования территории бассейна р Бодрак» и в блоках легенды (табл. 4).

Таким образом, наиболее высокое содержание гумуса выявлено в дерново-карбонатных типичных почвах эколого-геологических систем северных склонов квест, под древостоем, подстилаемых карбонатными породами мелового возраста ( $K_1-K_2$ ), преимущественно развитыми по левому берегу р Бодрак. Однако для большей части территории характерно распространение почв с невысоким содержанием гумуса: дерново-карбонатные маломощные, дерновые, буроземы, литоземы, обуславливающие низкую продуктивность пастбищной растительности.

По изученным ресурсным показателям, на период проведения исследований, наиболее некомфортные условия для аграрной деятельности зафиксированы в районах распространения пород вулканогенно-осадочного комплекса ( $T_3-J_2$ ). В целом это обусловлено, в первую очередь, составом почвообразующих пород, спецификой горного типа почвообразования и экспозицией склона, значительно влияющими на интенсивность биологического круговорота. На локальных участках – вблизи

населенных пунктов в результате перевыпаса скота на месте остепненных лугов сформировались своеобразные бедленды, покрытые вторичными низкопродуктивными сухими качимово-сучоцветно-цикориевыми ассоциациями

Таблица 4

Оценочный блок легенды «Карты эколого-ресурсного районирования территории бассейна р Бодрак»

Класс состояния эколого-геологических условий (ЭГУ)	Цвет на карте	Компонент ЭГС		Состояние биоты
		Абиотический содержание гумуса (%)	Биотический продуктивность пастбищной растительности (%)	
Удовлетворительный	зеленый	более 6	более 80	Норма
Условно удовлетворительный	желтый	4 – 6	30 – 80	Риск
Неудовлетворительный	оранжевый	2 – 4	5 – 30	Кризис
Катастрофический	красный	менее 2	менее 5	Бедствие

#### 4.2 Характеристика особенностей проявления геодинамической экологической функции литосферы в бассейне р. Бодрак

Эколого-геодинамические исследования территории выполнены с учетом опыта геодинамических и геоботанических исследований, проводившихся в разные годы в междуречье р Качи и Бодрака (М Ю Никитин (1989), В.Д Скарятин, ДГ Зилинг, (2002), М А Харькина (2002), А Ю Ершов (2003), Е А Карпова, Н С Петрунина, (2000)) Автором, при анализе эколого-геодинамических условий, основное внимание было уделено выявлению в районе исследования значимых геодинамических факторов, снижающих комфортность территории для существования биоты и проживания человека, а так же его аграрной деятельности

На основе анализа картографических и полевых материалов рассчитана горизонтальная расчлененность ( $\text{км}/\text{км}^2$ ), тектоническая активность (плотность разломов на  $1 \text{ км}^2 - \text{км}/\text{км}^2$ ), пораженность территории оползнями (%), плотность проективного покрытия пастбищной растительности от потенциального (%) Сопоставление структуры рисунков овражно-балочной сети и разломных зон показало их существенную взаимообусловленность Наибольшая расчлененность территории оврагами наблюдается на юго-востоке, в ядре Качинского антиклинария, что соответствует максимальной плотности разломов на квадратный километр Сопоставление ретроспективных аэрофотоснимков показало, что в ряде случаев зафиксирована стабилизация линейной и плоскостной эрозии, вследствие смены типа хозяйственной деятельности Наиболее интенсивная линейная эрозия (расчлененность территории оврагами) установлена в районе долины р Бодрак (как на карбонатных, так и на вулканогенно-осадочных породах), а также на юге территории, в районе оползневой склона г Сель-Бухра и в ядре Качинского антиклинария ЭГС перечисленных территорий были отнесены к наиболее опасному - катастрофическому классу состояния эколого-геологических условий

Согласно анализу аэрофотоснимков и результатам полевых наблюдений максимальная интенсивность плоскостной эрозии отмечена на южных, юго-восточных крутых склонах квестовых гряд, на крутых склонах ( $8 - 32^\circ$ ) столовых гор и плато Патиль в районе Мангушского оврага. В настоящее время большая часть этих склонов террасирована и покрыта защитными лесополосами, что существенно снизило естественную активность плоскостного смыва

В качестве биотического индикатора активности (линейной и плоскостной) эрозии проанализировано соотношение фактической и потенциальной плотности проективного покрытия растений Данный показатель имеет максимальную величину в действующих и в заброшенных карьерах, и связанных с ними отвалах (север и северо-

запад территории исследования), а также в пределах территорий традиционно используемых под сельскохозяйственные культуры

Систематизация результатов эколого-геодинамических исследований осуществлена на «Карте эколого-геодинамического районирования территории бассейна р Бодрак» масштаба 1 25 000 и в блоках ее легенды (табл 5)

Разработанная и построенная картографическая эколого-геодинамическая модель позволила наглядно задокументировать, что на момент проведения исследований ведущими факторами, обуславливающими специфику эколого-геодинамических условий типового района, является линейная и плоскостная эрозия. За последние десятилетия имеет место положительная тенденция к снижению интенсивности данных факторов, вследствие террасирования склонов, спада аграрной деятельности и естественного зарастания склонов

Таблица 5

Оценочный блок легенды «Карты эколого-геодинамического районирования территории бассейна р Бодрак»

Класс состояния эколого-геологических условий	Цвет на карте	Компонент ЭГС				Состояние биоты
		Абиотический		Биотический		
		Расчленённость территории оврагами (км/км <sup>2</sup> )	Плотность разломов на 1 км <sup>2</sup> -* (км/км <sup>2</sup> )	Поражённость территории оползнями (%)	Плотность проективного покрытия пастбищной растительности от потенциального (%)	
Удовлетворительный	зеленый	0 – 0,3	0 – 0,2	менее 5	более 90	Норма
Условно удовлетворительный	желтый	0,3 – 0,7	0,21 – 0,4	5 - 25	71 – 90	Риск
Неудовлетворительный	оранжевый	0,7 – 2,4	0,41 – 0,8	25 - 50	50 – 70	Кризис
Катастрофический	красный	свыше 2,4	свыше 0,8	более 50	менее 50	Бедствие

#### 4.3 Характеристика особенностей проявления геохимической экологической функции литосферы в бассейне р.Бодрак

Комплексные эколого-геохимические исследования в бассейне р Бодрак были начаты в 1997. Основные изученные компоненты ЭГС: горные породы, донные осадки, почвы, подземные воды централизованного водоснабжения и паземная растительность проанализированы на содержание валовых форм биофильных и токсичных элементов 1-3 класса опасности (медь, цинк, никель, кобальт, свинец, молибден, ртуть, мышьяк). Полученные данные сопоставлены с информацией о патологии местного населения. Оценка полученных результатов осуществлялась по совокупности геохимических, биогеохимических, ботанических, почвенных, санитарно-гигиенических, и медико-статистических критериев (Виноградов, 1960, Виноградов, 1998, Гаврилова, 1985, Ермаков, 1995-2006, Ковальский, 1974-1982, Касимов 1999, Саег, Ревич, Янип и др., 1990)

Сравнение концентраций валовых форм элементов в породах вулканогенно-осадочного и карбонатно-терригенного комплекса с их концентрациями в сформированных на них почвах выявило взаимосвязь химического состава почв от состава почвообразующих пород. Например, почвы, сформировавшиеся на карбонатных породах эпикиммерийского комплекса (известняках, мергелях,

доломитах), характеризуются рассеянием этих элементов ( $K_k=0,5$ ), а почвы в районах распространения аргиллитов, алевролитов, глин, туфопесчаников и на других бескарбонатных породах геосинклинального комплекса относительно обогащены ( $K_k=3,5$ ) В связи с этим, расчет фоновых концентраций для изученных элементов в почвах и растении, был проведен отдельно для районов развития пород чехла и фундамента.

Величина суммарного показателя загрязнения для почв и растительности большинства, выделенных эколого-геологических систем (ЭГС) менее 8, что позволяет отнести их к классу удовлетворительного состояния Исключение составляют ЭГС, приуроченные к конусам выноса крупных оврагов и к долинам постоянных и временных водотоков, которым на основании принципа доминанты наилучшего показателя по рассчитанной величине  $Z_c$  присвоен класс условно-удовлетворительного состояния ( $Z_c=9-10$ )

В главе дан анализ эколого-геохимической обстановки по отдельным элементам

**Медь** Повышенное содержание в почвах приурочено в основном к тальвегам крупных оврагов (Шара, Мендер, Мангушский), а также прирусловой части р Бодрак, что обусловлено преобладанием миграции меди в водной среде и её накоплением в нижних аккумулятивных звеньях эрозионной сети Обращает внимание, что почти все выделенные аномалии содержания меди в растительности (подножие юго-восточного склона г Мендер Крутой, юго-восточная часть русла Бодрака) расположены на пахотных угодьях или в районах которые использовались ранее под садовые культуры Здесь содержание меди избыточное (60-100 мг/кг) и эколого-биогеохимическое состояние на данных территориях было оценено как условно удовлетворительное, что очевидно связано с использованием медьсодержащих препаратов В целом эколого-биогеохимическую обстановку по содержанию меди можно оценить как удовлетворительную, за исключением сельскохозяйственных земель прирусловой части Бодрака и днищ крупных оврагов, где повышенное содержание меди отвечает условно удовлетворительному состоянию ЭГС

**Цинк** Повышенное содержание цинка в почвах и растительности отмечено в эколого-геологических системах, приуроченных к районам развития пород вулканогенно-осадочного комплекса (Т-Ј), а также аллювиально-делювиальным (Q III-IV) породам долины р Бодрак Наиболее интенсивное накопление цинка происходит в самой северной части района исследований близ села Скалистое, что может объясняться антропогенным воздействием Эколого-биогеохимическое состояние этого участка оценено как неудовлетворительное Одновременно выявлен ряд аномалий связанных с пониженным содержанием цинка в растениях на территории в районе гор Большой и Малый Кермен, а также в овраге Чах-Махлы и на северо-западном склоне горы Бююк-Сырт (10-20 мг/кг), что связано с малой подвижностью этого элемента на высококарбонатных почвах

**Никель** Наиболее высокие содержания никеля в почвах (до 10 мг/кг) характерны для ЭГС сформированных на породах киммерийского геосинклинального комплекса ( $J_2md$ ,  $T_3dj$ ) в районе Мангушского оврага и по правому берегу р Бодрак Опосредованное влияние горных пород на содержание никеля в растениях прослеживается на юго-западе территории в местах распространения пород таврической серии (балка Николаевский Яр и овраги Мендер и Шара), где максимально допустимый уровень никеля превышен в 1,5 раза.

**Хром** Высокие концентрации хрома в почвах не обнаружено, однако в растительности отмечены превышения максимально допустимого уровня по хрому более чем в 1,5 для территорий развития пород киммерийского геосинклинального комплекса ( $J_2md$ ,  $T_3dj$ ), на востоке и юго-востоке территории Повышенные концентрации хрома в растительности, так же как и других выше перечисленных элементов, зафиксированы в нижних звеньях эрозионной сети, где происходит аккумуляция водных мигрантов (прирусловая часть р Бодрак и др )

В районе Бодракского разлома обнаружено повышенное содержание *ртути и мышьяка* в растительности и *свинца* в почвах

Химический состав вод централизованного водоснабжения по содержанию Fe, Cd, Ba, Hg, Se сопоставлен с величинами ПДК, для указанных элементов Наибольшая минерализация отмечается в водозаборной станции посёлка Скалистое (0,7 г/л) В районе с Трудолобовка минерализация вод питьевого назначения составляет всего 0,3 г/л Минерализация вод питьевого назначения других водоносных горизонтов не превышает 0,2 г/л, что обусловлено составом водовмещающих пород Данные о содержании микроэлементов в водах питьевого назначения обобщены в виде круговых диаграмм, локализованных на карте в местах расположения водозаборных станций

Комплексная оценка эколого-геохимических условий района, отражена на «Карте эколого-геохимического районирования бассейна р Бодрак» (масштаба 1 25 000) Легенда карты состоит из трех блоков Первый из них - оценочный блок отражает оценку эколого-геологических условий территории по совокупности абиотических и биотических показателей (табл 6)

Таким образом, в результате исследования эколого-геохимических особенностей территории, по изученным параметрам, выявлены аномалии избытка элементов (кобальта, свинца) в почвах и растительности в районах развития пород вулканогенно-осадочного комплекса и в нижних аккумулятивных звеньях эрозийной цепи, а в пределах развития карбонатных пород установлены аномалии недостатка биофильных элементов (меди, цинка)

#### **4.4 Характеристика особенностей проявления геофизической экологической функции литосферы в бассейне р.Бодрак**

Эколого-геофизические исследования были выполнены на основе полевых (1999 - 2001) и фондовых данных (Никулин, 2001, Ахтямова, Прошлякова, 2001, и др), систематизированных на базе последних разработок в области эколого-геофизического картографирования (В А Богословский, А Д Жигалин (2000 - 2006))

Анализировалась совокупность постоянно и периодически действующих факторов В качестве постоянно действующих факторов воздействия рассмотрены природная радиоактивность почв и пород, обусловленная присутствием в их составе радионуклидов (урана, тория) В качестве эпизодически действующего фактора рассмотрена сейсмичность территории

Установленные вариации поля естественной радиоактивности, оценены по результатам радиометрической съёмки, в значительной степени предопределены литологическим составом пород Условия осадконакопления, типы водной среды и состав поступающего в бассейн обломочного материала, обуславливали интенсивность накопления в породах радионуклидов, главным образом принадлежащих к трем радиоактивным семействам урана - 238, тория - 232, урана-235 (Хмелевской, 1985) В ходе полевой радиометрии установлено, что мощность экспозиционной дозы колеблется в пределах 2-26 мкР/ч, достигая максимальной величины в районах развития пород таврической серии ( $T_3-J_{1v}$ )

Наибольшие концентрации урана (0,6 – 1,9 г/т), тория (0,7 – 9,3 г/т) в почвах приурочены преимущественно к области распространения бескарбонатных пород ядра Качинского антиклинария ( $T_3-J_{1v}$ ,  $T_3-J_{1es}$ ), а также к северному склону г Присяжная (уран 1,2 – 2,5 г/т, торий 1,9 – 4,4 г/т), на породах ( $K_1mg$ ) эпикиммерийского комплекса (Ахтямова и др., 2001)

Содержание радионуклидов (U, Th) в растениях в 2 - 5 раз ниже, чем в литогеохимических пробах и отвечает их распределению в почвах и почвообразующих породах Соответственно, максимальные концентрации урана (0,4 – 0,5 г/т) установлены в пробах растений отобранных в овраге Мендер и с приводораздельных поверхностей на породах междерской свиты ( $J_2mg$ ) На территории, где развиты преимущественно карбонатные породы ( $K_1al_3^{2-3}$ ), содержание радионуклидов

существенно ниже, как в почвах и породах (уран 0,1 – 0,9 г/т, торий 18 – 3 г/т), так и в растительности (уран 0,01 г/т)

Таблица 6

Оценочный блок легенды «Карты эколого-геохимического районирования территории бассейна р. Бодрак» (Бараболкина, Березкин, Ершов, 2003)

Класс состояния эколого-геологических условий	Компонент ЭГС											Состояние биоты	
	Абиотический				Биотический								
	Почвы	Подземные воды	Породы, почвы донные	Наземные растительные сообщества						Человек			
				Санитарно-гигиенические		Геохимические	Биогеохимические				Медико-экологические		
	Превышение ПДК (класс опасности)	Общее содержание (п/к) – I класс опасности – 2 класс опасности	Минерализация г/л	Суммарный показатель загрязнения	Концентрация микроэлементов в укосах и растительных кормах								Эпидемиологические
					мг/кг (сухого вещества)						Кмду		
Zc					Mo		Cu		Zn				
Удовлетворительная	<1	1-2	8-32	1-3		5-20		20-60		<1,5	Низкий, минимальная частота встречаемости функциональных отклонений	Норма	
				Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток				As, Hg (Pb, Cr, Cd, Ni)
Условно-удовлетворительный	1-2	1-2	8-32	0,5-1	3-10	2-20	20-80	10-20	60-100	1,5-5	При недостатке элементов – риск заболевания эндокринной системы При избытке – риск развития онкопатологии	Риск	
	1-5			Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток				
Неудовлетворительный	2-3	2-3	32-128	0,2-0,5	10-50	0,5-2	80-10	2-10	10-50	5-10	Увеличение ОЗ числа часто болеющих с хроническими заболеваниями и нарушением функционального состояния сердечно-сосудистой системы	Кризис	
	5-10			Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток	Недостаток	Избыток				
Катастрофический	От 1 до К max (I) > К max	>3	>3	>128	>0,2	>50	<0,5	>50	<2	>50	>10	Не заселен	Бедствие

Полученные данные систематизированы в легенде к «Карте эколого-геофизического районирования бассейна р Бодрак» (по полю естественной радиоактивности) масштаба 1 25 000. Оценочный блок легенды карты разработан в виде таблицы (табл. 7).

Абиотические параметры включают радиоактивность пород, оцениваемую по МЭД и по содержанию U и Th в почвенном покрове, а также оценку сейсмичности. Биотические параметры отражают содержание радионуклидов (U, Th) в растительности (укосах), наличие морфоструктурных изменений у растений, информацию о смертности от онкопатологии среди местных жителей в селах района и характеристика типичного психологического портрета поведения людей и животных в случае проявления сейсмичности различной интенсивности.

По совокупности постоянно действующих факторов (природные вариации поля естественной радиоактивности и содержание радионуклидов в компонентах ЭГС) и периодически действующих факторов (сейсмичность района) в бассейне р Бодрак выявлены районы удовлетворительного, условно-неудовлетворительного и неудовлетворительного классов состояния.

Таблица 7  
Оценочный блок легенды "Карты эколого-геофизического районирования территории бассейна р Бодрак"

Класс состояния эколого-геологических условий	Отображение на карте	Компонент ЭГС										Состояние биоты
		Абиотический				Биотический						
		Мощность экспозиционной дозы, мкР/час	Сейсмическая интенсивность (над чертой – баллы, под чертой – мм/с)	Содержание радионуклидов г/т				Наличие морфоструктурных изменений	Коренное население			
				В почвах		В растительных кормах			Наличие онкологической патологии	Вероятные поведенческие реакции населения		
				U	Th	U	Th					
Удовлетворительный	зеленый цвет	<20	менее 1 0,025-2,5	до 3,5	до 15	Менее 0,1	Менее 0,05	отсутствуют	отсутствуют	Не заметно	Норма	
Условно-удовлетворительный	желтый цвет	20-50	1-5 2,6-50	3,5-10	15-30	0,1-0,3	0,05-0,12	единичные	единичные случаи	Слабое. Возможны галлюцинации, страх, чувство неуверенности водителей	Риск	
Неудовлетворительный	оранжевая штриховка	более 50	6-8 51-500	>10	>30	>0,3	>0,12	гигантоморфные заросли	не заселен	Испуг, паника, беспокойство у водителей	Кризис	

(\*) Примечание: фактор периодического действия

## Глава 5

### Интегральная оценка эколого-геологических условий и рекомендации по рациональному природопользованию территории бассейна р Бодрак

Систематизация результатов эколого-геологических исследований и анализ особенностей проявления экологических функций литосферы в пределах изученной

территории осуществлены на основе метода эколого-геологического картографирования

*Карта эколого-геологических условий территории бассейна р Бодрак* По совокупности всех рассмотренных выше параметров в пределах бассейна реки Бодрак выделены эколого-геологические системы, которые характеризуются индивидуальным сочетанием слагающих горных пород и четвертичных отложений, рельефа, типов почв и растительности Для каждой эколого-геологической системы определено её функциональное использование, которое указано на карте и в легенде в виде индекса. Легенда карты разработана в виде матрицы (табл 8)

Таблица 8

Легенда «Карты эколого-геологических условий бассейна р Бодрак» (фрагмент)

ТИП ЭГС	Геохимическая составляющая					Геофизическая составляющая			Ресурсная составляющая			Геодинамическая составляющая			
	Кк	Zc-почв	Zc-раст	Избыток	Недостаток	Сейсмичность	мкР/час	U	Th	содержание гумуса в горизонте А1 %	потеря гумуса от потенциального, %	Продуктивность пастбищной растительности	Расчленённость территории оврагами	Плотность разломов на 1/км2	Прекрестные %
1	Cr 1 1	10	< 8	Cr/Ni	Cu Ni/	8	5,0	1,6 - 4,3	7-10	2-4	50	5-30	0,7-2,4	0-0,2	90-100
6	Cr 2	< 8	< 8	Cr/Ni	Zn/	8	10,0	0	0	менее 2	70	менее 5	0,3-0,7	0-0,2	80-90
11	Zn 2 6	10	< 8	Zn/	Cu/	8	7,0	2,4	5,9	менее 2	50	менее 5	0-0,3	0-0,2	0-10
24	Cr1,1 Ni2	< 8	< 8	Cr/Ni/ Zn/Ni		8	22,0			менее 2	0	5-30	свыше 2,4	0,21-0,4	0-10
27	Ni5	< 8	< 8	Ni/Ni	Cu/	8	3,0	0	8,3	4-6	0	30-80	0,3-0,7	0,21-0,4	80-90
30	Cr1,1	10	< 8	Cr/Zn		8	22,0	0,1	2,1-7,5	2-4	0	5-30	0,3-0,7	свыше 0,8	90-95

На карте ЭГС показаны способом качественного фона (цветом), а их функциональные характеристики (типы землепользования) - штриховкой. Атрибутивная таблица содержит данные по содержанию гумуса и микроэлементов (меди, цинка, никеля, свинца, молибдена, ванадия, хрома)

*Карта эколого-геологического районирования территории бассейна р Бодрак* (рис 1) была создана на основе синтеза результатов полевых и лабораторных исследований, а так же фондовых данных на основе эколого-геологического системного подхода и базовых принципах эколого-геологического картографирования

Оценочный блок легенды представлен в матричном виде (табл 9) Столбцы легенды несут информацию о ведущих геохимических, геофизических, геодинамических факторах, оказывающих негативное воздействие на существование биоты в бассейне р Бодрак. Интегральная оценка территории осуществлялась по принципу доминанты наихудшего показателя. А именно, эколого-геологическая система была идентифицирована «катастрофического состояния», если хотя бы по одному из рассматриваемых критериев (эколого-геохимическому, эколого-геофизическому и т.д.) она может быть отнесена к данному классу.

Соответственно класс удовлетворительного состояния литосферы может быть выделен только, если по всем рассматриваемым параметрам, избытку и недостатку микроэлементов, полю естественной радиоактивности, содержанию гумуса, был установлен удовлетворительный класс состояния эколого-геологических условий.

На карте эколого-геологического районирования задокументирована, на период проведения исследований, ведущая роль геологических факторов в формировании эколого-геологических условий района, в том числе высокая зависимость состава почвенного и растительного покрова, поверхностных и грунтовых вод от состава горных пород, и структурно-тектонических особенностей района. Техногенные факторы, вероятно, вследствие пятнадцатилетнего экономического спада аграрного сектора в районе типового участка, на момент проведения исследований, играли второстепенную роль. Исключение составляют селитебные районы (с. Прохладное, Трудолобовка, пос. Скалистое, база МГУ).

Проведенные междисциплинарные эколого-геологические исследования, наличие фондовых геолого-геоморфологических данных, в комплексе позволили оценить ресурсный потенциал территории (см. главу 1). Подразделение территориального ресурса района по качеству ресурса геологического пространства (табл.10), осуществлялось с учетом интегральной оценки класса состояния эколого-геологических условий (рис.1-2, табл.9)

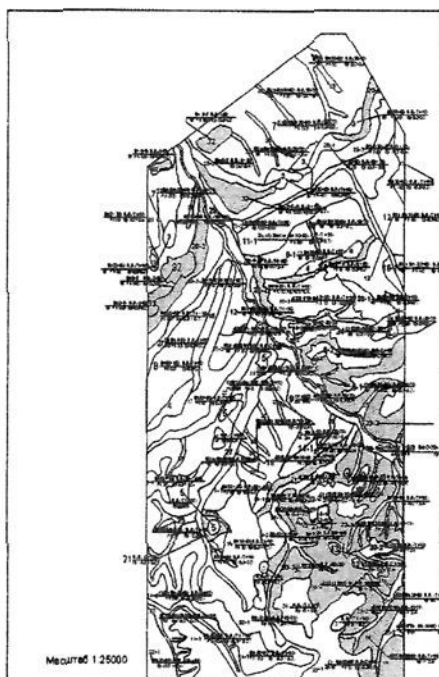


Рис. 1. Карта эколого-геологического районирования территории бассейна р. Бодрак.

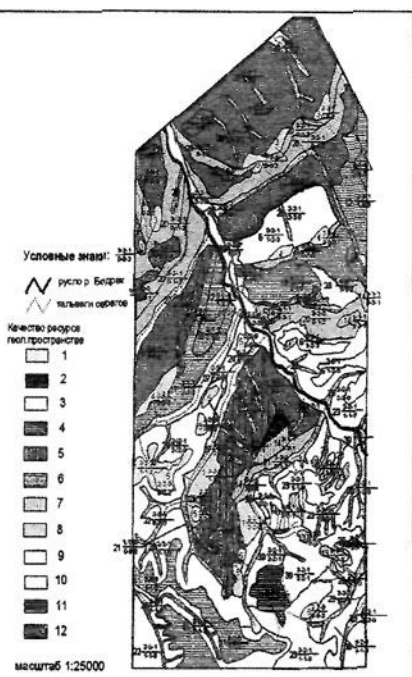


Рис. 2. Эколого-геологическая карта качества ресурса геологического пространства территории бассейна р. Бодрак

Для каждой ЭГС определен её ресурсный потенциал: 1) для расселения человека, 2) для естественного расселения флоры и фауны, 3) для создания заповедных зон, 4) для различных видов сельскохозяйственного использования. Система оценки качества ресурса каждой ЭГС приведены в легенде (табл. 11).

Класс состояния эколого-геологических условий (ЭГС)		АБИОТИЧЕСКИЙ компонент ЭГС		БИОТИЧЕСКИЙ компонент ЭГС								
Донные осадки	Почвы	Подземные воды	Геохимическая составляющая	Геофизическая	Геодинамическая	Ресурсная	Интегральные показатели	Растительность	Содержание т м (мг/кг)	Zc	Плодородия почв, % от потенциального	Состояние биоты
										Zc		
										Cu		
										Zn		
										Mo		
										Ni		
										Cr		
										As, Hg Кк мду		
										Плотность проэктивного покрытия, % от нормы		
										Видовой состав естественной травянистой растительности		
										Водообеспеченность, м3/чел в год		
										Заболееваемость население		

Оценочный блок легенды «Карты эколого-геологического районирования территории бассейна р. Богдара»

Катастрофическое	Неудовлетворительное		Условно удовлетворительное		Удовлетворительное
	недостаток	недостаток	недостаток	недостаток	
>128	< 5	32 - 128	5 - 15	8 - 32	< 8
	< 0,5	> 60	15 - 30	40 - 70	15 - 30
	< 0,5	> 8	10 - 15	110 - 150	40 - 70
		> 8	0,5 - 1,5	4 - 8	1,5 - 4
		> 75	75	50 - 75	< 50
		> 300		240 - 300	< 240
		30 - 100		10 - 30	< 10
>100		10 - 100		3 - 10	месяц
		6 - 8		2 - 5	1
		>10		3,5 - 10	30
		>30		15 - 30	15
>200		55 - 200		20 - 55	<20
		A+B		Анах (А1)	30
>2,5		0,7-2,5		0,4-0,7	< 0,3
< 25		65 - 25		65 - 85	> 85
> 128		32 - 128		8 - 32	< 8
		100 - 500	2 - 5	20 - 80	5 - 20
	2 - 10	100 - 500	10 - 20	60 - 100	20 - 60
	0,1	10		1 - 10	0,5 - 1
	0,3	> 15	0,3 - 0,5	4,5 - 15	< 4,5
		> 2,5		0,75 - 2,5	< 0,75
> 10		5 - 10		1,5 - 5	1,1 - 1,5
< 10		10 - 60		60 - 80	> 80
Отсутствие растительности	Рост эндемических заболеваний	Уменьшение обилия вторичных видов	Господствующие виды сменились на вторичные		Естественная смена доминантов субдоминантов и характерных
		> 1000	1000-5000		> 5000
Не заселен		Рост эндемических заболеваний	Заболвание эндокринной системы	Онкология	Фоновый показатель заболеваемости
Бедствие		Кризис	Риск		Норма

Корреляция класса состояния эколого-геологических условий и качества ресурса геологического пространства

Качество ресурса геологического пространства	Балл	Класс состояния эколого-геологических условий
Высокое	3	Удовлетворительный
Среднее	2	Условно-удовлетворительный
Пониженное	1	Неудовлетворительный
Низкое	0	Катастрофический

На карте каждая ЭГС охарактеризована индексом в виде дроби в числителе указано качество территории для расселения человека, для расселения флоры и фауны, для создания заповедника, а в знаменателе - качество территории для аграрного освоения, для животноводства и для лесного хозяйства (табл 11)

Таблица 11

Блок легенды интегральной оценки «Эколого-геологической карты качества ресурса геологического пространства территории бассейна р Бодрак» (фрагмент)

ТИП ЭГС	Качество территории для						Индекс	Рекомендации
	Расселения человека как биологического вида	Естественного расселения флоры и фауны	Создания заповедных зон	Сельскохозяйственного использования		Лесохозяйственного освоения		
				аграрного	животноводства			
1-1	3	2	0	1	1	2	3-2-0/1-1-2	Преимущественно лесохозяйственное освоение
1-2	2	2	1	0	0	2	2-2-1/0-0-2	
2	3	1	1	3	3	2	3-2-1/3-3-2	Возможно использование под пашни и пастбища
3	3	2	1	0	0	2	3-2-1/0-0-2	Преимущественно лесохозяйственное освоение
4	3	2	1	0	0	2	3-2-1/0-0-2	

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных работ реализована основная цель диссертации – определены ведущие геохимические, геофизические, геодинамические факторы, обуславливающие эколого-геологические особенности района бассейна р Бодрак, что необходимо для разработки рекомендаций по оптимизации природопользования. Создана локальная ГИС территории исследования, включающая в себя базу данных и производные карты (эколого-геохимическую, эколого-геофизическую, эколого-ресурсную и другие), а также «Эколого-геологическую карту качества ресурса геологического пространства», отражающую эколого-геологическую обстановку в долине р Бодрак с точки зрения комфортности проживания местного населения и пригодности земель для сельскохозяйственного использования. Даны рекомендации по хозяйственному освоению территории, отраженные в легенде карты.

## Выводы и рекомендации

Для получения полной комплексной информации об эндемичных геохимических факторах риска, воздействующих на биоту и население, эколого-геохимическую оценку необходимо проводить не только на основе величин ПДК и суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ), но и с учётом величин нижних пороговых концентрации элементов. Это позволяет диагностировать аномалии не только избытка токсичных элементов, но и недостатка жизненно важных элементов. Системный подход позволил выявить основные природные и техногенные факторы их формирования. В нижних звеньях эрозионной сети имеют слабую тенденцию к аккумуляции водные мигранты (никель, медь, цинк, хром).

Ведущими факторами, обуславливающими специфику эколого-геофизических условий выбранного типового района, является совокупность постоянно (1) и периодически действующих (2) факторов. К показателям первого уровня (1) - отнесены природные вариации поля естественной радиации и содержание радионуклидов в компонентах ЭГС. К показателю второго уровня (2) – сейсмичность района.

Эколого-геодинамические условия района осложнены наличием тектонически-ослабленных зон, вертикальной расчлененностью, процессами линейной и плоскостной эрозии – снижающих комфортность территории для расселения биоты и проживания человека. Количественная оценка проявлений эрозионных процессов и анализ предпосылок их развития позволили составить карту эколого-геодинамического районирования территории. Анализ этой карты выявил районы наиболее интенсивного развития неблагоприятных геодинамических процессов, снижающих ресурсный потенциал территории, который отображён на эколого-ресурсной карте.

Интегральная эколого-геологическая оценка качества ресурса геологического пространства района позволила разработать практические рекомендации по оптимизации условий для сельскохозяйственной и лесохозяйственной деятельности, а также для проживания населения, с учетом изученных эколого-геологических факторов.

## Основные публикации по теме диссертации:

- 1 Барабوشкина Т А, **Березкин В Ю**, Голованов Д Л, Ковальская Г А, Куценогий К П, Никитин М Ю, Туров А В Компьютерное эколого-геохимическое картографирование на базе комплекса наземных и дистанционных методов исследования (для целей геоэкологии) // III Международное совещание "Геохимия биосферы", Ростов на Дону, Изд-во Ростовского университета, 2001, С 89-90
- 2 Барабوشкина Т А, **Березкин В Ю**, Ермаков В В, Ершов А Ю, Зилинг Д Г, Карпова Е.А., Лошкарёва А А, Никитин М Ю, Петрунина Н С, Харьковина М А, Хитров М Ю Комплексные полевые эколого-геологические исследования бассейна реки Бодрак //Полевые студенческие практики в системе естественнонаучного образования вузов России и зарубежья. Материалы международной конференции, Спб, 2002, С 13-15
- 3 Барабوشкина Т А, Голованов Д Л, Сафронова Н С, Ермаков В В, **Березкин В Ю**, Клюева О А К вопросу совершенствования методологии полевых эколого-геохимических исследований //Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Сергеевские чтения. Вып 2, ГЕОС, 2000 г, С 307-311
- 4 **Березкин В Ю** Картографирование геохимических условий почвенного покрова территории Крымского учебно-научного полигона им проф А А Богданова (на базе геоинформационной системы ArcView) //Школа экологической геологии и рационального недропользования СпбГУ 2002 С 217-218
- 5 **Березкин В Ю**, Почвенно-геохимический слой геоинформационной системы БАХЧИСАРАЙ для целей экологического мониторинга //III съезд Докучаевских молодежных чтений Тезисы докладов Спб, 1997 С 276
- 6 **Березкин В Ю**, Экологические функции почв горного Крыма //Актуальные проблемы экологии и природопользования Вып 3 М, Изд-во РУДН, 2003 С 273-278
- 7 Барабوشкина Т А, **Березкин В Ю**, Ермаков В В, Карпова Е А, Куценогий К П, Ковальская Г А, Коробова Е М, Петрунина Н С, Савченко Т И, Чапкина О В Эколого-геологические условия бассейна р Бодрак (Крымско-Кавказская горная зона) // Доклады IV

Международной научно-практической конференции «Тяжёлые металлы и радионуклиды в окружающей среде», Т 2, Семипалатинск, Казахстан, 2006 С 441-447

8 **Березкин В Ю**, Барабошкина Т.А Картографирование почвенного покрова территории между речья рек Бодрака и Качи (Горный Крым)//Тезисы докладов III съезда Докучаевского общества почвоведов Книга 3, М, 2000, С 15-16

9 **Березкин В.Ю.**, Барабошкина Т А Эколого-геодинамические условия Крымско-Кавказской горной зоны (на примере бассейна р Бодрак)//Геология и эволюционная география Коллективная монография /Под ред Е М Нестерова – СПб Изд-во «Эпиграф», 2006 С 85-89

10 **Березкин В.Ю.**, Баранов Ю Б, Туров А В, Скарятин В Д, Никитин М Ю, Голованов Д.Л, Барабошкина Т.А, Харьковина М.А Компьютерное картографирование Крымского геологического полигона//Материалы 2-ой Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем» (Экология — 2001), Уфа, 2002 С 386-388

11 **Березкин В Ю** Титенская Т.А Экологический мониторинг почвенного покрова Горного Крыма (на примере Крымского УНП МГУ) Актуальные проблемы экологии и природопользования Вып 2 М, Изд-во РУДН, 2001 С 384

12 **Березкин В Ю**, Никитин М Ю, Никифоров Н В Использование в полевых условиях Крымского учебно-научного полигона им проф А.А Богданова программно-аппаратного комплекса «Pocket PC Casio Cassiopeia E 125 и Garmin GPS II Plus» // Экологические системы и приборы 2003 N 10 С 3-7

13 **Березкин В.Ю.**, Прошлякова О Д, Голованов Д.Л, Барабошкина Т А Анализ содержания подвижных форм элементов (Cu, Ni, Zn, Pb)//Новые идеи в науках о земле 5 международная конференция М, МПТА 2001 Т 4 С 7

14 Зилинг Д Г, Барабошкина Т А, Харьковина М А, **Березкин В Ю** Эколого-геологическое картографирование — фундаментальная основа оценки безопасной жизнедеятельности Материалы 2-ой Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем»// Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология — 2001), Уфа, 2002, С 73-75

15 Камелин М П, Макарова М Г, Скарятин В Д **Березкин В Ю** Катастрофические склоновые процессы в горных районах//Актуальные проблемы экологии и природопользования Вып 3 М, Изд-во РУДН, 2001 С 376

16 Лошкарева А А, **Березкин В Ю**, Ковальская Г А, Куценогий К П Ландшафтно-геохимические условия между речья рек Качи и Бодрака (Горный Крым, Учебно-научный полигон им.А.А Богданова)//Геологи XXI века Материалы Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов Саратовский Государственный Университет, Саратов, Изд-во СО ЕАГО, 2002 С 330-333

17 Макарова М Г, **Березкин В Ю**, Барабошкина Т А Оценка степени опасности загрязнения ландшафтов на основе интегральных показателей Природопользование, охрана окружающей среды и экономика Теория и практикум Учебное пособие/ Под ред А П Хаустова М Изд-во РУДН, 2006 С 257-263

18 Харьковина М А, Никитин М Ю, Титенская Т А, **Березкин В Ю**, Ершов А Ю Динамика экзогенных геологических процессов Горного Крыма под влиянием антропогенного фактора //Сергеевские чтения Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии Вып 4 М, GEOS, 2002 С 170-173

19 Baraboshkina T A, **Berezkin V.Y.**, Klueva O A An Ecological - geochemical evaluation of Mountain Crimea Region// European Union of Geosciences The Earth Environment -Human Health-Ecosystem Health J01 3P/05 PO P 50

20 Baraboshkina T A, Loshkareva A A, **Berezkin B U** Ecological geochemical conditions of a country between Kacha and Bodrack//Mineral Deposits at the Beginning of the 21 st Century Krakov Poland 2001 P 1027-1029

21 Baraboshkina, T A, Loshkareva, A A, Golovanov, D L and **Berezkin V.I** Engineering-Ecological Conditions of Agricultural Territories of the Crimea Mountain // Proceedings (CD-ROM) / The 9th Congress IAEG "Engineering Geology for Developing Countries" Durban, South Africa, 2002 P 857-864

Напечатано с готового оригинал-макета

Издательство ООО “МАКС Пресс”

Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г

Подписано к печати 22.02.2007 г

Формат 60x90 1/16 Усл. печ. л. 1,5 Тираж 100 экз. Заказ 092

Тел. 939-3890 Тел./Факс 939-3891

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,  
2-й учебный корпус, 627 к