

На правах рукописи

ВОЛОШИН АНДРЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ



**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ
ЭКЗОГЕННЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ
МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология
(географические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Улан-Удэ
2011

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук «Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН»

Научный руководитель член-корреспондент РАН, доктор географических наук, профессор Тулохонов Арнольд Кириллович

Официальные оппоненты доктор географических наук, профессор Шагжиев Карл Шагжиевич

кандидат географических наук, доцент Рыжов Юрий Викторович

Ведущая организация Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН

Защита состоится « 2 » ноября 2011 г. в 09⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.022.06 при ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет» по адресу 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24 а.

Факс (3012)21-05-88; e-mail: univer@bsu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет».

Автореферат разослан « 30 » сентября 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент



М.А. Григорьева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Нерациональное природопользование человека часто приводит к ускорению или возникновению негативных экзогенных процессов в окружающих его ландшафтах. Значительное увеличение площадей пахотных угодий с периода освоения целинных земель, интенсивный выпас скота на степных участках, сплошные вырубki леса на горных склонах без применения почвозащитных мероприятий и слабом развитии лесомелиорации привели к широкому распространению на территории Байкальского региона процессов ветровой и водной эрозии во второй половине XX в. По состоянию на начало 1993 г. в бассейне оз. Байкал числилось около 1100 тыс. га эродированных и эрозионноопасных земель сельскохозяйственного назначения. Около 20 % площади сплошных вырубok леса подвержено эрозионным процессам. Межгорные котловины и понижения, дренируемые водотоками различной величины, периодически подвергаются наводнениям, наносящими значительный экономический и экологический ущерб. Различные экзогенные процессы в регионе нередко возникают и активизируются при строительстве новых транспортных магистралей, промышленных и гражданских сооружений, разработке месторождений полезных ископаемых.

Все это свидетельствует о важнейшей роли человека в возникновении и проявлении современных экзогенных процессов, и в свою очередь, существенном влиянии на его жизнедеятельность последних. Особенно остры эти геоэкологические взаимоотношения между человеком и экзогенными процессами на интенсивно хозяйственно освоенных территориях, какими в Байкальском регионе являются межгорные котловины Селенгинского среднегорья. На территории последних проводились исследования лишь отдельных процессов экзодинамики (в основном почвенно-эрозионных, эоловых). Оценки комплекса экзогенных процессов, их распространения, взаимосвязей между собой не проводилось. Не было на территории Селенгинского среднегорья и длительных (более 5 лет) рядов наблюдений за динамикой современных экзогенных процессов. Без результатов данных исследований невозможна успешная борьба с неблагоприятными экзодинамическими процессами и их последствиями.

Цель и задачи исследований. Цель диссертационной работы заключается в исследовании геоэкологических особенностей пространственно-временных закономерностей развития современных природно-антропогенных экзогенных рельефообразующих процессов (экзоморфоген-

неза) в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья. Для достижения поставленной цели потребовалось решить ряд задач:

1) оценить значение природных и антропогенных факторов в формировании современной структуры экзогенных процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья;

2) выявить спектр современных экзогенных процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья;

3) исследовать и оценить характер распространения процессов современного природно-антропогенного экзоморфогенеза в межгорных котловинах;

4) проследить и изучить динамику экзогенных процессов в зависимости от характера и степени антропогенного воздействия.

Объекты исследований – ареалы распространения современных природно-антропогенных процессов экзоморфогенеза межгорных котловин Селенгинского среднегорья.

Предмет исследования – геоэкологические особенности и закономерности современного экзоморфогенеза межгорных котловин Селенгинского среднегорья.

Фактический материал. Работа основана на материалах многолетних (1985-1991 и 1995-2011 гг.) экспедиционных исследований автора экзогенных процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья. Наиболее детальные исследования были проведены в Тугнуй-Сухаринской межгорной котловине. Полустационарными наблюдениями за овражной эрозией и эоловыми процессами были охвачены также Чикойская, Куйтунская, Урлукская котловины, Шергольджинские межгорные понижения, долина р. Селенги, межгорные котловины бассейна р. Селенги на территории Монголии. Были проанализированы историко-картографические, аэрокосмические и тематические фондовые материалы для бассейнов рек Куйтунки, Сухары, Чикоя. На основании анализа полученных данных построены различные морфодинамические и морфометрические карты: ведущих экзогенных рельефообразующих процессов, густоты овражно-промоинной сети, средних углов наклона и др.

Методика исследований. Во время экспедиционных исследований применялись современные полевые методики описания и наблюдения за динамикой эрозионных, эоловых, флювиальных, техногенных, озерных, криогенных и других форм рельефа различного генезиса. Составлялась их детальная морфологическая и морфометрическая характеристика, изучались природные и антропогенные факторы их развития. Динамика форм размыва, эоловой денудации и аккумуляции определялась методом репе-

ров и инструментальных съемок. Пространственная структура экзогенного рельефообразования исследовалась с использованием концепции ведущего процесса. Ареалы ведущих экзогенных процессов выделялись согласно классификации экзогенных процессов рельефообразования суши В.Б. Выркина (1986). Карты ведущих экзогенных рельефообразующих процессов и аридности климата были составлены и проанализированы с помощью программных средств ГИС. При построении изолинейных карт средних углов наклона, густоты овражно-промоинной сети ключевых участков в бассейне р. Чикой использовался метод “скользящего” кружка В.А. Червякова.

Теоретико-методологической основой диссертационного исследования послужили работы В.Б. Выркина, Л.Л. Розанова, С.С. Воскресенского, Н.А. Флоренсова, И.В. Антощенко-Оленева, Л.Н. Ивановского, А.Д. Иванова, Д.Б. Базарова, О.В. Кашменской, Е.Ф. Зориной, А.Г. Рожкова, А.К. Тулохонова, А.Б. Иметхенова, Т.Т. Тайсаева, Ю.В. Рыжова и др.

Научная новизна. Впервые для межгорных котловин Селенгинского среднегорья оценена пространственная структура современных экзогенных процессов, получены данные о динамике и условиях развития склоновых водно-эрозионных, эоловых, флювиальных процессов за значительные промежутки времени (от 1 года до 62 лет). Продолжительность натуральных мониторинговых исследований за овражными процессами составила более 20 лет, эоловыми – 15 лет. Впервые построены карты ведущих рельефообразующих процессов в средних масштабах: 1:100000 и 1:500000, что потребовало значительной детализации исследований в отличие от выполненного другими исследователями мелкомасштабного картографирования процессов. Построенные карты ведущих экзогенных рельефообразующих процессов впервые проанализированы сравнительно с их климатическими условиями и с помощью геоинформационных технологий.

Практическое значение. Данные о территориальном распределении экзогенных процессов, условиях и интенсивности проявления могут быть применены при разработке и проектировании наиболее оптимальных с учетом нынешней экономической и экологической обстановки почвозащитных, противоэрозионных, противопаводковых и других инженерно-технических мероприятий. Результаты диссертационных исследований были использованы при составлении «Субрегиональной программы действий по борьбе с опустыниванием для Республики Бурятия, Агинского Бурятского автономного округа и Читинской области» (2000), разработке экологического зонирования Байкальской природной территории (2002), отчетов по текущему состоянию природной среды и уровню техногенной

нагрузки на участке НПС Ангарск – НПС Джида трассы нефтепровода Россия-Китай на территории Бурятии (2001, 2002), проекта ГЭФ «Организация мониторинга биоразнообразия на модельной территории (бассейн рек Тугнуй-Сухара)» (2002), проекта программы ТАСИС – Байкал «Управление природными ресурсами в бассейне озера Байкал» (1998), подготовке исходных данных для разработки документации по оценке воздействия и охране окружающей среды проектов освоения месторождений полиметаллических руд «Озерное», «Ермаковское», «Назаровское» (2006-2007). Данные о регулярных наблюдениях автора за динамикой процессов экзоморфогенеза включены в ежегодные доклады Правительственной комиссии по Байкалу «Охрана озера Байкал и обеспечение рационального природопользования на Байкальской природной территории» (1999–2003), отчеты проектов Программ фундаментальных исследований Отделения наук о Земле и Президиума РАН «Развитие технологий мониторинга, экосистемное моделирование и прогнозирование при изучении природных ресурсов в условиях аридного климата» (2005-2007) и «Разработка системы комплексной индикации процессов опустынивания для оценки современного состояния экосистем Сибири и Центральной Азии, создание на ее основе прогнозных моделей и системы мониторинга» (2009-2011). Отработанные при выполнении работы методические приемы исследования и картографирования экзогенных процессов были применены при выполнении научно-изыскательских проектов в других районах Байкальского региона.

Апробация работы. Отдельные материалы и положения диссертации были доложены автором на I и II региональных конференциях “Вклад молодых ученых в решение вопросов Продовольственной программы” (Улан-Удэ, 1985, 1987), региональной конференции “Эколого-географическое картографирование и оптимизация природопользования в Сибири” (Иркутск, 1989), региональной школе-семинаре “Проблемы моделирования в геоморфологии. Подходы и методы” (Новосибирск, 1990), XII конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 1997), конференциях, посвященных памяти Б.Р. Буянтуева и Д.Б. Базарова (Улан-Удэ, 1996, 1998), региональной конференции «Устойчивое развитие: проблемы охраняемых территорий и традиционное природопользование в Байкальском регионе» (Чита, 1999), Российском национальном совещании по обсуждению Субрегиональных программ действий по борьбе с опустыниванием (Абакан, 2000), Международных научных конференциях по борьбе с опустыниванием (Абакан, 2006), «Эколого-географические проблемы развития трансграничных регионов» (Улан-Удэ, 2007), «Трансграничные территории азиатской части России и сопре-

дельных государств: геоэкологические и геополитические проблемы и предпосылки устойчивого развития» (Улан-Удэ, 2009), научных сессиях Байкальского института природопользования СО РАН и Бурятского государственного университета.

По теме диссертации ее автором опубликовано 40 работ, из которых 6 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки России для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. Общий объем работы составляет 138 машинописных страниц, включая 15 таблиц, 10 рисунков, 120 наименований из списка литературы.

Во введении определены актуальность, цель и задачи исследований, научная новизна и практическое значение. В первой главе представлены методологические основы исследования геоэкологической трансформации рельефа Селенгинского среднегорья, рассмотрены ее природные и антропогенные предпосылки. На основе анализа природных условий сделан вывод о том, что геологическая история и природно-климатические факторы послужили основой территориального распределения экзогенных процессов внутри межгорных котловин региона. Прослежен характер изменения антропогенного воздействия на геосистемы котловин в течение XX – начале XXI века.

Во второй главе рассмотрен спектр современных экзогенных рельефообразующих процессов Тугнуй-Сухаринской котловины, проведено его сравнение с другими котловинами Селенгинского среднегорья. Исследованы геоэкологические особенности и закономерности распространения, условия протекания и интенсивность современных эоловых, склоновых водно-эрозионных, флювиальных, техногенных, озерных и других экзогенных рельефообразующих процессов. Даны рекомендации по организации и осуществлению мониторинга экзогенных процессов.

Третья глава посвящена рассмотрению одного из наиболее динамичных и трансформирующих современные ландшафты котловин среднегорья экзодинамических процессов – овражной эрозии. Приведены результаты детальных исследований овражной эрозии: факторов развития, морфологии, морфометрии, количественные характеристики динамики роста форм размыва в зависимости от антропогенного воздействия.

В заключении приведены выводы по результатам исследований.

ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ПРЕД- МЕТ ЗАЩИТЫ

1. Впервые для реконструкции процессов природно-антропогенного экзоморфогенеза межгорных котловин Селенгинского среднегорья применен комплексный подход выявления их пространственно-временного распространения в зависимости от природно-климатических особенностей и характера антропогенного воздействия на основе использования натуральных инструментальных измерений, разновременных картографических и космофотоматериалов, геоинформационных технологий.

Основной жизнеобеспечивающей геосферной оболочкой земли является биосфера. К современной жизнеобеспечивающей оболочке биосферы прежде всего относят земную поверхность, самую верхнюю часть земной коры литосферы, атмосферу и гидросферу. Преобразование земной поверхности с появлением на Земле человека, увеличением численности его населения и расширением жизненного пространства в совокупности с активным природопользованием привели к изменению естественного хода природно-климатических, вызываемых главным образом энергией солнечной радиации, силой тяжести, циркуляцией атмосферы, экзогенных процессов. Человек сам стал мощным экзогенным фактором трансформации природных ландшафтов.

Исследования в целом комплекса экзогенных процессов Селенгинского среднегорья, да и всего Западного Забайкалья, практически не проводились. Более менее полные комплексные описания процессов экзоморфогенеза представлены лишь в фондовых отчетах бывшего ПГО «Бурят-геология», проводивших инженерно-геологические изыскания в разных районах Байкальского региона в связи со строительством различных промышленных и хозяйственных объектов. Но они довольно краткие, выполнены на локальных участках и не отражают комплекса закономерностей и геоэкологических особенностей распространения экзогенных процессов. Среди литературных публикаций более представлены работы, рассматривающие различные аспекты проявления отдельных экзогенных процессов, в особенности широко распространенных в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья эоловых и склоновых водно-эрозионных.

Нами в представленной работе предпринята попытка оценить комплекс процессов современного экзоморфогенеза межгорных котловин Селенгинского среднегорья и геоэкологические особенности его формирования. Любой участок земной поверхности подвергается воздействию экзо-

генных процессов различного происхождения, характера и интенсивности протекания. Необходимым условием достоверности изучения многообразия этих процессов, их взаимосвязей и взаимозависимостей между собой, а также с природными и антропогенными факторами их обуславливающими, является системный подход. Сущность системного подхода при изучении рельефа и процессов его формирующих, согласно Кашменской О.В. (1989), состоит в том, что равное внимание в нем уделяется всем факторам рельефообразования, интенсивность и удельный вес которых постоянно меняется в пространстве и во времени.

Л.Н. Ивановским, В.Б. Выркиным, З.А. Титовой (1983, 1986, 1998) и другими геоморфологами Института географии СО РАН системы современного экзоморфогенеза выделяются на основе ведущих процессов. Ведущий процесс в формировании любых участков поверхности определяется как основной, создающий саму форму рельефа, а сопутствующие ему ее осложняют, создавая архитектурное украшение (Ивановский, 1989). Такая концептуальная постановка позволяет, на наш взгляд, в большой степени систематизировать пространственно-временное многообразие процессов экзоморфогенеза, воздействующих на земную поверхность.

Необходимым инструментарием оценки реального соотношения и иерархии различных процессов экзоморфогенеза являются их классификации. Различными исследователями (Николаев, 1948; Ефремов, 1954; Криволицкий, 1977; Суходровский, 1979; Перов, 1981) разработаны свои классификации экзогенных рельефообразующих процессов. В.Б. Выркин (1986, 1998), анализируя эти разработки, отмечает, что каждая из них имеет свой определенный недостаток и предложил свою классификацию экзогенных процессов рельефообразования суши, которая нами взята за основу при изучении комплекса современных экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья. Под **современным** экзогенным процессом нами понимается процесс, протекающий в настоящее время, что согласуется с точкой зрения большинства исследователей процессов экзоморфогенеза.

Использование методологии системного подхода в совокупности с применением широкого набора методов, включающего наиболее достоверные инструментальные натурные измерения, использование разновременных картографических и космифотоматериалов и их обработку с помощью разных компьютерных программ, построение математических прогнозных моделей, позволило нам многосторонне исследовать геоэкологические особенности пространственно-временного развития современных

процессов экзоморфогенеза в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья (рис. 1).

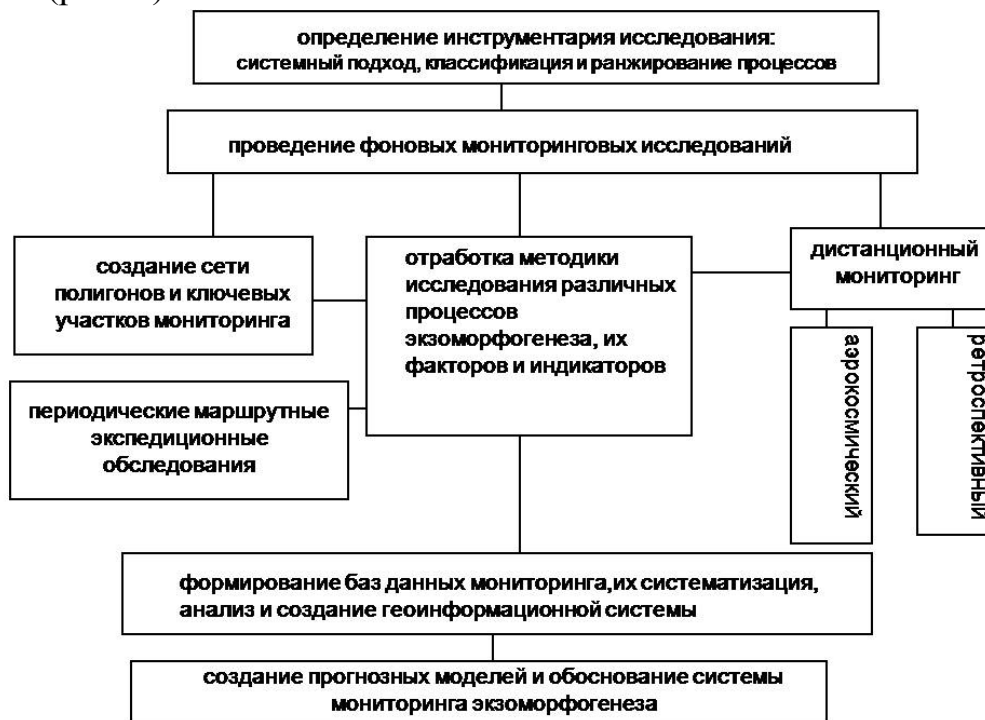


Рис. 1. Схема реализации цели диссертационного исследования.

2. Спектр современных экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья характеризуется доминированием склоновых водно-эрозионных, эоловых и флювиальных процессов. Для них свойственны наибольшее территориальное распространение, разнообразие морфоскульптуры и интенсивности проявления, во многом обусловленной масштабами и характером антропогенного воздействия.

В качестве модельной для выявления геоэкологических особенностей пространственно-временных закономерностей распространения экзогенных рельефообразующих процессов внутри межгорных котловин Селенгинского среднегорья была взята Тугнуй-Сухаринская котловина. На основании экспедиционных исследований и дешифрирования космических снимков масштабов около 1:250000 и 1:75000 выполнено электронное картографирование ведущих экзогенных рельефообразующих процессов Тугнуй-Сухаринской котловины при базовом масштабе 1:100000. Ареалы ведущих экзогенных процессов на составленной карте приурочены к геоморфологическим комплексам.

Построенная карта и сформированная на ее основе геоинформационная система (ГИС) ареалов распространения ведущих экзогенных релье-

фообразующих процессов Тугнуй-Сухаринской котловины свидетельствуют о том, что в ней доминируют склоновые водно-эрозионные процессы современного экзоморфогенеза, распространенные на 41,5 % ее территории, эоловые – 36,8 %, флювиальные – 21,1 %. Второстепенная роль принадлежит техногенным – 0,4 % и озерным процессам – 0,2 % (рис. 2).

Средний масштаб картографирования (1:100000 - 1:150000) позволил выявить особенности распространения классов ведущих экзогенных рельефообразующих процессов внутри межгорных котловин, но не дал возможности объективно подразделить их на более дробные таксономические уровни классификации: группы и процессы. Тем не менее, выполненное среднемасштабное картографирование способствовало выделению большего, чем при мелкомасштабном, количества ареалов распространения ведущих процессов экзоморфогенеза на различных формах и комплексах рельефа, который вместе с коррелятными отложениями служит основой диагностики процессов (Выркин, 1998). На территории Тугнуй-Сухаринской котловины при базовом масштабе картографирования 1:100000 выделено 210 таких ареалов, площадью от 0,02 до 455,93 км². В среднем площадь одного ареала составила 12,22 км².

Внутри межгорных котловин Селенгинского среднегорья пространственное распределение ведущих экзогенных рельефообразующих процессов имеет свои определенные особенности (Волошин, 2000). Так, преобладающие в Тугнуй-Сухаринской котловине склоновые водно-эрозионные процессы играют основную роль в современном экзоморфогенезе склонов ее южного борта и внутрикотловинного низкогорного Тугнуйского хребта. На склонах северного борта котловины в настоящее время большее значение имеют эоловые процессы, доминирующие в экзоморфогенезе также ее юго-западной части, характеризующейся наличием мощных песчаных отложений. Стержневые для межгорных котловин флювиальные процессы (Выркин, 1998) распространены приблизительно (наблюдается дисимметрия) в осевых частях Тугнуйской и Сухаринской впадин, на поймах и в руслах р. Хилок и притоков Тугнуя и Сухары.

Подобное внутрикотловинное распределение процессов экзоморфогенеза, как показали наши обследования, характерно и для других межгорных котловин правобережья бассейна р. Селенги: Чикой-Хилокской, Чикойской, Куйтунской, Нижнеудинской и др., вытянутых в приблизительно субширотном направлении (Волошин, 1999, 2000, 2004). У субмеридионально расположенных в левобережной части бассейна р. Селенги Гусиноозерской, Боргойской межгорных котловин склоновые водно-эрозионные процессы распространены также больше на наветренных

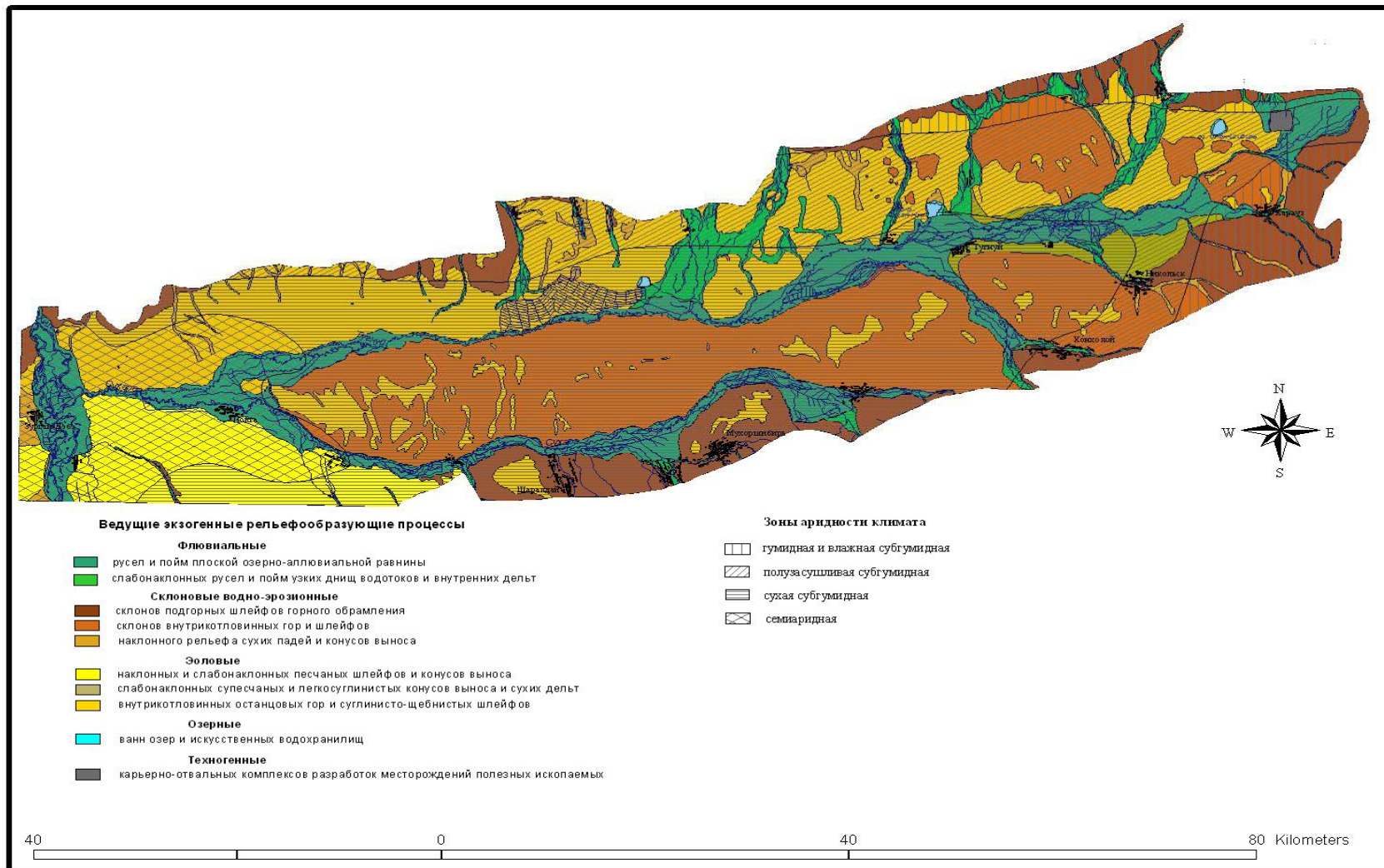


Рис. 2. Карта ведущих экзогенных рельефообразующих процессов, форм рельефа и зон аридности климата Тугнуй-Сухаринской межгорной котловины.

склонах западной и северо-западной экспозиции. На противоположных подветренных склонах предгорных равнин в них существенное значение в современном экзоморфогенезе имеют эоловые процессы. В срединных частях этих котловин заметную роль, помимо флювиальных, играют озерные процессы. Таким образом, внутри котловин Селенгинского среднегорья наблюдается определенная закономерная дифференциация распределения ведущих экзогенных процессов (Волошин, 2000), обусловленных особенностями географического положения и рельефа котловин.

Для выявления особенностей распространения процессов экзоморфогенеза в различных климатических зонах границы зон аридности климата, выделенные нами в соответствии с рекомендациями Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (Париж, 1994), были нанесены на карту ведущих экзогенных рельефообразующих процессов Тугнуй-Сухаринской котловины. Сравнительный анализ распространения процессов экзоморфогенеза в различных климатических условиях убедительно показывает, что в семиаридной климатической зоне котловины доминируют эоловые экзогенные рельефообразующие процессы, а в субгумидных и гумидных частях – склоновые водно-эрозионные (см. рис. 2).

Флювиальные речные процессы являются самыми мощными агентами переноса вещества из котловин, которые особенно сильно проявляются время наводнений и паводков, когда нормальная меженная русловая работа рек сменяется ее активизацией. В результате усиливается абразия береговых и террасовых уступов, затапливаются и иногда частично смываются растительность и верхние почвенные горизонты пойм и низких террас и др. Самые сильные за период наблюдений наводнения в бассейне р. Селенги и ее притоков происходили после выпадения обильных дождевых осадков летом 1869, 1904, 1932, 1936, 1971, 1973, 1993, 1998 гг. В последние годы флювиальная деятельность рек в котловинах региона наиболее сильно проявилась в августе 1998 г., когда затоплению подверглись поймы Селенги и всех ее притоков. В Тугнуй-Сухаринской котловине в результате резкого подъема уровня воды в реках Хилок и Сухара было затоплено около 700 га зерновых посевов и 500 га сенокосных угодий совхоза «Цолгинский», подтоплено 25 домов в с. Цолга.

Эоловые процессы наряду с флювиальными являются наиболее активными агентами перемещения вещества внутри межгорных котловин Селенгинского среднегорья и из них. Особенно ярко их морфодинамическое значение проявляется на территориях с песчаными отложениями. На ключевых участках в Сухаринской впадине и на высокой песчаной террасе урочища Кривой Яр в пределах г. Улан-Удэ в Нижнеудинской котловине

нами с помощью установленных реперов определены показатели денудации и аккумуляции развития активных песчаных эоловых форм. Характерен весенний максимум эоловой денудации. На выдуваемых оголенных песках Кривого Яра максимальная величина эоловой донной денудации за весенний (март - июнь) период 1997 г. составила 12 см, летний (июль – сентябрь) 1997 г. – 3 см, весенний 1998 г. – 15 см, летний 1998 г. – 2 см (Волошин, 1999), за период с марта по июнь 2000 г. - 5-7 см, июль - сентябрь 2000 г. - 2 см, июль - ноябрь 2001 г. – 3 см. На поверхности кривоярской террасы происходит перевевание оголенных песков, перемещаемых ветром от бровки террасы вглубь ее. Из-за чего в период наблюдений с марта по июнь 2001 г. выдувания песков на реперных точках отмечено не было. На них, напротив, была зафиксирована аккумуляция эолового песчаного материала мощностью 12-16 см.

Проведенные измерения на заложенном нами штыревом профиле на песчаной гряде вблизи устья р. Жирим (юго-восточная периферия Нижнеоронгойской котловины) свидетельствуют о максимуме выдувания песка с отдельных точек наветренных склонов гряды в мае-июне слоем мощностью 2,5-3 см, его аккумуляции на гребнях и подветренных склонах за этот период мощностью до 2 см и о распределении (склоновыми гравитационными и теми же эоловыми процессами) эолового песка по всей поверхности гряды в течении всего летнего сезона (рис. 3).

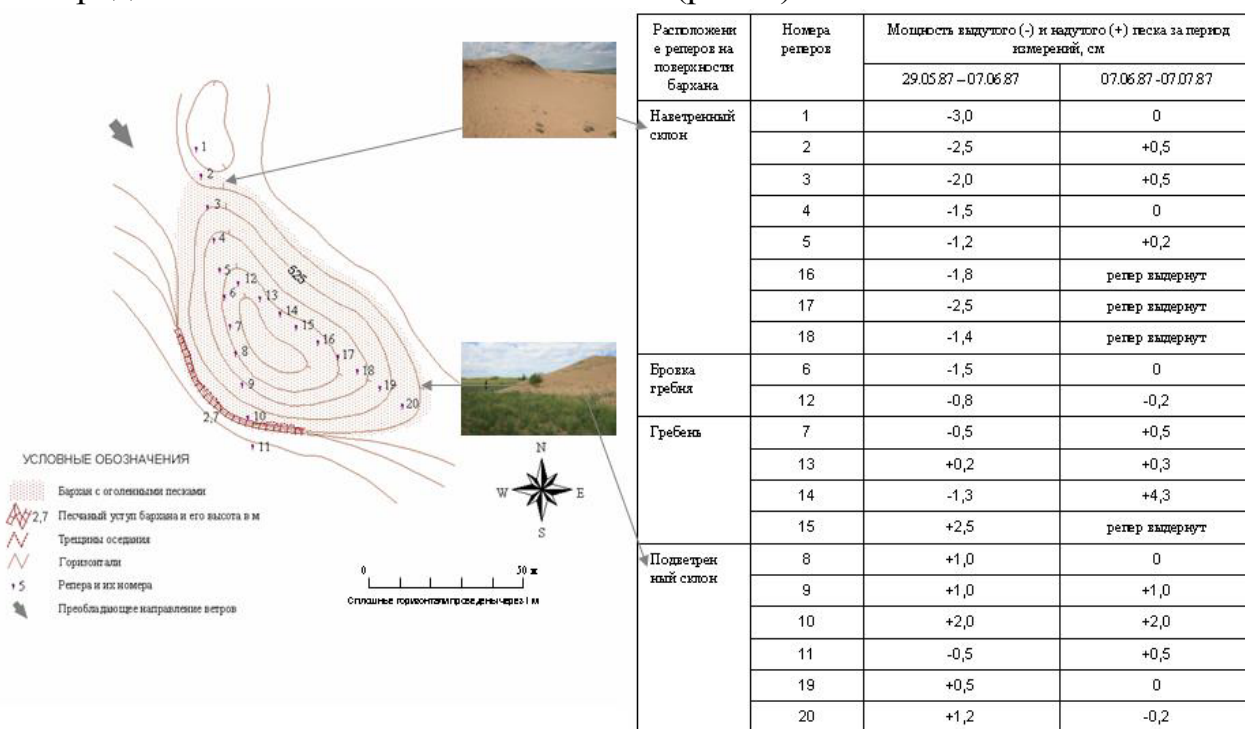


Рис. 3. Динамика эолового перемещения песка на поверхности песчаной гряды вблизи устья р. Жирим по данным полевых измерений.

Склоновые водно-эрозионные процессы в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья проявляются в виде плоскостного смыва, образования и роста мелких и крупных форм линейного размыва. С помощью установленных на отдельных формах размыва реперов нами определены количественные показатели их линейного прироста. Максимальные скорости роста зафиксированы на овражных формах, развивающихся под воздействием стока с пахотных угодий. Так, в мощных песчаных отложениях террасовидной поверхности на юго-западе Чикойской межгорной котловины в результате практически полной беспрепятственности стока с пашни, в значительной степени обусловленной неправильным расположением противоэрозионных валов и напашных борозд и неглубокой отвальной обработкой пашни, не позволяющей удерживать в достаточной степени сток на полях, вершинный прирост одного из отвершков распространенных здесь овражных систем за неполные 7 лет (с сентября 1990 г. по июнь 1997 г.) достиг 142 м. Из-за активного развития овражной эрозии край пашни здесь по сравнению с 1990 г. отступил на отдельных участках вверх по склону на 30-35 м (рис. 4).



Рис. 4. Изменение характера экзоморфогенеза в зависимости от антропогенной нагрузки в верхней части овражной системы на террасовидной поверхности юго-западной части Чикойской межгорной котловины ($50^{\circ} 19' \text{ с. ш.}, 108^{\circ} 47' \text{ в. д.}$).

Проведенный нами историко-картографический анализ развития овражной эрозии в бассейне р. Куйтунка, правого притока р. Селенги, выполненный по топографическим картам и планам землеустройства 1911, 1934, 1973 гг. свидетельствует о том, что за 62 года произошел существен-

ный рост овражной сети на 8 выбранных в качестве репрезентативных водосборах притоков Куйтунки: от 0 % на участках с отсутствием сельскохозяйственных угодий до 306 % (с 5,44 до 22,1 км в пади Елань Северная) на распаханых водосборах (Васильев, Тулохонов, Волошин, 1988). Причем, если в период с 1911 по 1934 гг. более интенсивно происходил рост донных овражных образований, то с 1934 по 1973 гг. значительно большими темпами развивались их склоновые отвершки во многом за счет стока с распаханых земель водосборов падей и донных оврагов.

К числу наиболее динамичных процессов экзоморфогенеза в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья следует отнести и техногенные. Проведенное нами на основе дешифрирования космических снимков и экспедиционных наблюдений картографирование техногенного и техногенно-природного рельефа (Волошин, 1989) свидетельствует о том, что в межгорных котловинах Байкальского региона наибольшие площади занимают формы, связанные с сельскохозяйственной, селитебной и транспортной деятельностью человека. Меньшие территории в котловинах занимают участки лесохозяйственной, горнодобывающей, бытовой, рекреационной деятельности.

Другие экзогенные процессы, по данным наших наблюдений и фондовых материалов инженерно-геологических изысканий, в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья характеризуются местным и реже ближним перемещением вещества. Так, озерные процессы, представляющие собой малоактивные агенты перемещения вещества, развиваются только в пределах ванн озер и искусственных водохранилищ и заметно проявляются лишь в крупных из них. Склоновые гравитационные процессы в котловинах региона значительно менее активны, чем на окружающих их горных хребтах, и проявляются на оголенных склонах преимущественно в форме десерпции, реже осыпания и обваливания. Связанные с распространением островной мерзлоты, локально проявляющиеся криогенные и криогенно-склоновые процессы в котловинах характеризуются малой интенсивностью развития: до нескольких сантиметров в год.

3. Снижение антропогенного воздействия в новейшее время на экосистемы котловин способствует восстановлению естественных ландшафтов, что приводит к уменьшению аридизации и интенсивности процессов экзоморфогенеза.

Экспедиционные обследования на модельных полигонах и ключевых участках в котловинах бассейна р. Селенги показали, что из-за сокращения сельскохозяйственного воздействия на ландшафты в связи с выводом из землепользования многих малопродуктивных земель, в целом наблюдается

тенденция к уменьшению развития процессов экзоморфогенеза, особенно в пределах сухой субгумидной климатической зоны. Где на залежных распахиваемых еще 10 – 20 лет назад землях происходит активное лесовосстановление природных ареалов сосны (*Pinus silvestris*), существовавших здесь до распашки и вырубki лесов. Этот процесс, происходящий в лесостепном поясе, способствует снижению аридизации геосистем котловин и соответственно уменьшению размеров сухой субгумидной климатической зоны, большей своей частью приуроченной к степным ландшафтам. Однако этот процесс более ярко выражен на склонах северной экспозиции, чем на противоположных, где он ограничен большей сухостью почвенно-растительного покрова.

Наиболее интенсивно наступление сосны в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья происходит на распахиваемые 17-18 лет назад участки на склонах северных экспозиций, расположенные в пределах слабозасушливой субгумидной климатической зоны в бассейне р. Чикой (см. рис. 4). Так, на распахиваемой 18 лет назад и подверженной водно-эрозионным процессам со следами плоскостного смыва и струйчатого размыва пологонаклонной поверхности террасовидной формы в Чикойской котловине (угодья колхоза «Россия» Красночикойского района Забайкальского края) в урочище Песчанка зафиксирована максимальная плотность восстановления сосны, составившая 7 стволов на 1 м³. Вместе с тем, на незатронутых ранее распашкой лесостепных участках, особенно находящихся на подветренных склонах юго-восточной экспозиции, появление соснового подроста единично: 1 ствол на 100 м² и менее.

На многих участках сухой субгумидной климатической зоны зарастают активные еще 5 - 7 лет назад эрозионные и эоловые формы рельефа. Так, например, в настоящее время происходит довольно интенсивное зарастание травянистыми растениями наблюдаемой нами котловины выдувания в Тугнуй-Сухаринской межгорной впадине в 3 км западнее с. Гашей (рис. 5). А ведь за летний период 1996 года (с июля по сентябрь) величина денудации на некоторых наиболее интенсивно развеваемых частях дна этой котловины выдувания составляла 3 - 4 см, за март - май 1997 года достигала 25 см (Волошин, 1997), за время наблюдений с июня 1999 г. по июль 2001 г. - 13 см. Закреплению песков днища травянистой растительностью в немалой степени препятствовал и периодический прогон скота (большей частью овец) по ее днищу и склонам. После ликвидации в начале XXI в. овцеводческих ферм в 5-километровом радиусе от этого участка при существующей общей тенденции к зарастанию песков в Забайкалье

происходит все большее с каждым годом увеличение проективного покрытия травянистой растительностью днища котловины выдувания.



июль 1997 г.



июль 2008 г.

Рис. 5. Заращение котловины выдувания в Тугнуй-Сухаринской межгорной впадине в 3 км западнее с. Гашей ($51^{\circ} 02' 45''$ с. ш. и $107^{\circ} 19' 02''$ в. д.).

Вместе с тем, в связи с планами дальнейшего экономического развития региона необходимо учесть ошибки второй половины XX в., когда активное развитие процессов экзоморфогенеза, особенно почвенно-эрозионных, привело к значительным экономическим и экологическим ущербам. В этой связи, одной из необходимых составляющих комплекса мер по предупреждению и борьбе с негативными экзогенными процессами является осуществление их регулярного мониторинга. Нами предложена следующая схема его организации в пределах Тугнуй-Сухаринской межгорной котловины (табл. 1). Предложенные принципы могут быть использованы при организации мониторинга экзогенных процессов в других межгорных котловинах Селенгинского среднегорья.

При осуществлении мониторинга процессов экзоморфогенеза на большие территории, такие как например, Селенгинское среднегорье в целом, эффективны дистанционные материалы: разновременные аэро- и космоснимки, различные тематические карты. Вместе с тем, учитывая нынешнее экономическое положение в сельскохозяйственной отрасли региона и стоимость дистанционных материалов, в пределах отдельных хозяйств и районов (межгорных котловин) их использование для оперативного мониторинга выглядит нереально. В какой-то степени этот пробел можно устранить использованием информации с космических снимков с интернет-сайта компании Google, однако представленные на нем фотоизображения сельских районов характеризуются низкой степенью разрешения и могут быть использованы в основном только для обзорных целей.

Таблица 1

Схема организации мониторинга экзогенных процессов
в Тугнуй-Сухаринской межгорной котловине

Типы экзогенных процессов	Наиболее необходимое время осуществления мониторинга процессов	Организации, осуществляющие и контролирующие выполнение мониторинга процессов	Территории, для которых особенно необходим мониторинг процессов
Флювиальные	перед ледоходом (март-апрель); летом перед ожидаемыми паводками	гидрометеорологические станции, сельскохозяйственные	угодья СПК «Цолгинский» и «Дружба»
Склоновые водно-эрозионные	перед распашкой земель (апрель); летом после обильных ливневых осадков	сельскохозяйственные, подразделения Госкомзема	угодья колхозов «Искра», им. Ленина, СПК «Заганский», «Забайкалец», «Цолгинский», ОКХ «Барское»
Эоловые	после окончательного схода снежного покрова (апрель)	сельскохозяйственные, подразделения Госкомзема	угодья СПК «Цолгинский», «Дружба», «Забайкалец»
Техногенные	при разработке месторождений и строительстве; после окончательного схода снежного покрова (апрель)	органы Госгортехнадзора, администрация разреза, строительно-изыскательские	Тугнуйский угольный разрез, строящиеся и эксплуатируемые объекты
Озерные	перед периодами наибольшей водности озер и водохранилищ (апрель)	гидромелиоративные, сельскохозяйственные, администрация п. Саган-Нур	озера, водохранилища, пруды
Криогенные и криогенно-склоновые	при строительных изысканиях	строительно-изыскательские	участки распространения пластично-мерзлых грунтов

Высокая эффективность геомониторинга, подразумевающего наблюдение, контроль и управление за негативным проявлением экзогенных процессов достигается выполнением землевладельцами и землепользователями в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации и Законом Республики Бурятия «О земле» (п. 3 статьи 38, 2000), защитных

(противоэрозионных, противодефляционных, противопаводковых и др.) мероприятий, сокращающих до минимума выявленные в процессе геомониторинга опасные тенденции и закономерности развития неблагоприятных экзогенных процессов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Научно обоснованный анализ геоэкологических особенностей пространственно-временного проявления современных экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин Селенгинского среднегорья требует системного подхода к их изучению с применением комплекса методов: натуральных инструментальных измерений, геоинформационных технологий, использования разновременных картографических и космофото-материалов, литературных фондовых и архивных данных и др.

2. Межгорные котловины Селенгинского среднегорья, относящиеся к котловинам забайкальского типа, характеризуются доминированием склоновых водно-эрозионных, эоловых и флювиальных ведущих экзогенных рельефообразующих процессов, которые отличаются наибольшими территориальным распространением, разнообразием морфоскульптуры и интенсивностью проявления.

3. Сравнительный анализ распространения процессов экзоморфогенеза в различных климатических условиях межгорных котловин убедительно показывает, что в пределах семиаридной климатической зоны котловин, занимающей в основном их срединные части, доминируют эоловые экзогенные рельефообразующие процессы, а в субгумидных и гумидных частях – склоновые водно-эрозионные.

4. Многолетние ряды наблюдений позволили выявить два основных геоэкологических периода проявления экзогенных процессов в регионе при разных эпохах современной политики землепользования: их активизации при экстенсивном землепользовании 30-80-х годов XX-го века и снижения их интенсивности в конце XX-го – начале XXI-го столетий при сокращении площадей используемых сельскохозяйственных угодий.

5. Развитие современных экзогенных процессов в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья во многом обусловлено нерациональным природопользованием. Наибольшая динамика доминирующих в котловинах склоновых водно-эрозионных и эоловых процессов зафиксирована по результатам многолетних наблюдений на участках интенсивного землепользования с отсутствием почвозащитных и противоэрозионных технологий и мероприятий.

6. Снижение антропогенного воздействия в новейшее время на экосистемы котловин способствует восстановлению естественных ландшафтов, что приводит к уменьшению аридизации и интенсивности процессов экзоморфогенеза.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации основных результатов диссертационных исследований

1. Васильев Н.М., Тулохонов А.К., Волошин А.Л. Динамика оврагообразования в Селенгинском среднегорье (по историко-картографическим материалам) // Геоморфология. – 1988. – № 4. – С. 44-49.

2. Ханташкеева Т.В., Волошин А.Л., Белолипский И.Ю., Аюшеев Н.Д. Социокультурные факторы рекреационного использования территории Республики Бурятия // География и природ. ресурсы. – 1997. - № 2. – С. 177-179.

3. Волошин А.Л. Развитие современного рельефообразования на сельскохозяйственных землях в бассейнах рр. Тугнуй и Сухара // Вестник Бурятского университета. Серия 3: география, геология. Вып. 2. –1998. - С. 80-83.

4. Волошин А.Л. О мониторинге современных экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин забайкальского типа // География и природ. ресурсы. – 2000. - № 1. – С. 68-70.

5. Волошин А.Л. Прогнозная оценка развития овражной эрозии в бассейне рек Тугнуй-Сухара // Вестник Бурятского государственного университета. Серия 3: география, геология. Вып. 4. – 2004. - С. 61-68.

6. Волошин А.Л. Идентификация и картографирование ведущих экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин забайкальского типа с использованием космических снимков // Вестник Бурятского государственного университета. Вып. 4. Биология, география. – 2011. – С. 3-6.

Публикации в других изданиях

7. Гынинова А.Б., Корсунов А.В., Волошин А.Л., Дугаров В.И. Чувствительность почв низовий р. Верхняя Ангара (Северное Прибайкалье) // Вестник КазНУ. Серия географическая. – Алматы, 2002. - № 1 (14). – С. 17-27 (издание из списка ВАК Министерства образования и науки Казахстана).

8. Волошин А.Л. Рельеф как важнейший фактор проявления эрозии почв // Молодые ученые – сельскому хозяйству Сибири и Дальнего Востока: Тез. докл. конф. - Улан-Удэ, 1985. – С. 37-38.

9. Волошин А.Л. Влияние рельефа на развитие линейной эрозии в Забайкалье (на примере Красночико́йского района) // Вклад молодых биологов в решение вопросов Продовольственной программы и охраны окружающей среды: Тез. докл. конф. – Улан-Удэ, 1987. – С. 30-31.
10. Волошин А.Л. О формировании картографического банка данных техногенного и техногенно-природного рельефа в сельскохозяйственных районах // Эколого-географическое картографирование и оптимизация природопользования в Сибири. – Иркутск, 1989. – Вып. 3. – С. 136-138.
11. Волошин А.Л. Оценка рельефа с помощью морфометрических карт как фактора оврагообразования в бассейне р. Чикой // Проблемы моделирования в геоморфологии. Подходы и методы. – Новосибирск, 1990. – С. 107-108.
12. Волошин А.Л. Современные рельефообразующие процессы на сельскохозяйственных землях Западного Забайкалья // Современные методы географических исследований. – Иркутск, 1997. – С. 68.
13. Волошин А.Л. Современное экзогенное рельефообразование в бассейнах рек Тугнуй и Сухара // Проблемы географии Байкальского региона. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1997. – С. 127-129.
14. Волошин А.Л. Земельные ресурсы // Охрана озера Байкал и обеспечение рационального природопользования в Байкальском регионе: Ежегодный доклад правительственной комиссии по Байкалу в 1998 году. – М.: Гос. центр экологических программ, 1999. – С. 67-68.
15. Волошин А.Л. Об эрозии почв и развитии традиционного природопользования на сельскохозяйственных землях Байкальского региона // Устойчивое развитие: проблемы охраняемых территорий и традиционное природопользование в Байкальском регионе. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1999. – С. 35-36.
16. Субрегиональная программа действий по борьбе с опустыниванием для Республики Бурятия, Агинского Бурятского автономного округа и Читинской области. – Улан-Удэ, 2000. – 168 с. – автор 10 разделов.
17. Волошин А.Л., Борисова Т.А., Намжилова Л.Г. Земельные ресурсы // Охрана озера Байкал и обеспечение рационального природопользования на Байкальской природной территории. Ежегодный доклад Правительственной комиссии по Байкалу за 1999 г. - М.: Гос. центр экологических программ, 2000. – С. 57-60.
18. Абидуева Т.И., Волошин А.Л., Мальчикова И.Ю., Гармаев А.М., Лубсанов А.А. Процессы опустынивания Забайкалья // Теория и практика рационального природопользования (к 10-летию Байкальского института природопользования СО РАН). – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. – С. 67-74.
19. Волошин А.Л. Зоны аридности климата Забайкалья. Карта // Об основных результатах научной деятельности Сибирского отделения РАН в 2000 году. Сообщение председателя Отделения академика Добрецова Н.Л. – слайд 37. – <http://www.sbras.nsc.ru/doclad/dobr/slide37.jpg>.
20. Волошин А.Л. География опустынивания Забайкалья // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования: матер. науч. конф. – Чита, 2001. – С. 197-199.

21. Гармаева Т.Н., Волошин А.Л. Об использовании опыта традиционного природопользования на подверженных опустыниванию землях Байкальского региона // Материалы IV Конгресса этнографов и антропологов России (Нальчик, 20-23 сентября 2001 г.) – М., 2001. – С. 199.
22. Волошин А.Л., Дамбиев Э.Ц. Геоэкологические аспекты опустынивания степных геосистем Забайкалья // Материалы научно-практ. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов БГУ. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2001. – Ч. I. - С. 39-41.
23. Экологическое зонирование Байкальской природной территории. Проект. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 36 с. – соисполнитель.
24. Тулохонов А.К., Бешенцев А.Н., Батоева А.А., Абидуева Т.И., Волошин А.Л., Гармаев А.М., Лубсанов А.А., Жалсанова Д.Б., Маниева В.И. Создание геоинформационной системы экологического аудита дельты реки Селенга // Селенга – река без границ: матер. междунар. науч.-практ. конф.– Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2002. – С. 55-57.
25. Волошин А.Л., Борисова Т.А., Намжилова Л.Г. Земельные ресурсы // Доклад МПР России о состоянии озера Байкал и мерах, предпринимаемых по его охране в 2001 году. – М.: Гос. центр экологических программ, 2002. – С. 62-66.
26. Волошин А.Л., Намжилова Л.Г. Земельные ресурсы // Доклад МПР России о состоянии озера Байкал и мерах, предпринимаемых по его охране в 2002 году. – М.: Гос. центр экологических программ, 2003. – С. 48-51.
27. Волошин А.Л. Особенности распространения процессов экзогенного рельефообразования на водосборах притоков р. Селенги // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: тезисы Международной конференции. Улан-Удэ – Улан-Батор, 2004. – Т. 1. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. - С. 91-92.
28. Дамбиев Э.Ц., Волошин А.Л. Экологический каркас степных территорий бассейна р. Селенги // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: тезисы Международной конференции. Улан-Удэ – Улан-Батор, 2004. – Т. 2. —С. 170-171.
29. Волошин А.Л. Исследования процессов опустынивания Байкальского региона // Природопользование в бассейне р. Селенга: Сборник совместного российско-монгольского научно-методического семинара. 23-25 июня 2005 г. - Улаанбаатар, Монголия, 2005. – С. 38-41.
30. Волошин А.Л. Пространственная динамика количества взвешенных веществ в р. Чикой // Основные факторы и закономерности формирования дельт и их роль в функционировании водно-болотных экосистем в различных ландшафтных зонах: Материалы международной конференции. 26-30 сентября 2005 г. – Улан-Удэ, 2005 г. – С. 39-42.
31. Андреев С.Г., Волошин А.Л. Аспекты комплексного мониторинга аридных экосистем трансграничных территорий Забайкалья // Трансграничные аспекты использования природно-ресурсного потенциала бассейна реки Селенги в новой

социально-экономической и геополитической ситуации: Матер. Междунар. науч. конференции. 26–28 июня 2006 г. - Улан-Удэ: ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2006. – С. 36–39.

32. Волошин А.Л., Тулохонов А.К., Андреев С.Г., Бешенцев А.Н., Рупышев Ю.А. Современные исследования засушливых геосистем Забайкалья // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. - С. 301–312.

33. Волошин А.Л., Тулохонов А.К., Андреев С.Г., Бешенцев А.Н., Рупышев Ю.А. Современные исследования процессов опустынивания в Забайкалье // Опустынивание земель и борьба с ним. Материалы Междунар. научной конференции по борьбе с опустыниванием (г. Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. - С. 67-73.

34. Волошин А.Л. Тренды современных процессов опустынивания земель трансграничного бассейна р. Селенга // Трансграничные территории азиатской части России и сопредельных государств: геоэкологические и геополитические проблемы и предпосылки устойчивого развития: материалы Междунар. науч. конференции. Улан-Удэ, 18-20 июня 2009 г. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. – С. 89-91.

35. Добрецов Н.Л., Тулохонов А.К., Даш Д., Мандах Н., Волошин А.Л. Исследования современных процессов опустынивания трансграничного бассейна р. Селенга // Байкальская Азия: экономика, экология, устойчивое развитие: кол. монография. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. - С. 73 – 77.

36. Волошин А.Л., Андреев С.Г., Пронин В.Н. Климатические особенности // Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. - С. 242 – 250.

37. Волошин А.Л. Поверхностные воды // Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. – С. 250 – 256.

38. Волошин А.Л. Использование космофотоизображений для идентификации и картографирования ведущих экзогенных рельефообразующих процессов межгорных котловин Забайкальского типа // Материалы Междунар. конф. с элементами научной школы для молодежи «Геоинформационное обеспечение аэрокосмического мониторинга опасных природных процессов» [электронный ресурс]. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. - www.conf.istu.edu/gis.

39. Волошин А.Л. Оценка удельной обеспеченности поверхностными водами бассейна дельтообразующей р. Селенга // Дельты Евразии: происхождение, эволюция, экология и хозяйственное освоение: матер. междунар. науч. конф.(г. Улан-Удэ, 16–20 августа 2010 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – С. 223-231.

40. Волошин А.Л. Особенности развития современных процессов опустынивания земель трансграничного бассейна р. Селенга // Экологические последствия биосферных процессов в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии: Труды Международной конференции. Том 2. Улан-Батор (Монголия), 6-8 сентября 2010 г. - Улан-Батор: Издательство Бэмби сан, 2010. – С. 80-83.