

На правах рукописи

Рыжов Юрий Викторович

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОВРАГОВ  
НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук

Томск – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, в лаборатории геоморфологии.

**Официальные оппоненты:**

**Голосов Валентин Николаевич**, доктор географических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, ведущий научный сотрудник

**Ермолаев Олег Петрович**, доктор географических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», кафедра ландшафтной экологии, заведующий кафедрой

**Евсеева Нина Степановна**, доктор географических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра географии, заведующая кафедрой

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Защита состоится 19 декабря 2013 г. в 14.30 на заседании диссертационного совета Д 212.267.15, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (Главный корпус, ауд. 119).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан «        » октября 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Квасникова Зоя Николаевна

**Актуальность темы.** Оценка соотношений интенсивности денудации в склоновом, овражно-балочном и речном звеньях единой эрозионно-русловой системы (ЭРС) – фундаментальная задача флювиальной геоморфологии (Литвин, 2008). Территориально эрозионно-русловые системы функционирует в пределах водосборных бассейнов разных рангов от элементарного водосбора на склоне до бассейна крупной реки (Чалов, 2008). «При этом, в каждом из звеньев (и системы в целом) соблюдается закон единства эрозионно-аккумулятивных процессов, т.е. в них происходит эрозия (мобилизация), транспорт минеральных веществ и их переотложение (аккумуляция)» (Литвин, 2008. С. 18).

Овражно-балочное звено занимает центральное место в эрозионно-русловой системе (ЭРС), тесно взаимодействует со склоновым и русловыми ее звеньями и характеризуется собственным балансом наносов. Овраги – одни из наиболее активных форм рельефа, осуществляющие размыв, транзит и аккумуляцию отложений с их водосборной площади. Они генерируют 10-95% наносов, увеличивают поступление продуктов смыва в русла временных и постоянных водотоков (Poesen et al., 2003). Например, из бассейнов балок (1-90 км<sup>2</sup>) с донными оврагами лесостепных и степных регионов Русской равнины выносятся 80% продуктов смыва и размыва, где донные овраги отсутствуют – всего лишь 25% (Голосов, 2006). Важными задачами флювиальной геоморфологии являются изучение взаимодействия овражной эрозии с другими ведущими экзогенными процессами, оценка их роли в образовании, развитии и заполнении эрозионных форм (Starkel, 2011). Согласно Ж. Пусену (Poesen, 2011) большинство публикаций по проблемам линейной эрозии посвящено факторам, контролирующим зарождение и расширение оврагов, и только в нескольких исследованиях анализируются условия заполнения оврагов.

Основные негативные последствия линейной эрозии и оврагов – отчуждение пригодных для обработки, строительства, прокладки сооружений земель, иссушение территории, образование оползней, разрушение коммуникаций и сооружений, усложнение рельефа местности, заиливание водных источников и пойменных земель. На территории России сосредоточено примерно 15 млн. оврагов. Ими поражено 7 млн. га сельскохозяйственных земель, а прирост протяженности овражной сети превышает 20 тыс. км/год (Экологический..., 1999). Выявление общих закономерностей и региональных особенностей развития оврагов – очень сложная и важная задача (Косов, Константинова, 1972). Детальное изучение овражной эрозии до недавнего времени проводилось преимущественно на освоенных равнинных территориях. Сведения о распространении, морфологии, динамике, особенностях развития оврагов в условиях расчлененного рельефа, высотной поясности, контрастности природных условий и ландшафтов континентальных районов юга Сибири все еще остаются краткими и отрывочными.

#### **Степень разработанности темы диссертации.**

Изучению современных эрозионных форм рельефа временных водотоков, процессов их формирования и развития посвящены работы Д.Л. Арманда, И.П. Герасимова, Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова, А.П. Дедкова, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова, В.И. Мозжерина, Г.П. Бутакова, Г.И. Швевса, Б.Ф. Косова, Б.П. Любимова, Е.Ф. Зориной, С.С. Соболева, В.Н. Голосова, В.П. Бондарева, М.Н. Заславского, А.С. Кесь, Г.А. Ларионова, В.П. Лидова, Л.Ф. Литвина, Ц.Е. Мирцхулавы, Н.Н. Назарова, А.Ф. Путилина, Н.В. Осинцевой, С.Н. Ковалева, А.Г. Рожкова, И.И. Рысина, Р.И. Салюковой, Л.Е. Сетунской и др. ученых. Рассмотрены преимущественно современные эрозионные процессы, морфология, динамика оврагов, прогноз их развития. Информация об эрозионно-аккумулятивных процессах, их ритмичности, стадийности в голоцене содержится в работах В.В. Докучаева, И.П. Герасимова, Д.А. Тимофеева, С.И. Болысова, А.И. Скоморохова, С.А. Сычевой. Проблемой долгие годы оставалась привязка их к абсолютной шкале времени. Использование различных методов абсолютного датирования отложений и почв позволило выявить хронологическую последовательность этапов и стадий развития эрозионных форм рельефа (Панин, 2008; Bork, 1989; Vanwallenghem et al. 2005; Panin, Fuzeina, Belyaev, 2009; и др.).

Теоретические вопросы взаимодействия ведущих экзогенных процессов, их структуры, динамики в различных пространственно-временных масштабах, освещены в работах Ю.Г. Симонова (1972); Н.А. Флоренсова (1979); А.П. Дедкова (1983); Л.Н. Ивановского (1988, 1993, 2001); В.Б. Выркина (1998, 2007); Д.А. Тимофеева (1993; 2004), Л. Старкеля (Starkel, 2011) и др.

На примере юга Восточной Сибири впервые обобщены сведения о современном распространении оврагов, морфологии, динамике, генезисе и процессах их формирования в голоцене, что дает возможность выявить закономерности и региональные особенности развития эрозионно-аккумулятивных процессов, оценить роль ведущих экзогенных процессов в образовании, развитии и заполнении эрозионных форм.

Основной **целью** работы является выявление пространственно-временных закономерностей и региональных особенностей развития оврагов на юге Восточной Сибири в голоцене.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) количественная оценка масштабов современной линейной эрозии южных районов Восточной Сибири и отдельных регионов, районов, водосборных бассейнов;
- 2) морфологическая классификация и характеристика оврагов и овражных систем;
- 3) изучение пространственных закономерностей и региональных особенностей распределения и морфологии форм размыва;
- 4) районирование юга Восточной Сибири по густоте и плотности оврагов;
- 5) выявление хронологии этапов развития эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах рельефа в голоцене;
- 6) исследование современной пространственно-временной динамики и направленности развития форм размыва;
- 7) изучение роли экзогенных процессов в образовании, развитии и эволюции оврагов.

**Объектом исследования** являются южные районы Восточной Сибири, расположенные между 49 и 57-58<sup>0</sup> с. ш. и 88-122<sup>0</sup> в. д. в границах республик Хакасия, Тыва, Бурятия, Красноярского и Забайкальского краев, Иркутской области (рис. 1). Территория исследования площадью 2 177 000 км<sup>2</sup> протянулась на 2200 км с запада на восток и на 1200 км с севера на юг, расположена в центре Евразии и характеризуется разнообразными типами геосистем. Важная особенность ландшафтов юга Восточной Сибири – высокая контрастность, обусловленная резко континентальным климатом, значительной (100-600 м для равнин и плато и более 1 км для горных районов) глубиной и густотой эрозионного расчленения. Резкая смена природных условий обуславливает большую вариативность и многообразие проявления экзогенных процессов, в том числе и овражной эрозии. В южной части Восточной Сибири выявлены крупные ареалы смыва и размыва почв (Миронова, 1971; Косов, Константинова, 1972, 1974; Баженова и др., 1997; Литвин, 2002; Рыжов, 2009).

**Предметом** исследования являются пространственно временные закономерности и региональные особенности развития оврагов и эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочном звене эрозионно-руслевой системы на юге Восточной Сибири в голоцене.

**Исходный материал, и методы исследований.** Основу работы составляют результаты исследования оврагов, линейной эрозии и эрозионно-аккумулятивных процессов в течение 1983-2012 гг. Они включали:

- 1) материалы полевых маршрутных исследований эрозионных процессов и форм рельефа;
- 2) результаты дешифрирования разновременных крупномасштабных аэрофотоснимков и космических снимков высокого разрешения;
- 3) данные измерений морфометрических параметров оврагов и их водосборов с топографических карт масштаба 1:25000-1:100000.

4) результаты полустационарных инструментальных исследований развития оврагов и овражных систем в Прибайкалье и Западном Забайкалье (1985-2011 гг.)

5) данные комплексных исследований отложений балок, оврагов, конусов выноса и их радиоизотопного датирования в Юго-Западном Прибайкалье, Южном Приангарье, Верхоленье, Западном Забайкалье.

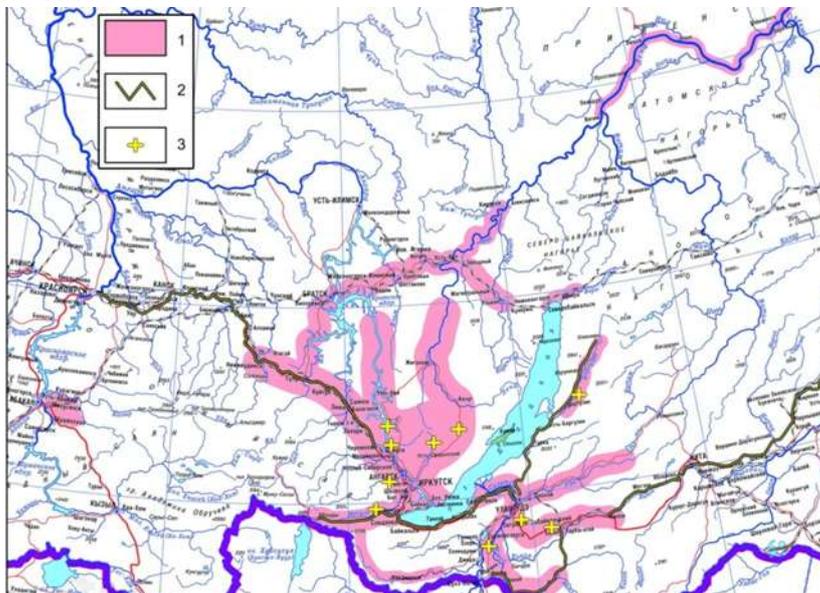


Рис. 1. Схема района исследования (юг Восточной Сибири). 1 – районы площадного исследования эрозионно-аккумулятивных процессов; 2 – районы маршрутных наблюдений эрозионных форм рельефа и процессов. 3 – участки стационарных наблюдений за развитием оврагов, изучения разрезов отложений эрозионных форм рельефа и конусов выноса.

Изучение проводилось в рамках плановых тем исследований Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; по проекту РФФИ под руководством автора: 05-713 05-712 «Цикличность эрозионно-аккумулятивных процессов и трансформация структуры эрозионной сети в Байкальском регионе»; по проектам Президиума РАН «Структурные и динамические изменения экосистем Южной Сибири и комплексная индикация процессов опустынивания, прогнозные модели и системы мониторинга», «Изменение условий увлажнения и естественное опустынивание в позднем кайнозое Северной и Центральной Азии».

Изучение оврагов, процессов их формирования и развития включало маршрутные и полустационарные полевые, камеральные и лабораторные исследования. Использовались стратиграфический, литологический, палеопедологический, дендрохронологический, радиоизотопный (радиоуглеродный  $^{14}\text{C}$ , цезиевый  $^{137}\text{Cs}$ ), морфометрический, морфографический, картографический, методы. Стратиграфический метод включал детальное послойное описание разрезов, отбор проб, полевое изучение отложений погребенных почв, прослоев гумуса и торфа, их лабораторное исследование, определение абсолютного возраста. Радиоуглеродным методом ( $^{14}\text{C}$ ) устанавливался абсолютный возраст органических отложений (почвенного гумуса, торфа, древесного угля, древесины). Измерение содержания изотопа цезия ( $^{137}\text{Cs}$ ) использовалось для расчета темпов эрозионно-аккумулятивных процессов в течение последних 50-60 лет.

Изучение закономерностей развития оврагов на юге Восточной Сибири осуществлялось в рамках плановых тем исследований лаборатории геоморфологии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, по проекту РФФИ 05-05-97234 «Цикличность эрозионно-аккумулятивных процессов и трансформация структуры эрозионной сети в Байкальском регионе», по программам Президиума РАН «Структурные и динамические изменения экосистем Южной Сибири и комплексная индикация процессов опустынивания, прогнозные модели и системы мониторинга», «Изменение условий

увлажненности и естественное опустынивание в позднем кайнозое Северной и Центральной Азии».

#### **Научная новизна.**

1. Определены основные ареалы распространения и развития линейной эрозии территории исследования в целом и ее отдельных районов. Впервые для обширного региона и его отдельных частей получены новые и обобщены количественные данные о масштабах современной овражной эрозии.

2. Впервые для юга Восточной Сибири выявлена хронология этапов развития эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах рельефа в позднеледниковье и голоцене.

3. Изучено взаимодействие линейной эрозии с другими экзогенными процессами в различных природных условиях.

4. Определена роль экстремальных метеорологических явлений в развитии оврагов и овражных систем.

#### **Практическое значение работы**

Закономерности и особенности развития оврагов, количественные данные о масштабах линейной эрозии, карты густоты и плотности оврагов, материалы о скоростях роста форм размыва могут найти применение для предотвращения локальных чрезвычайных ситуаций, при разработке систем противоэрозионных мероприятий для республик, краев, областей, административных районов Восточной Сибири, при проектировании различных линейных сооружений (ЛЭП, автомобильных и железных дорог, магистральных трубопроводов). Материалы по цикличности и ритмичности эрозионно-аккумулятивных процессов могут использоваться для уточнения региональных стратиграфических схем голоцена, палеогеографических реконструкций развития рельефа и природной среды. Результаты диссертационного исследования использовались автором в учебном процессе на географическом факультете Иркутского государственного университета.

#### **Степень достоверности**

Диссертация является итогом многолетней работы автора (1983-2012 гг.) по изучению рельефа и экзогенных процессов его формирования на юге Восточной Сибири в рамках тем научных исследований Института географии им. В.Б. Сочавы. В основу работы положен материал, полученный автором при проведении маршрутных исследований эрозионных форм рельефа и экзогенных процессов в Республиках Бурятия, Хакасия, Саха-Якутия, Амурской, Иркутской областях, Забайкальском крае, полустационарных наблюдений за развитием оврагов в Республике Бурятия, на основе анализа более 1000 карт масштаба 1:25000-1:100000, дешифрирования аэрофо- и космических снимков. Выводы диссертации обоснованы и подтверждены большим количеством фактического материала, использованием различных полевых, лабораторных, камеральных методов исследований.

#### **Апробация работы**

Научные результаты, положения, выводы докладывались и обсуждались на следующих научных совещаниях: Всесоюзной конференции «Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях» (Москва, 1987); Всесоюзной конференции «Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика (Москва, 1991); IX, XII совещаниях географов Сибири и Дальнего Востока» (Иркутск, 1995; 2007); Научно-практической конференции «Горы и человек: в поисках путей устойчивого развития» (Барнаул, 1996); Всероссийской конференции «Гидрология и геоморфология речных систем» (Иркутск, 1997); Пленумах Геоморфологической комиссии РАН (Казань, 1988; Барнаул, 2001; Новосибирск, 2004; Ижевск, 2006; Санкт-Петербург, 2008; Астрахань, 2011; V, VI Щукинских чтениях (Москва, 2005, 2010); Международной научно-практической конференции «Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий» (Барнаул, 2005); 10<sup>th</sup> International Symposium on River Sedimentation (Moscow, 2007); Всероссийской конференции «Теоретические и прикладные вопросы современной географии (Томск, 2009); Третьей научно-практической конференции «Эколого-географические

исследования в речных бассейнах» (Воронеж, 2009); Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований» (Казань, 2009); Международной конференции «Land cover and land use changes in North East Asia: problems of sustainable nature management» (Vladivostok, 2009); научной конференции «Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Марковские чтения 2010» (Москва, 2010); VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода «Квартер во всем многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований» (Апатиты, 2011); Всероссийской научной конференции с международным участием «Рельеф и экзогенные процессы гор» (Иркутск, 2011); Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых «Процессы самоорганизации в эрозионно-русловых системах и динамике речных долин «Fluvial systems – 2012» (Томск, 2012).

**Публикации.** Основное содержание диссертационной работы изложено в монографиях «Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири» (1997) (в соавторстве) и Географические исследования Сибири. Том 2. Ландшафтообразующие процессы (2007) (в соавторстве), 13 статьях в рецензируемых журналах, 31 статье в сборниках и материалах конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем работы 350 страниц, в том числе 67 рисунков, 37 таблиц, библиографический список 448 названий, в том числе 56 зарубежных.

**Благодарности.** Автор считает приятным долгом выразить признательность д.г.н., профессору В.Б. Выркину за многолетние творческие контакты и совместные исследования, сотрудникам лаборатории геоморфологии ИГ СО РАН: к.г.-м.н. С.А. Макарову, к.г.н. М.Ю. Опекуновой, к.г.н. Ж.В. Атутовой; к.г.н. Д.В. Кобылкину за содействие в работе. За консультации и ценные советы автор благодарен академику Ф.А. Летникову, член-корр. РАН В.А. Снытко, член-корр. РАН А.Н. Антипову, д.г.м.-н. Г.Ф. Уфимцеву, д.г.м.-н. Т.Г. Рященко, д.г.н. Ю.Г. Симонову, д.г.н. Р.С. Чалову, д.г.н. Б.П. Агафонову, д.г.н. В.Н. Голосову, д.г.н. О.И. Баженовой, к.г.-м.н. З.А. Титовой, к.г.н. Е.М. Тюменцевой, к.г.м.-н. В.В. Акуловой, к.г.н. А.В. Панину.

Особую благодарность автор выражает своему учителю – доктору географических наук, профессору Л.Н. Ивановскому. Благодаря его инициативе и руководству автор более 25 лет занимается изучением эрозионно-аккумулятивных процессов в долинах временных водотоков.

Краткое содержание работы

Глава 1 «Современное состояние и задачи исследования оврагов и линейной эрозии» содержит основные методологические положения современной флювиальной геоморфологии; представления о ведущем процессе, структуре ведущих экзогенных процессов, парагенезе, парагенезисе. Проведена оценка современного состояния исследований оврагов и процессов их формирования, сформулированы основные задачи их изучения

В главе 2 «История и методы исследования оврагов и линейной эрозии» содержатся сведения о районе исследования, этапах изучения форм размыва. Сделан обзор важнейших публикаций, посвященных различным аспектам изучения овражной эрозии, рассмотрены полевые, камеральные и лабораторные методы исследования оврагов и эрозионно-аккумулятивных процессов за различные временные интервалы.

В главе 3 «Развитие и эволюция оврагов в позднем неоплейстоцене и голоцене» на основе комплексного изучения и радиоизотопного датирования отложений и погребенных почв эрозионных форм, конусов выноса, выявлены фазы активизации эрозионно-аккумулятивных процессов, установлена ритмичность и полихронность в их развитии.

В главе 4 «Географические особенности распространения, морфологии и развития оврагов» приведены сведения размерах современной овражной сети региона исследования в целом, его крупных административных районов, водосборных бассейнов. Проведено

районирование юга Восточной Сибири по густоте и плотности оврагов, определены основные условия и факторы их развития, выявлены зональные и региональные особенности развития линейной эрозии.

Глава 5 «Современная динамика развития оврагов по результатам стационарных наблюдений и историко-картографическим данным» содержит сведения о формировании овражной сети в историческое время, скоростях роста вершин форм размыва за различные интервалы времени. Обоснована роль экстремальных метеорологических явлений в развитии форм размыва, установлен нисходящий тренд в развитии оврагов в течение последних 30-50 лет.

В главе 6 «Оврагообразование и экзогенные процессы» оценена роль ведущих экзогенных процессов в образовании, развитии, эволюции форм размыва. Рассмотрено взаимодействие линейной эрозии с другими ведущими экзогенными процессами (суффозионными, карстовыми, криогенными, эоловыми и др.). Проведена количественная оценка процессов смыва и размыва и эрозионно-аккумулятивных процессов в водосборных бассейнах разных порядков, рассмотрены вопросы самоорганизации и самоорганизованности в развитии эрозионной сети на основе взаимодействия экзогенных процессов.

В заключении приведены основные выводы.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

**1. Современные природные условия, хозяйственное освоение южных районов Восточной Сибири обусловили локальное площадное распространение оврагов. Формы размыва распространены прерывисто и неравномерно. Выделяется шесть категорий районов: 1) территории практически без оврагов; 2) очень редкого распространения оврагов; 3) редкого островного распространения оврагов; 4) слабо расчлененные оврагами территории; 5) средне расчлененные оврагами территории; 6) сильно расчлененные оврагами территории, характеризующихся различной густотой и плотностью форм размыва, отражающие различия в проявлении и развитии линейной эрозии.**

Ландшафтно-климатические и геолого-геоморфологические условия на юге Восточной Сибири обуславливают большую вариативность, многообразие проявления экзогенных процессов, в том числе, овражной эрозии. В последние десятилетия для отдельных районов юга Восточной Сибири опубликованы сведения о протяженности, площади, объеме сети промоин и оврагов, их густоте и плотности (Салюкова, 1976; Базарова, 1986; Реймхе, 1986; Баженова и др., 1997; Тармаев и др., 2004; Кожуховский, 2007). На карте овражности России ареалы оврагов показаны только для равнинных территорий юга Восточной Сибири (Национальный атлас России, 2007. Т. 2. С 128-129). Основная часть региона исследования выделена как горы, плато, плоскогорья, без указания каких либо сведений о густоте и плотности форм размыва.

Согласно расчетам по картам, аэрофотоснимкам, космическим снимкам высокого разрешения (Рыжов, 2003; 2009) количество форм размыва на юге Восточной Сибири составляет 122,5 тыс., протяженность 35,5 тыс. км, площадь 397,5 км<sup>2</sup> (таблица 1). Средняя плотность оврагов 5,63/100 км<sup>2</sup>, густота расчленения 16 м/км<sup>2</sup>, что, значительно ниже чем в Европейской части России (Овражная эрозия, 1989; Овражная эрозия востока ..., 1990). Суммарная площадь водосборов оврагов 14,7 тыс. км<sup>2</sup> (0,7% площади). При расчете на площади овражных водосборов плотность и густота расчленения возросли в 150 раз. Следовательно, густая сеть форм размыва сосредоточена преимущественно на небольших территориях. Например, для высоких речных террас и делювиально-пролювиальных шлейфов, сложенных лессовидными супесями и суглинками, плотность оврагов в отдельных районах Селенгинского среднегорья достигает 10-12 ед./км<sup>2</sup> (Иванов, Будаев, 1974).

Преобладают первичные (склоновые) формы размыва, на долю вторичных (донных) приходится 27 % эрозионных форм (см. табл.1). Протяженность их примерно равна, площади и объемы донных оврагов в 1,6 и 1,5 раза превосходят показатели склоновых форм размыва.

Средняя расчетная протяженность оврага – 290 м, склонового – 210, донного – 490 м, ширина форм размыва – 3,5-14,0 м, глубина 1-30 м (Рыжов, 2003; 2009).

Таблица 1

Размеры современной овражной сети на юге Восточной Сибири

Параметры	Единица измерения	Среднее количество	Склоновые овраги	Донные овраги
Количество оврагов	тыс. ед.	122,5	89,0	33,5
Протяженность оврагов	тыс. км	35,5	19,0	16,5
Площадь оврагов	тыс. км <sup>2</sup>	0,3975	0,152	0,2455
Площадь овражных водосборов	тыс. км <sup>2</sup>	14,7	-	-
Объем оврагов	км <sup>3</sup>	0,758	0,299	0,459
Густота, рассчитанная на площадь овражных водосборов	км/км <sup>2</sup>	2,41	-	-
Густота, рассчитанная на общую площадь территории	км/км <sup>2</sup>	0,016	0,009	0,007
Плотность сети, рассчитанная на площадь овражных водосборов	ед./км <sup>2</sup>	8,33	-	-
Плотность сети, рассчитанная на общую площадь территории	ед./км <sup>2</sup>	0,056	0,041	0,015
Объем выноса, рассчитанный на площадь овражных водосборов	тыс. м <sup>3</sup> / км <sup>2</sup>	51,6	-	-
Объем выноса, рассчитанный на общую площадь территории	тыс. м <sup>3</sup> / км <sup>2</sup>	0,35	0,14	0,21
Слой сноса, рассчитанный с площади самой сети	м	1,91	1,97	1,87
Слой сноса с площади овражных водосборов	см	5,2	-	-
Слой сноса с общей площади территории	см	0,035	0,014	0,021

Овраги расположены преимущественно на сельскохозяйственных землях равнин, плато, на склонах и в днищах речных и котловин, вблизи населенных пунктов. Значительная часть современных форм размыва образовалась в течение последних 100-200 лет. Овраги отсутствуют на плоских залесенных водоразделах, пологих склонах равнин и плато, заболоченных участках. Преобладают участки с плотностью форм размыва 1-10 и 11-25 ед./100 км<sup>2</sup>, густой расчленения 0,02-0,10 км/км<sup>2</sup>. На отдельных территориях эти показатели достигают, соответственно, 4-10/км<sup>2</sup> и 0,89 км/км<sup>2</sup> (Иванов, Будаев, 1974; Реймхе, 1986).

Крупные ареалы оврагов приурочены к речным долинам 3-4 и более высоких порядков с лесостепными и степными ландшафтами. В горных районах формы размыва имеют преимущественно естественное происхождение, распространены на границе более устойчивых к размыву коренных пород и рыхлых и неоген-четвертичных отложений различного генезиса. Они образуются на участках, сплывов, селей, оползней, криогенных трещин, сильных лесных пожаров, суффозионных и карстовых воронок, где отмечаются уменьшение густоты растительного и нарушения почвенного покровов.

Проведено районирование территории юга Восточной Сибири по густоте и плотности оврагов, выделяется шесть категорий районов (рис. 2). Территории практически без оврагов составляют 75% площади изучаемого региона. К ним относятся обширные неосвоенные покрытые лесом пространства водоразделов и склонов Средне-Сибирского плоскогорья, Байкало-Патомского нагорья, Витимского плоскогорья, среднегорного и высокогорного рельефа Западного и Восточного Саяна, Прибайкалья и Забайкалья. В отдельных районах овраги могут встречаться единично, но их плотность очень мала.

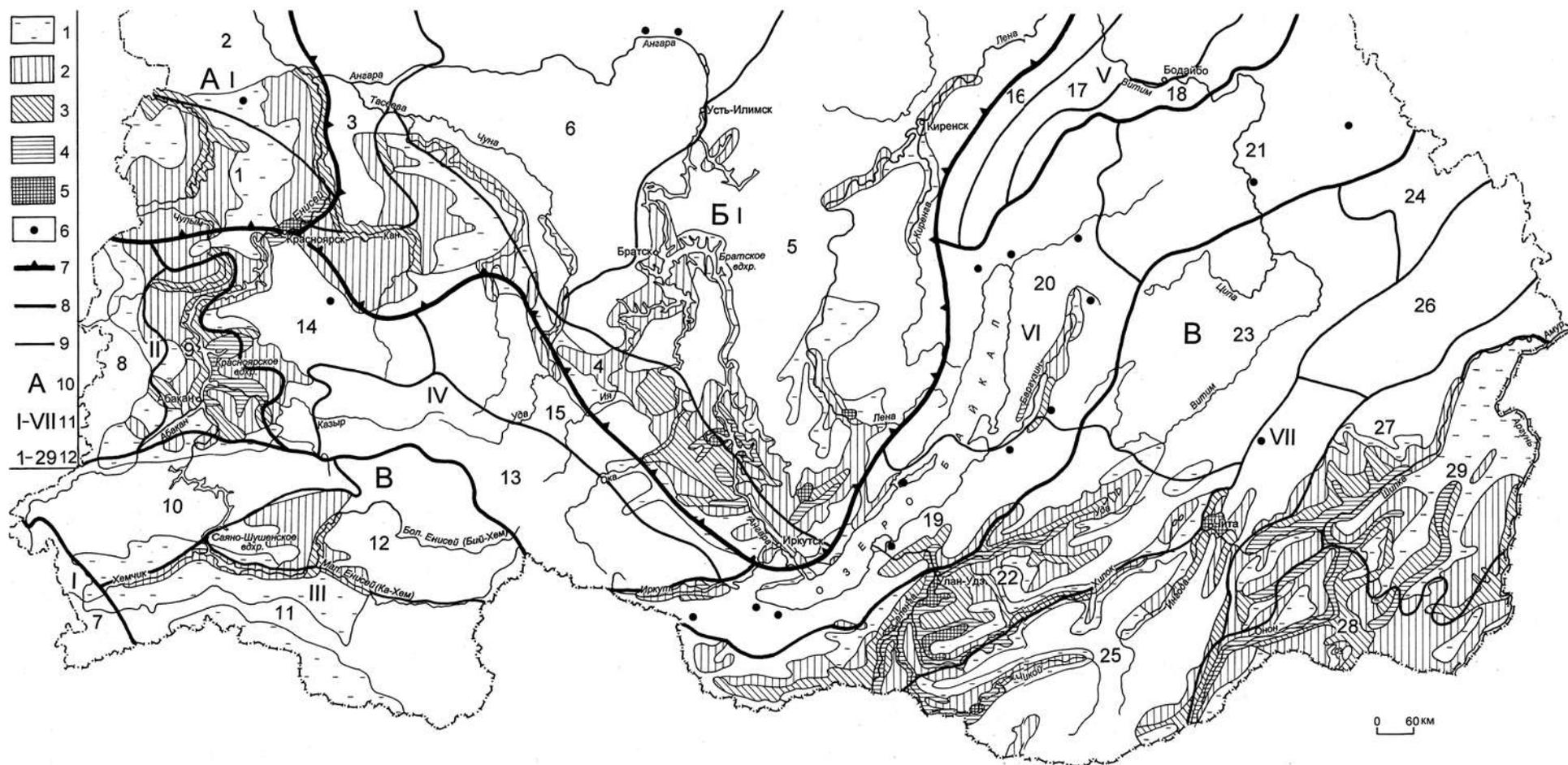


Рис. 2. Карта районирования юга Восточной Сибири по густоте и плотности оврагов. 1-6 категории территорий по густоте ( $\text{км}/\text{км}^2$ ) и плотности ( $\text{ед.}/\text{км}^2$ ) оврагов: 1 – очень редкого распространения ( $0,003-0,006 \text{ км}/\text{км}^2$ ;  $0,011- 0,020 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ); 2 – редкого островного распространения ( $0,006-0,030 \text{ км}/\text{км}^2$ ;  $0,021- 0,100 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ); 3 – слабого распространения ( $0,031-0,100 \text{ км}/\text{км}^2$ ;  $0,101- 0,250 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ); 4 – среднего ( $0,101-0,200 \text{ км}/\text{км}^2$ ;  $0,251- 0,500 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ); 5 – высокого ( $> 0,201 \text{ км}/\text{км}^2$ ;  $> 0,501 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ); 6 – белый фон - овраги отсутствуют или встречаются чрезвычайно редко ( $<0,003\text{-км}/\text{км}^2$ ;  $<0,010 \text{ ед.}/\text{км}^2$ ), черная точка – небольшой участки распространения оврагов. 7-9 - границы геоморфологических: 7– стран; 8– провинций; 9– областей. 10-12 – индексы и номера геоморфологических: 10 – стран; 11– провинций; 12– областей (см. табл. 2).

Районы очень редкого распространения оврагов (менее 2/100 км<sup>2</sup>) характеризуются небольшими участками (первые десятки км<sup>2</sup>) распространения оврагов среди обширных безовражных территорий. Это слабо освоенные таежные ландшафты. Овраги встречаются на локальных участках с измененной естественной растительностью на склонах долин рек, вырубках леса, геологических профилях, вблизи населенных пунктов. Территории редкого (островного) распространения оврагов характеризуются распространением форм размыва на небольших площадях в бассейнах рек Енисея, Ангары, Лены, Амура. Островное распространение оврагов выявлено на левобережье Енисея, в Канско-Рыбинской котловине, на значительных площадях Иркутско-Черемховской равнины, Восточного Забайкалья преимущественно в долинах рек, на равнинах в котловинах, низкогорьях. Б.Ф. Косов и Г.С. Константинова (1974) эти две категории объединяли в одну (территории с очень редким (островным) распространением оврагов).

Районы низкой, средней и высокой плотности оврагов характерны для безлесных освоенных территорий межгорных и внутриворонных котловин, равнин, плато, долин рек. Определяющими факторами в развитии оврагов этих трех категорий являются геолого-геоморфологические (наличие крутых склонов, широкое распространение рыхлых неоген-четвертичных, нередко лессовидных отложений) и высокая сельскохозяйственная освоенность. Для долин рек Забайкалья (Чикоя, Хилка, Уды, Ингоды, Борзи и др.) отмечается увеличение плотности оврагов в средней и нижней частях их водосборов.

Районы низкой плотности оврагов расположены в долинах и на склонах рек Чулыма, Енисея, Кана, Урулунгуя, приустьевой части Селенги, Джиды, среднего течения Уды, Хилка, нижнего течения Ингоды, Шилки, Онона и их крупных притоков. Они охватывают сельскохозяйственные районы с эрозионно-денудационным, озерно-аккумулятивным рельефом. Средняя и высокая плотность оврагов отмечается в Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской котловинах; по берегам Братского и Красноярского водохранилищ; на уступах речных террас и делювиально-пролювиальных шлейфах в бассейне р. Селенги, Онона, Шилки, Ингоды, Хилка, Чикоя, Куйтунки.

Максимальная густота и плотность форм размыва выявлена для освоенных районов с расчлененным рельефом, склонами крутизной 3-18<sup>0</sup>, распространением мощных (3-20 м) четвертичных, преимущественно лессовидных отложений. На юге Восточной Сибири такие условия отмечаются локально в долинах рек, межгорных котловинах. Рельеф и литологический состав отложений, являются основными факторами, контролирующими распространение оврагов.

В таблице 2 приведены результаты балльной оценки опасности развития овражной эрозии для геоморфологических областей юга Восточной Сибири. Очень слабая опасность характерна для областей с плотностью оврагов 1-10 ед./100 км<sup>2</sup>, густотой расчленения < 0,02 (км/км<sup>2</sup>), слабая (10-25 ед./100 км<sup>2</sup>, 0,02-0,10 км/км<sup>2</sup>), средняя (26-50 ед./100 км<sup>2</sup>, 0,11-0,20 км/км<sup>2</sup>), сильная (> 50 ед./100 км<sup>2</sup>, >0,2 км/км<sup>2</sup>).

Среди геоморфологических областей наибольшая плотность оврагов отмечается в Селенгинской Даурии, Минусинской, Онон-Борзинской и Шилкинско-Ингодинской и Шилкинско-Аргунской областях. Геоморфологические области Западной и Восточной Сибири в границах рассматриваемой территории (Обско-Причулымская, Кеть-Томская, Енисейский кряж, Присянская равнина, Лено-Ангарское и Ангаро-Тунгусское плато) характеризуется меньшими показателями овражности.

В таблице 3 представлены сведения об оврагах для крупных единиц административно-территориального деления (республик, краев, областей). Отмечается рост количества, густоты и плотности оврагов с запада на восток вследствие увеличения густоты и глубины расчленения и освоения под пашню больших площадей склоновых земель. Для каждой геоморфологической области, района характерны свои региональные особенности распространения и развития овражной сети. Например, в Минусинском межгорном понижении линейная эрозия выражена в лесостепных и степных ландшафтах с эрозионно-денудационным и озерно-аккумулятивным типами рельефа (Салюкова, 1976). Овраги

группируются в ареалы с различной густотой и плотностью, разделенные безовражными пространствами.

Таблица 2

Геоморфологические страны, провинции и области юга Восточной Сибири и оценка вероятности опасного развития линейной эрозии в геоморфологических областях

Геоморфологическая страна	Геоморфологическая провинция	Геоморфологическая область	Вероятность (балл)	
А. Западно-Сибирская равнина	I. Южная - аккумулятивных и денудационных равнин	1. Обско-Причудымская	2	
Б. Равнин, плоскогорий и низменностей Восточной Сибири	I. Средне-Сибирская пластово-денудационных плоскогорий	3. Енисейский кряж	1	
		4. Присаянская равнина	2	
		5. Лено-Ангарское плато	2	
		6. Ангаро-Тунгусское плато	1	
В. Горы Южной Сибири	I. Горная система Алтай	7. Северо-Восточный Алтай	1	
		8. Кузнецкий Алатау	1	
	II. Кузнецко-Минусинская низкогорная	9. Минусинская	2	
		III. Средние горы Западного Саяна и Тувы	10. Западный Саян	1
			11. Южно-Тувинская	1
	12. Северо-Тувинская		1	
	IV. Горная Система Восточных Саян	13. Юго-Восточная	1	
		14. Северо-Западная	1	
		15. Северо-Восточная	1	
	V. Байкало-Патомская низкогорная	16. Сынныро-Лонгдорская	1	
		17. Чая-Жуинская	1	
		18. Чуйско-Патомская	1	
	VI. Байкальская - рифтовых средних гор	19. Южно-Байкальская	1	
		20. Северо-Байкальская	1	
		21. Витимо-Чарская	1	
	VII. Забайкальская – низкогорий и среднегорий	22. Селенгинская Даурия	4	
		23. Витмское плоскогорье	1	
		24. Калакан-Нюкжинская	1	
		25. Даурская	1	
		26. Олекминская	1	
		27. Шилкинско-Ингодинская	2	
		28. Онон-Борзинская	3	
		29. Шилкинско-Аргунская	2	

В котловинах Прибайкалья (Тункинской, Баргузинской) формы размыва распространены на предгорных наклонных равнинах, уступах высоких песчаных аккумулятивных поверхностей, отрогах (Рыжов, 2009). В котловинах Забайкалья оврагами поражены остепненные делювиально-пролювиальные шлейфы, уступы и поверхности речных террас, днища балок, падей (Буд, Сироткин, 1968). В сторону горного обрамления котловин и речных долин густота и плотность овражной сети резко сокращается. Формы размыва встречаются преимущественно по колеям и кюветам дорог, на вырубках леса, вдоль трасс линейных коммуникаций.

В целом, отмечается повышенная густота и плотность оврагов вдоль правых берегов крупных рек (Енисея, Ангары, Лены, Селенги, Ингоды, Шилки, Онона) и их крупных притоков.

Таблица 3

## Характеристика овражной сети административных районов юга Восточной Сибири

Район	Общая площадь (тыс. км <sup>2</sup> )	Число форм (тыс. ед.)	Площадь водосборов (тыс. м <sup>2</sup> )	Длина (тыс. км)	Площадь (км <sup>2</sup> )	Объем (млн. м <sup>3</sup> )	Плотность (ед./100 км <sup>2</sup> )	Густота расчленения (км/км <sup>2</sup> )
Республика Тыва	170,5	4,5	0,54	1,5	12,5	17,5	2,64	0,0060
Республика Хакасия	61,9	1,0	0,12	0,3	3	6	1,60	0,0050
Красноярский край	530,9*	12,5	1,50	3,2	32	54,5	2,35	0,0060
Иркутская область	630,9* *	26,5	3,18	6,5	65	110,5	4,20	0,0103
Республика Бурятия	351,3	39	4,68	13,0	155	310	11,10	0,0370
Забайкальский край	431,5	39	4,68	11,0	130	260	9,04	0,0255
Всего	2177,0	122,5	14,7	35,5	397,5	758	5,63	0,0163

\* - южные районы, \*\* - без Катангского района

**2. В течение позднего неоплейстоцена и голоцена эрозионно-аккумулятивные процессы в долинах временных водотоков развивались направленно, ритмично. Выделяется различные по продолжительности эпохи и фазы активизации денудационно-седиментационных процессов, стадии эрозионно-аккумулятивного цикла развития. Глобальные, региональные, местные и локальные ландшафтно-климатические изменения обуславливают полихронность в развитии эрозионных форм рельефа.**

Овражно-балочные системы, как и геосистемы подвержены изменениям разного ранга. Выделяют: эволюцию – качественные необратимые изменения инварианта (комплекса устойчивых свойств системы); динамику – количественные необратимые изменения в пределах инварианта (без существенных изменений качества); функционирование системы – обратимые колебательные ее изменения (Сочава, 1978; Геосистемы и время, 1991; Александровский, Александровская, 2005). Эволюция – развитие оврага от его зарождения до превращения в качественно другую форму рельефа (ложбину, лощину, балку). Современные эрозионные формы могут частично или полностью унаследовать свое местоположение, или не совпадать по простирацию с более древними.

Цикл эрозии включает совокупность последовательных стадий развития водно-эрозионных и водно-аккумулятивных форм рельефа (Географический ..., 1988). Цикл начинается расчленением, заканчивается выравниванием рельефа территории. Эрозионно-аккумулятивные циклы разделяются некоторыми промежутками времени, в течение которых на территории вновь создаются предпосылки для начала очередного этапа врезания (Воскресенский, 2001). Циклы могут быть завершенными и незавершенными.

Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов связано с ландшафтно-климатическими изменениями, колебаниями базисов эрозии, направленностью тектонических движений. Активное проявление экзогенных процессов приводит в снос, транзиту и аккумуляции отложений различного генезиса (делювиальных, обвально-осыпных, эоловых и др.) на склонах и в днищах эрозионных форм рельефа. При снижении темпов геоморфологических процессов формируются прослойки и горизонты ископаемых почв.

Современная овражно-балочная сеть представляет систему разнопорядковых, разновозрастных, часто наложенных друг на друга эрозионных форм временных водотоков. Она сформировалась в результате смены этапов эрозии и аккумуляции различной

продолжительности; имеет поясную структуру в границах водосборных бассейнов (Ермолаев, 2002). Экзогенные процессы проявляются направленно, ритмично, метасинхронно (Ивановский, 1988). При смене ведущего процесса (донного размыва) возможны три варианта эволюции оврага; 1) превращение оврага в лог, балку, 2) частичное погребение и формирование ложбины, лощины, 3) полное его погребение в зависимости от интенсивности экзогенных процессов на его склонах и водосборе.

Цикл развития формы размыва включает этапы врезания, стабилизации, частичного или полного заполнения. Делювиально-пролювиальные отложения представлены переслаивающимися песками, лессовидными супесями и суглинками. Следы старых оврагов сохранены в виде плечей и остатков тальвегов, вложенных террас. На рисунке 3 представлены разрезы отложений оврагов и конуса выноса в бассейне р. Иркут (Юго-Западное Прибайкалье). В бассейнах рек Манзурки (разрез падь Никелейская), Куды (разрез Серафимовское) изучались делювиально-пролювиальные отложения современных оврагов. В Селенгинском среднегорье изучались отложения погребенных и современных оврагов, конуса выноса, балочной террасы в бассейне р. Куйтунки (разрезы Надеино, Куйтун, Нижняя Бланка), р. Тугнуй (разрез Никольское).

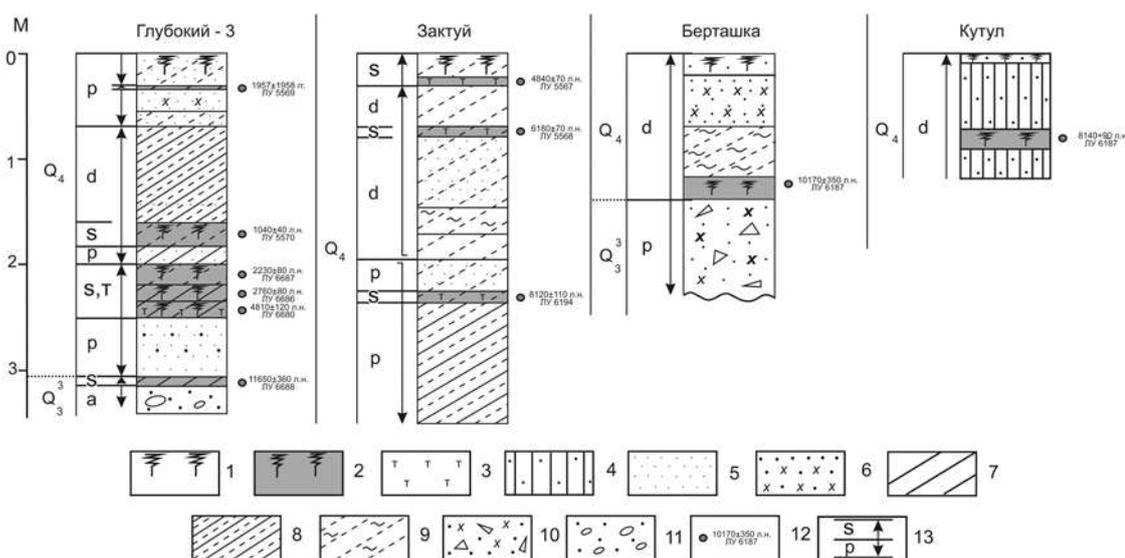


Рис. 3. Разрезы отложений конуса выноса оврага (Глубокий-3) и форм размыва (Зактуй, Берташка, Кутул). 1 – современная почва, 2 – погребенные почвы, 3 – торф, 4 – связный (облессованный) песок, 5 – песок, 6 – переслаивание песка и дресвы, 7 – суглинок, 8 – переслаивание супеси и суглинка, 9 – супесь со следами облессования, 10 – щебень, песок, дресва, 11 – гравийно-галечные отложения, заполнитель – дресвяный песок, 12 – радиоуглеродные даты и их номера по таблице 3, 13 – генезис отложений (р – пролювий; d – делювий; s – почва; t – торф; а – аллювий). Этапы врезания на водосборах оврагов (стрелка направлена вниз) и аккумуляции отложений в формах размыва (стрелка направлена вверх).

В таблицах 4, 5 приведен перечень радиоуглеродных и календарных дат органогенных отложений. Во всех разрезах отмечается увеличения содержания средне-крупнопесчаной (1 – 0,25 мм) фракции с глубиной. На конусах выноса выявлено чередование прослоев песка, супеси с включением дресвы и щебня, супесей и легких суглинков. Все отложения содержат гумус в количествах от 0,06 до 1,5%, в погребенных почвах и прослоях торфа 2-12,4%. В основании толщ отложений обычно залегают супеси с прослоями разнозернистого песка, щебенистые отложения.

В течение позднеледниковья и в голоцене выделяются три эпохи активного проявления эрозии и седиментации тысячелетнего ранга: 1) позднеледниковая (12,3-10,8 тыс. л.н.), 2) раннеголоценовая (10,0-8,7 тыс. л.н.), 3) позднеголоценовая (2,2-0,0 тыс. л.н.). В

Таблица 3

Радиоуглеродный ( $^{14}\text{C}$  л.н.) и календарный (кал. л.н.) органогенных отложений оврагов и конусов выноса Прибайкалья, Приангарья, Верхоленья

Лабораторный номер	Радиоуглеродный возраст ( $^{14}\text{C}$ л.н.)	Календарный возраст, (кал. л.н.)	Глубина отбора, см	Датируемый материал	Литологическое и стратиграфическое положение
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Еловка, Падь Берташка, овраг.					
ЛУ-6187	10170±350	11860±540	113-130	Общая органика	Гумусовый горизонт темно-серой лесной почвы
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Еловка, Падь Кутул, овраг. Темно-серая лесная почва					
ЛУ-6191	8140±90	9110±130	91-99	Общая органика	Гумусовый горизонт темно-серой лесной почвы
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Еловка, овраг Глубокий, каштановая почва					
ЛУ-6389	31060±560	36150±450	200-205	Общая органика	Гумусовый горизонт каштановой почвы.
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Еловка, конус выноса оврага Глубокий, лугово-болотная почва					
ЛУ-5570	1040±40	985±60	163-186	Торф	Лугово-болотная почва. Подошва пролювия
ЛУ-6687	2230±80	2230±90	202-223	Общая органика	Лугово-болотная почва. Кровля почвы
ЛУ-6686	2760±80	2890±90	223-238	Общая органика	Лугово-болотная почва.
ЛУ-6680	4810±120	4810±120	238-253	Общая органика	Лугово-болотная почва. Кровля пролювия
ЛУ-6688	11650±360	13650±430	310-320	Общая органика	Мерзлотно-глеевая почва Кровля аллювия
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Еловка, овраг Икубур-1, гумусовый горизонт черноземовидной почвы					
ЛУ-6187	6410±90	7330±80	22-27	Общая органика	Подошва темно-серой лесной современной почвы
ЛУ-6188	8000±100	8850±150	72-79	Общая органика	Гумусированный горизонт. Подошва супеси
С. Еловка, Овраг Икубур-2, древний конус выноса, гумусированные горизонты					
ЛУ-6379	8270±110	9250±150	59-67	Торф	Гумусированный горизонт. Подошва супеси
ЛУ-6380	9050±140	10170±220	98-102	Общая органика	Гумусированный горизонт.
ЛУ-6378	9800±200	11250±360	149-152	Общая органика	Гумусированный горизонт
ЛУ-6371	10220±110	11950±250	219-226	Уголь	Пролювий и гнездами древесного угля
С. Нижняя Еловка. Конус выноса овраг					
ЛУ-6837	480±50	530±30	139-141	Общая органика	Гумусированный горизонт. Подошва пролювия
ЛУ-6833	1150±80	1090±90	187-197	Общая органика	Гумусовый горизонт луговой почвы Подошва пролювия
ЛУ-6832	7060±90	7880±90	219-229	Общая органика	Гумусовый горизонт лугово-черноземной почвы
Республика Бурятия, Тункинский район. С. Зактуй, падь Лучина овраг					
ЛУ-5567	4840±70	5565±90	25-30	Общая органика	Подошва современной темно-серой лесной почвы
ЛУ-5568	6180±70	7080±125	60-69	Общая органика	Гумусовый горизонт черноземовидной почвы
ЛУ-6194	8120±110	9040±190	225-235	Общая органика,	Темно-серая лесная почва. Кровля грубозернистых песков
Иркутская область. Качугский район. С. Никилей, падь Никилейская, овраг					
ЛУ-6196	3130±100	3330±120	120-131	Общая органика	Бурая лесная почва. Подошва пролювия
ЛУ-6195	3240±120	3480±140	188-200	Общая органика	Бурая лесная почва. Кровля бурых суглинков
Иркутская область. Эхирет-Булагатский район. С. Серафимовское, I надпойменная терраса р. Куда					
ЛУ-6207	5070±90	5810±100	300-316	Общая органика	Лугово-черноземная почва. Подошва пролювия

Таблица 4

Радиоуглеродный ( $^{14}\text{C}$  л.н.) и календарный (кал. л.н.) возраст отложений оврагов и конусов выноса Западного Забайкалья

Лабораторный номер	Радиоуглеродный возраст ( $^{14}\text{C}$ л.н.)	Календарный возраст (кал. л.н.)	Глубина, отбора, см	Датируемый материал	Литологическое и стратиграфическое положение
Республика Бурятия, Тарбагатайский район. Т. 626. С. Надеино, делювиально-пролювиальные отложения в днище пади					
ЛУ-6856	1930±60*	1890±70	69-91	Общая органика	Стратозем темногумусовый
ЛУ-6854	1530±50*	1440±60	143-163	Общая органика	Стратозем темногумусовый. Подошва антропогенных отложений
ЛУ-6784	1220±50	1170±70	165-174	Общая органика	Кровля гумусового горизонта мучнисто-карбонатного чернозема
ЛУ-6780	4120±50	4670±110	194-204	Общая органика	Подошва гумусового горизонта мучнисто-карбонатного чернозема
ЛУ-6785	6280±80	6870±90	234-243	Общая органика	Кровля гумусового горизонта чернозема обыкновенного
ЛУ-6786	7970±90	8830±140	261-270	Общая органика	Подошва гумусового горизонта чернозема обыкновенного
ЛУ-6855	9590±90	10940±160	326-338	Общая органика	Гумусовый горизонт темно-каштановой почвы
ЛУ-6779	10710±170	12600±220	403-408	Общая органика	Мерзотно- глеевая почва. Криотурбирована
ЛУ-6816	12010±160	14020±260	434-443	Общая органика	Мерзотно- глеевая почва. Криотурбирована
Республика Бурятия, Тарбагатайский район. Т. 631. С. Большой Куналей. Падь Нижняя Буланка. Древний конус выноса распадка					
ЛУ-6851	7430±90	8250±90	47-55	Общая органика	Мучнисто-карбонатный чернозем
ЛУ-6852	9570±90	10920±160	213-220	Общая органика	Подошва пылеватого песка
ЛУ-6787	9650±90	10990±160	238-248	Общая органика	Кровля гумусового горизонта темно-каштановой почвы
ЛУ-6850	9960±140	11530±230	248-258	Общая органика	Подошва гумусового горизонта темно-каштановой почвы
ЛУ-6795	10940±240	12900±210	304-313	Общая органика	Мерзотно- глеевая почва. Криотурбирована
ЛУ-6849	11360±190	13270±190	427-440	Общая органика	Мерзотно- глеевая почва. Криотурбирована
Республика Бурятия, Тарбагатайский район. Т. 631а. С. Большой Куналей. Падь Нижняя Буланка, древний конус выноса распадка					
ЛУ-6843	11570±110	13460±110	257-267	Общая органика	Подошва лессовидной супеси
Республика Бурятия, Тарбагатайский район. Т. 629. С. Куйтун. Погребенный овраг					
ЛУ-7202	2930±70	3100±110	20-25	Общая органика	Кровля мучнисто-карбонатного чернозема
ЛУ-7201	5600±100	6410±100	40-45	Общая органика	Подошва гумусового горизонта мучнисто-карбонатного чернозема
ЛУ-6789	9250±80	10430±110	164-174	Общая органика	Стратозем темногумусовый, выстилающий молодой эрозийный врез
ЛУ-6815	12120±100	14140±210	323-330	Общая органика, торф	Сухоторфянистая почва, выстилающая древний эрозийный врез
Республика Бурятия, Мухоршибирский район. С. Никольск, донный овраг, эрозийная терраса					
ЛУ-6844	2300±70	2310±110	55-65	Общая органика	Кровля стратозема светлогумусового
ЛУ-6845	7600±130	8400±140	120-130	Общая органика	Подошва стратозема светлогумусового
ЛУ-6788	9150±160	10330±210	177-187	Общая органика	Кровля нижнего стратозема светлогумусового
ЛУ-6796	10260±400	11930±580	200-210	Общая органика	Подошва нижнего стратозема светлогумусового

позднеголоценовой эпохе на юге Восточной Сибири выделяется фаза ускоренной эрозии и аккумуляции (последние 300 лет). Всего выявляется десять фаз активизации эрозионно-аккумулятивных процессов: 9,8-9,3, 9,0-8,7, 8,0-7,8, 6,2-5,9, 5,0-4,6, 3,0-2,8, 2,2-1,8; 1,2-0,4 и 0,3-0,0 тыс. л.н. (рис. 4). Они характеризуются увеличением скоростей аккумуляции, оврагообразованием, накоплением в эрозионных формах, на конусах выноса песков и супесей с дресвой и щебнем. На рис. 4 показаны изменения годовых сумм осадков в позднеледниковье и в голоцене по палинологическим данным (Tarasov et al., 2007).

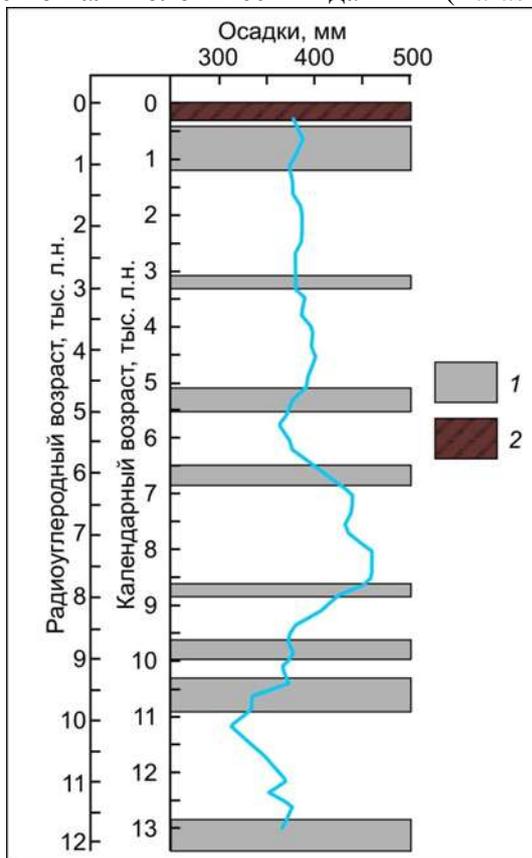


Рис. 4. Фазы активизации эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах рельефа и на конусах выноса в позднеледниковье и в голоцене в Прибайкалье и Забайкалье. Синей линией показано реконструированное среднегодовое количество осадков (Tarasov et al., 2007). 1 – фазы активизации эрозии и седиментации; 2 – этап ускоренного развития эрозии и аккумуляции.

Самый ранний этап активизации эрозионно-аккумулятивных процессов (12,3-10,8 тыс. л.н.) совпадает с позднеледниковым потеплением климата, увеличением годового количества осадков, сокращение площади многолетнемерзлых пород (Палеоклиматы..., 2009). В начале этого этапа в Восточной Сибири выявлено двукратное увеличение количества осадков (Chebykin et al., 2002). Открытые безлесные пространства в условиях холодного сухого климата Прибайкалья быстро сменились лесной растительностью (Безрукова и др., 2011). Резкое похолодание на рубеже позднего неоплейстоцена и голоцена привели в широкому распространению многолетнемерзлых пород, иссушению климата и активизации эрозионных процессов. Наименьшее количество осадков (300 мм/год) выпадало в самом конце позднего неоплейстоцена (13,0-11,6 кал. тыс. л.н.).

Первая раннеголоценовая фаза активизации эрозионно-аккумулятивных процессов в Прибайкалье и Забайкалье (9,8-9,3 тыс. л.н.) связана с потеплением и увлажнением климата. В начале голоцена сумм осадков увеличилась до 400 мм (см. рис. 4). Особенно значительный рост (почти 100 мм) пришелся на период примерно с 11 до 10,5 кал. тыс. л.н. (10,0-9,3 тыс. л.н.). Средняя температура воздуха самого теплого месяца (июля) увеличилась на 1-2°

январская на 7-8<sup>0</sup> (Tarasov et al. 2007) Деградация многолетней мерзлоты, таяние повторно-жильных льдов обусловили формирование реликтового криогенного рельефа (Величко и др., 1996; Палеоклиматы., 2009). Реликтовый криогенный микрорельеф в Прибайкалье и Забайкалье называют бугристо-западинным (Геокриология., 1989). Он состоит из холмов высотой 2-5 м, шириной 5-40 м, разделенные западинами и ложбинами. Рост годовых температур воздуха и осадков, смена растительных сообществ, формированием бугристо-западинного рельефа, перестройка верхних звеньях эрозионной сети обусловили активизацию эрозионно-аккумулятивных процессов 9,8-9,3 тыс. л.н. (Рыжов, 2012; Рыжов, Кобылкин, Черных, 2013). Вторая раннеголоценовая фаза усиления темпов эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах рельефа Прибайкалья и Забайкалья (9,0-8,7 тыс. л.н.) вероятно связана с увеличением годового количества осадков, ростом зимних температур воздуха (Tarasov et al. 2007), деградацией многолетнемерзлых пород.

В среднем голоцене (8,0-2,5 тыс. л.н.) активность проявления процессов смыва, размыва, седиментации в Прибайкалье и Забайкалье была ниже, чем в начале голоцена. Фазы активизации эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах и на конусах выноса отмечались 8,0-7,8, 6,2-5,9, 5,0-4,6, 3,0-2,8 тыс. л.н. Согласно палеоклиматическим реконструкциям донных отложений оз. Байкал, Котокель, торфяников Прибайкалья, в начале среднего голоцена (8,0-7,0 тыс. л.н.) годовое количество осадков достигло 450 мм. В это время продолжился рост зимних и летних температур воздуха, на больших площадях произрастали темнохвойные леса (Bezrukova, Belov, Orlova, 2011). Многие эрозионные формы и конусы выноса находились в стабильном состоянии. В эрозионных формах и на конусах выноса формировались погребенные почвы (См. табл. 3, 4; Воробьева, 2010).

В позднем голоцене в Прибайкалье и в Забайкалье эрозионно-аккумулятивные процессы в эрозионных формах рельефа более активно протекали 2,2-1,8, 1,0-0,4 и 0,3-0,0 тыс. л.н. Они связаны с различными по тепло- и влагообеспечению периодами (Хотинский, 1989) Фаза активного проявления эрозии и седиментации 2,2-1,8 тыс. л.н. совпала с похолоданием в начале позднего голоцена. Почвы в эрозионных формах и на конусах выноса Прибайкалья и Забайкалья были перекрыты делювиально-пролювиальными отложениями мощностью 10-30 см. Фаза активизации эрозионно-аккумулятивных процессов 1,2-0,4 тыс. л.н. коррелируется со средневековым потеплением и похолоданием климата в течение малого ледникового периода. Высокую активность эрозионно-аккумулятивных процессов в течение малого ледникового периода (1550-1850 гг.) связывают с выпадением обильных ливневых осадков, увеличением мощности снежного покрова (Stankoviansky, 2003; Chiverell, Harvey, Foster, 2007). Последние триста лет на юге Восточной Сибири отчетливо выражена фаза очень сильной антропогенно ускоренной эрозии почв.

Л.В. Данько в Западном Прибайкалье выделяла следующие этапы активного проявления денудационно-аккумулятивных процессов (накопление делювия): 9,3-7,5, 7,5-7,2; 5,0-4,3, 3,3-2,4, 1,3-0,4 тыс. л.н. (Кузьмин, Данько, 2011). Большинство этапов накопления делювия, выделяемых Л.В. Данько, совпадают с фазами активизации эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах и на конусах выноса в Прибайкалье и Забайкалье. На Восточно-Европейской равнине за последние пять тысяч лет выделяются четыре эрозионных эпохи тысячелетнего ранга: > 5000-3900 л.н. (слабая эрозия), 3900-2700 л.н. (сильная эрозия), 2700-1200 (слабая эрозия) и 1200 – настоящее время (сильная эрозия). Внутри эпох выделяются три фазы особенно интенсивной эрозии (3250-2850, 2350-2050 и 1050-750 л.н.) (Панин, 2008).

Материалы исследования отложений погребенных и современных эрозионных врезов, конусов выноса Прибайкалья и Забайкалья свидетельствуют о ритмичности, стадийности, пространственной унаследованности развития эрозионно-аккумулятивных процессов, что обеспечивает длительное функционирование эрозионных форм рельефа временных водотоков. Эрозионные формы развивались возвратно-поступательно. Положение современных врезов не всегда совпадает с древними. Более молодые эрозионные формы

временных водотоков могут быть вложенными, наложенными, прислоненными, погребенными.

Полихронность есть свойство различных компонентов и процессов природы проявляться в пространстве в разных (многих) временных соотношениях как одновременно, так и не одновременно (Свиточ, 1987). Полихронность в развитие эрозионных систем связана с различным количеством и возрастом этапов врезания, стабилизации и заполнения, неодинаковыми реакцией и откликом водосборных бассейнов на глобальные, региональные и местные природно-климатические и антропогенные изменения. Ландшафтно-климатические изменения на рубеже позднеледниковья и голоцена носили глобальный характер. Более короткие циклы развития эрозионно-аккумулятивных процессов (1850-2000, 1000, 350-400 лет) связаны с менее продолжительными ритмами ландшафтно-климатических изменений.

Для полного заполнения промоины глубиной до 1 м, длиной 20-50 м достаточно 30-50 лет (Рыжов, 2007). Цикл развития донного оврага протяженностью 500-1000 м, глубиной 5-20 м охватывает несколько тысячелетий (Bettis, 1983; Беляев и др., 2008). С уменьшением площади водосборов возрастает роль локальных факторов в развитии форм размыва (лесные пожары, суффозия, карст, подмыва берегов и др.). Периоды усиления эрозионно-аккумулятивных процессов в голоцене соответствуют различным этапам тепло и влагообеспеченности и вероятно связаны с экстремальными метеорологическими явлениями (сильные ливни, обильные дожди редкой повторяемости) и сильными лесными пожарами.

На основе изучения разрезов отложений современных и погребенных оврагов, конусов выноса, балок, радиоуглеродного датирования ископаемых почв выявлены основные стадии эрозионно-аккумулятивного цикла: врезания, стабилизации, быстрого и медленного заполнения. Этапы врезания характеризуются усилением линейной эрозии, формированием оврагов глубиной 1-20 м. Для стадия медленного заполнения свойственно чередование маломощных горизонтов отложений и погребенных почв. На стадии стабилизации происходит сокращение интенсивности экзогенных процессов, образуются почвы, разделенные на генетические горизонты. Стадия быстрого заполнения характеризуется накоплением в эрозионных формах и на конусах выноса отложений различного генезиса (обвально-осыпных, оползневых, солифлюкционных, эоловых и др.).

Эрозионные системы в своем развитии наиболее часто последовательно проходят следующие стадии:

врезание – быстрое заполнение – медленное заполнение - стабилизация;

врезание – стабилизация – быстрое заполнение – медленное заполнение.

Стадии эрозионно-аккумулятивного цикла характеризуются различными темпами аккумуляции отложений в эрозионных формах и на конусах выноса. Для стадии врезания оврагов они составляют 1,0-3,8 мм/год. Отложения часто представлены песками с включением дресвы и щебня. Когда средние скорости аккумуляции составляют 0,4-1,0 мм/год в эрозионных формах рельефа накапливаются отложения различных генетических типов, происходит быстрое их заполнение. При темпах седиментации 0,2-0,4 мм/год накапливаются супесчаные и суглинистые отложения с маломощными гумусированными прослоями, происходит медленное заполнение оврагов, балок, падей. В диапазоне скоростей менее 0,2 мм/год эрозионные формы находятся на стадии стабилизации, формируются почвы, разделенные на генетические горизонты.

**3. Овраги на юге Восточной Сибири характеризуются различными многолетними режимами развития, обусловленные особенностями природно-климатических условий и проявления ведущих экзогенных процессов. Формы размыва характеризуются неравномерным, пульсирующим изменением их габаритов, резким снижением на рубеже XX-XXI веков темпов эрозионно-аккумулятивных процессов. Экстремальные метеорологические явления (сильные ливни, обильные осадки, бурное весеннее снеготаяние) определяют многолетнее развитие оврагов.**

По результатам многолетних исследований оврагов Прибайкалья и Забайкалья выявляется пять многолетних режимов развития оврагов Прибайкалья и Забайкалья, обеспечивающих особенности формирования и динамики эрозионной сети: 1) быстрый начальный рост в течение короткого времени и снижение темпов эрозионно-аккумулятивных процессов в последующий период; 2) активный рост в течение нескольких десятилетий; 3) усложнение рисунка овражной сети вследствие образования отвершков (формирования овражной системы); 4) смена регрессивного этапа развития прогрессивным; 5) чередование этапов увеличения и сокращения размеров форм размыва вследствие последовательной смены эрозионных и аккумулятивных процессов.

Средние скорости роста вершин оврагов на юге Восточной Сибири варьируют от 0,06 до 26 м/год (рис. 5), средние многолетние составляют обычно 0,5-2,5 м/год (Рыжов, 1995). По результатам многолетних наблюдений за динамикой вершин форм размыва, выявлены следующие особенности их развития. В 1985-1993 г. большая часть оврагов Прибайкалья и Забайкалья за счет регрессивной эрозии имела ежегодный 0,2-3 м. При обследовании форм размыва в 2004-2012 гг. выявлено сокращение их прироста, зарастание днища и склонов древесно-кустарниковой растительностью, аккумуляция отложений. Динамика роста оврагов приобрела отчетливый пульсирующий характер, когда после 5-6 лет практически полного отсутствия роста вершин оврагов (<0,1-0,2 м/год) отмечается их активный рост (до 1-3 м/год) в годы с обильными дождями и ливнями.

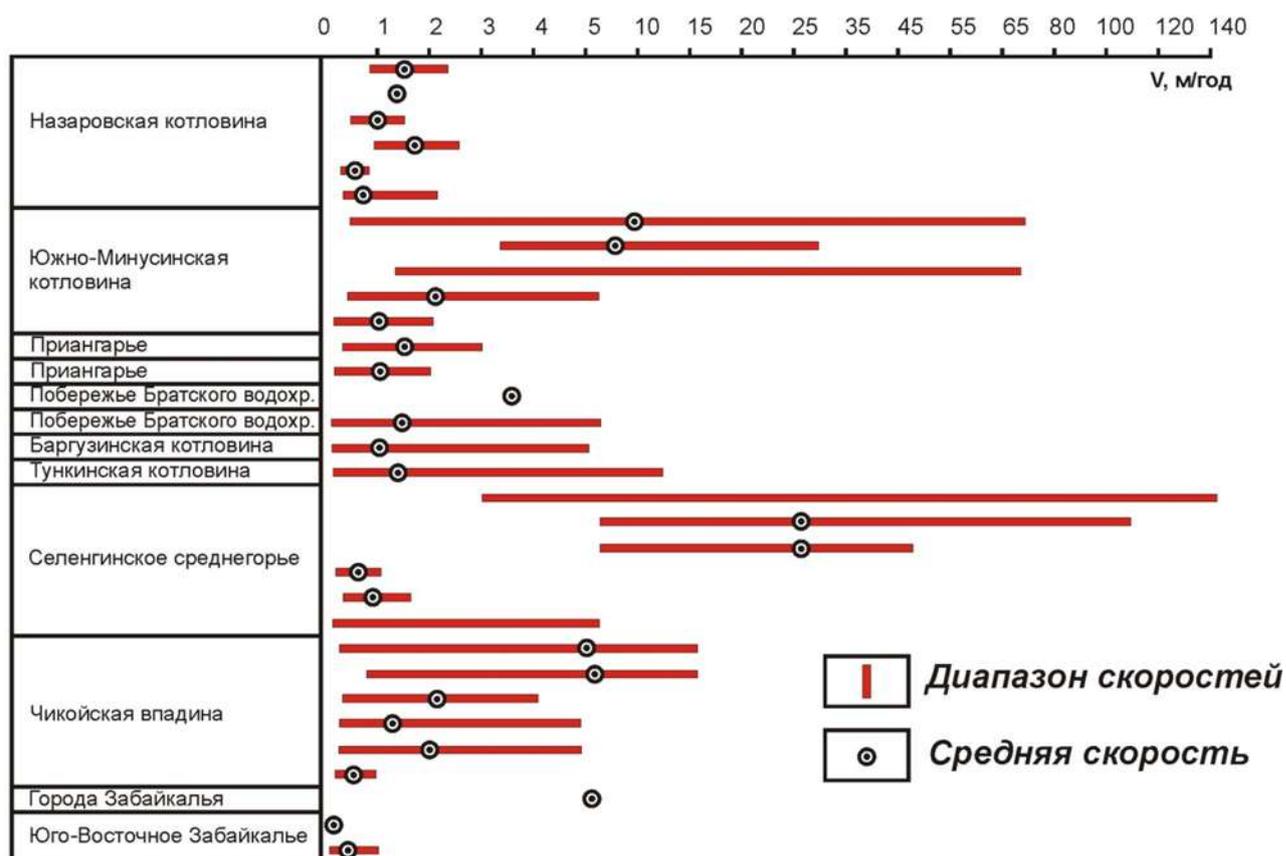


Рис. 5. Скорости роста оврагов в разных районах юга Восточной Сибири.

На рис. 6 показано изменение количества оврагов с различными скоростями роста в Юго-Западном Прибайкалье за различные временные отрезки. В 1937-1961 гг. у 65% форм размыва средний многолетний прирост в вершине превышал 0,5 м/год, в том числе у 40% эрозионных форм он был выше 1,5 м/год. В 1990-2010 гг. все 18 оврагов имели линейный прирост менее 0,5 м/год. Результаты повторных обследований оврагов в Баргузинской котловине в 2009 г. выявили, что 75% размыва заросли древесной и кустарниковой

растительностью. В оврагах преобладала аккумуляция отложений. Протяженность термоэрозионного оврага в ур. Чебукчен в Баргузинской котловине сократилась на 32 м, в 2,4 раза уменьшился объем оврагов в пади Тыглок. Аккумуляция выявлена в верхней и средней частях форм размыва. Поперечный профиль оврагов стал волнистым и характеризовался чередованием участков расширения и сужения днища. Причинами снижения темпов роста являются саморазвитие оврагов (сокращение водосборной площади в вершине, выработка профиля равновесия), резкое сокращения площади пашни, естественное и искусственное лесовосстановление (Рыжов, Кобылкин, 2011).

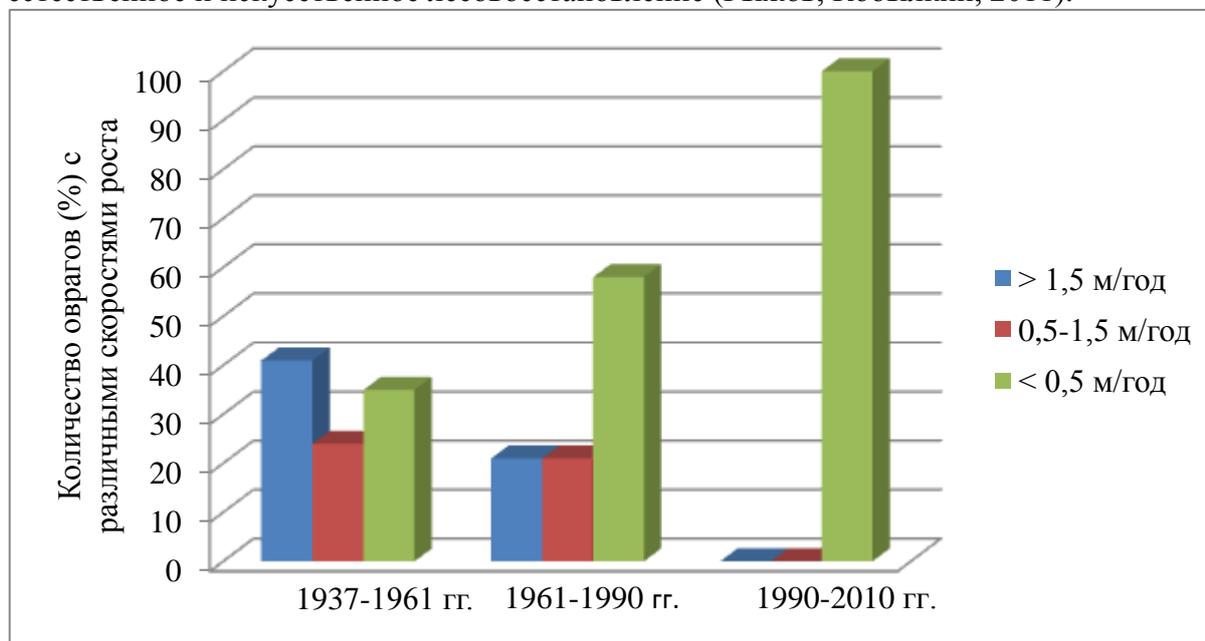


Рис. 6. Изменения количества оврагов Юго-Западного Прибайкалья с различными средними многолетними скоростями роста.

В южных районах Восточной Сибири резкое усиление темпов смыва и размыва почв происходит при проявлении экстремальных метеорологических явлений (ЭМЯ). К ним относятся: 1. коротких ливней с максимальной интенсивностью 1 мм/мин и более и слоем осадков свыше 20 мм; 2. продолжительных обильных дождей с суммой осадков 100-200 мм (30-100% годовой нормы); 3. сильных весенних снегопадов и наступившего затем бурного снеготаяния (Рыжов, 1996). Во время их действия, за несколько часов или дней может образоваться форма размыва длиной до 1500 м, глубиной 3-5 м. Размыв происходит одновременно на больших участках склонов и днищ лощин, балок, падей. Темпы роста оврагов увеличиваются на один-два порядка по сравнению со средними многолетними значениями. На реках отмечаются наводнения и сели. По своему воздействию ЭМЯ близки к особо опасным явлениям погоды. К последним относятся сильные ливни (более 30 мм за 1 час), обильные дожди, полусуточная сумма которых превышает 30 мм (Наставление..., 1981).

15-17 июля 1988 г. в ряде мест Баргузинской котловины прошли необычайно сильные ливни. По данным метеопоста Ина 15 июля за полтора часа выпало 47 мм осадков, 16 июля вновь зафиксирован проливной дождь слоем осадков 43 мм. На правом берегу р. Ина у одноименного села на склонах и в днищах падей образовалось 130 форм размыва, у подножия склона сформировался пролювиальный шлейф мощностью 0,15-0,4 м. В отдельных падах и распадках был снесен весь (2-4 м) слой рыхлых отложений. Потоки в оврагах переносили деревья с диаметром ствола до 10 см, глыбы. Новые эрозионные формы имели протяженность 50-1500 м, глубину 1-4 м. Существующие формы размыва в

зависимости от возраста, стадии и фазы развития, условий стока выросли в длину на 1-175 м. Наиболее активно росли молодые эрозионные формы.

Образование форм размыва и их активный рост при выпадении сильных ливней и обильных дождей выявлены в Прибайкалье и Забайкалье (Выркин, 1988; Сальников, 1963). Н.А. Крюков так описывал результат сильного ливня: «... тринадцатого августа 1888 г. проливной дождь в с. Мухорталинском смыл хлеб с 12 десятин (13 га), унес плодородную почву, образовал глубокие овраги среди равнины...» (Крюков, 1896. С. 96). В бассейне р. Куналейки (Западное Забайкалье) после ливневых дождей летом 1988 г. образовалось 42 новых оврага протяженностью 12 км, было переотложено 37 тыс. т. малопродуктивных грунтов, выведено из использования 28 га пашни (Тармаев, 1992).

Экстремальные метеорологические явления способствуют выведению геоморфологической системы из состояния равновесия. В течение 1-2 лет после ЭМЯ отмечаются более высокие темпы роста оврагов (Рыжов, 2007), затем (если не отмечается ЭМЯ) они снижаются до 1-3 м/год. Во время проявления ЭМЯ происходит «очищение» и омоложение форм размыва. Это обеспечивает длительное существование и развитие (десяtkи лет) оврагов в зависимости от их размеров и активности экзогенных процессов на водосборе.

При изучении эрозионных процессов часто оперируют критической величиной проективного покрытия растительности (%) при которой резко возрастают величины бассейновой эрозии и стока наносов. Пороговым состоянием растительного покрова, определяющим существенное изменение гидравлических характеристик и рост эродирующей способности склоновых потоков, является снижение проективного покрытия до 30-50% (Экология..., 2002). В малых водосборных бассейнах горных районов Прибайкалья и Забайкалья пороговой величиной роста эродирующей способности склоновых потоков является увеличение площади пашни до 30%, что на 20-40% ниже, чем на равнинных территориях. Различия обусловлены спецификой хозяйственного освоения бассейнов, воздействием сбросного эффекта (Реймхе, 1986; Литвин, 2002). В котловинах и долинах рек горных районов юга Восточной Сибири распаханы преимущественно нижние пологие части склонов. Водотоки стекают с крутых склонов хребтов, производят смыв и размыв на распаханых подножьях склонов и террасах. Результаты измерений протяженности малых рек за 90-100 лет отражают в целом их достаточно стабильное состояние. Заиление и деградация речной сети на юге Восточной Сибири имеют локальное распространение.

#### **4. Оврагообразование – комплекс (структура) взаимосвязанных и взаимообусловленных ведущих экзогенных процессов. Смена структур ведущих геоморфологических процессов обеспечивает неравномерность, вариативность, ритмичность, стадийность развития форм размыва.**

Большинство экзогенных процессов на водосборах имеет унаследованный характер, длительную историю развития, резкие различия в активности и интенсивности на разных этапах их эволюции. Среди экзогенных процессов выделяют один или несколько ведущих экзогенных процессов и их структура (Ивановский, 1989). Структура включает пространственные и временные соотношения и связи экзогенных процессов, порождающие новые экзогенные процессы, парагенезис, направленность и ритмичность их развития, обеспечивающие формирование экзогенного рельефа региона. (Ивановский, 1988). Экзогенные процессы играют важную роль в образовании, развитии и эволюции оврагов.

Во-первых, экзогенные процессы образуют разнообразные отрицательные формы рельефа, которые при благоприятных условиях могут превратиться в формы размыва. Овраги нередко «наследуют» днища отрицательных форм рельефа различного (неэрозионного) генезиса: суффозионных, карстовых и термокарстовых воронок, участки, сплывов, оползней, криогенных трещин. Формы размыва образуются в результате размыва нор грызунов (Тармаев и др., 2004), обрушения кровли подземных полостей (Баженова и др.,

1997). Необходимым условием оврагообразования является концентрация поверхностного и/или подземного стока, резкое сокращение густоты растительного покрова.

Во-вторых, экзогенные процессы тесно взаимодействуют друг с другом на водосборе, в вершине, на склонах, в днище оврагов. Взаимодействие процессов вызывает механизм соседства (Симонов, 1972), провокации или возбуждения (Тимофеев, 1993), парагенезис (Ивановский, 2001). Выделяют карстово-эрозионные, оползнево-эрозионные, суффозионно-эрозионные региональные виды оврагов, обусловленные активным проявлением нескольких ведущих экзогенных процессов (Любимов, Ковалев, 2006). Наблюдается морфологическая (геоморфологическая) последовательность (Уфимцев, 1994), геоморфологический ряд форм рельефа и ведущих экзогенных процессов (Тимофеев, 1981), литодинамическую сукцессию (Ивановский, 1993).

В-третьих, экзогенные процессы осуществляют частичное и полное заполнение оврагов, переход в другую категорию эрозионных форм (лога, логовины, балки, лоцины, ложбины). Аккумуляция отложений сокращает объем форм размыва. Тип, интенсивность проявления экзогенных процессов на склонах и в днище оврагов зависит от региональных и местных природно-климатических условий, стадии и фазы развития формы размыва. Экзогенные процессы на водосборе оврага по степени их участия в образовании и развитии оврагов делятся на три группы: определяющие (напрямую или косвенно участвующие в образовании и развитии оврага), сопутствующие (существующие до появления оврага, не участвующие напрямую в его образовании) и обусловленные его возникновением. Первые (суффозия, карст, тоннельная эрозия, термоэрозия, оползание, оплывание, криогенное растрескивание и др.) предопределяют местоположение оврага, создавая отрицательные формы рельефа различных размеров и генезиса. Такие формы размыва имеют смешанный генезис и называют суффозионно-эрозионными, эрозионно-карстовыми, эрозионно-оползневыми

Вторая группа экзогенных процессов (крип, смыв, дефляция и эоловая аккумуляция и др.) проявляются на водосборе независимо от оврага. Примером могут служить расположенные рядом карстовая и эрозионная формы рельефа. В процессе развития обе отрицательные формы рельефа могут объединиться и образовать карстово-эрозионный овраг или существовать независимо друг от друга. Третья группа процессов проявляется после образования оврага. К ним относятся гравитационно-склоновые (осыпание, обваливание, оползание, оплывание), криогенно-склоновые (солифлюкция), эрозионные и др. процессы на бортах форм размыва. Их структура зависит от зонального типа ландшафтов, состава, структуры и свойств размываемых отложений, стадии и фазы развития оврага. Например, гравитационно-склоновые процессы на склонах форм размыва более активно протекают на стадии врезания. При достижении склонами угла естественного откоса они сменяются смывом, струйчатым размывом, оползанием, оплыванием. В крупных донных оврагах в разных его частях можно наблюдать несколько фаз развития и различия в структуре ведущих экзогенных процессов.

Выявление на начальном этапе оврагообразования отрицательных форм рельефа различного генезиса подчеркивает многообразие типов механизмов развития оврагов, ставит необходимость более детального изучения их динамики (Starkel, 2011). На рис. 7 показано взаимодействие ведущих экзогенных процессов на разных стадиях развития оврагов в зависимости от начального ведущего процесса. Первоначальный ведущий процесс вызывает цепочку последующих, изменения в структуре ведущих процессов. Стрелками показаны главный, основной и второстепенные тренды в развитии форм размыва.

Основным является взаимодействие эрозионных и гравитационно-склоновых процессов. В зависимости от крутизны склонов и типа размываемых отложений на склонах протекают процессы осыпания, оползания, обваливания, смыва, струйчатого размыва. При снижении темпов боковой и глубинной эрозии происходит расширение днища, склоны выполаживаются и зарастают древесной и травянистой растительностью. Овраги вырабатывают продольный профиль и трансформируются в лога, логовины, лоцины, балки.

При выпадении редких сильных ливней и обильных дождей происходит частичное очищение форм размыва от наносов, их омоложение (Рыжов, 1996).

Второй вариант взаимодействия экзогенных процессов в развитии оврагов встречается достаточно редко. Он характерен для форм размыва выпуклых склонов, днищ балок, падей, выходящих на поймы рек. На протяжении десятков лет в таких формах размыва преобладает вынос отложений из оврагов, отмечается рост их габаритов. Склоны форм размыва крутые, поперечный профиль V – образный. Примером может служить овраг Глубокий на Еловском отроге в Тункинском районе Республики Бурятия. Овраг в течение 70 лет (с 1937 по 2010 гг.) находился в стадии активного роста. В устье его формировался конус выноса. Только в последние годы отмечаются следы стабилизации основного оврага.

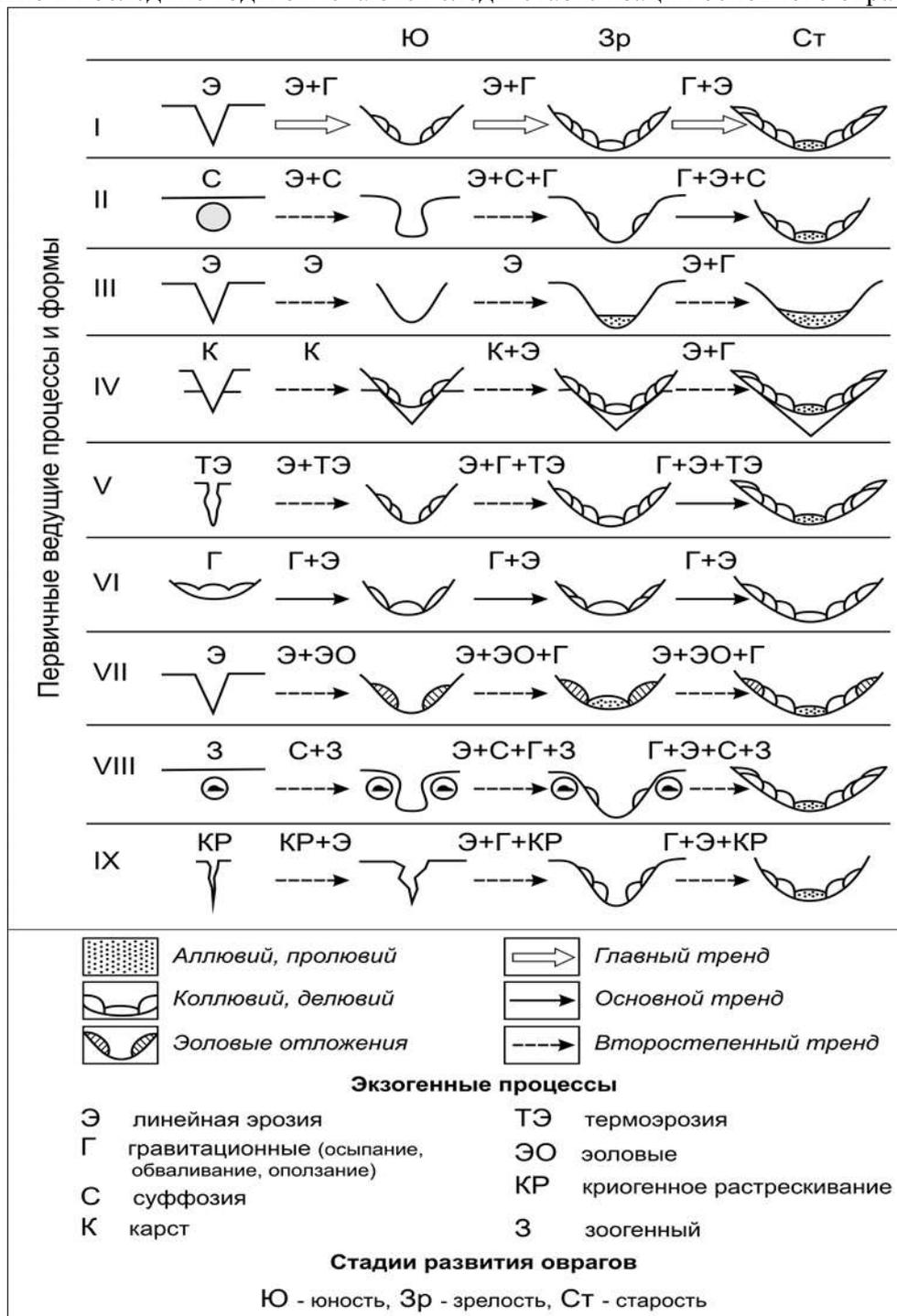


Рис. 7. Типы взаимодействия ведущих экзогенных процессов на разных стадиях развития оврагов в зависимости от начального ведущего процесса

Линейная эрозия и эоловые процессы являются ведущими экзогенными процессами степных геосистемах юга Восточной Сибири (Выркин, 1998, 2010; Баженова и др., 1997). Дефляция и эоловая аккумуляция активно проявляются по берегам Братского водохранилища при понижении их уровня и осушения значительных площадей (Овчинников и др., 1999). В зависимости от пространственного положения оврагов относительно господствующих весенних и раннелетних ветров, в них преобладает аккумуляция эоловых отложений или дефляция (Салюкова, 1976). В большинстве случаев формы размыва являются участками аккумуляции пылевых и мелкозернистых песков. Формы размыва, ориентированные под прямым углом по отношению к господствующим ветрам (рис. 8 А) имеют асимметричный поперечный профиль (крутой наветренный и более пологий заветренный склоны). В формах размыва Прибайкалья и Забайкалья за 1 год может накопиться до 1,5 м (рис. 8 Б.) эоловых отложений в год (Рыжов, 2007).

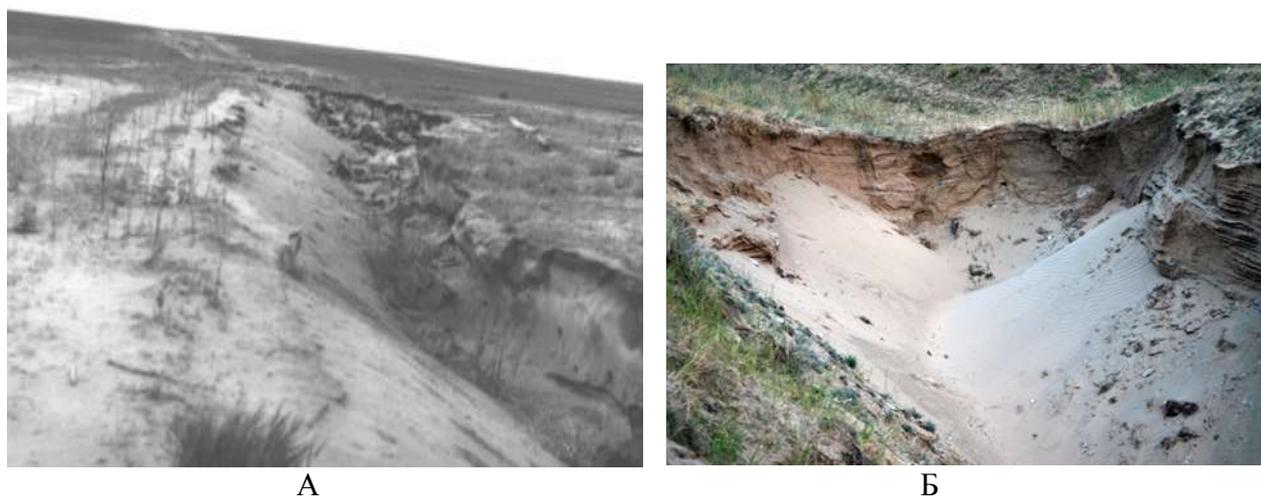


Рис. 8. Аккумуляция эоловых отложений в промоине 2 на Верхнем куйтуне в Баргузинской котловине. 14 июля 1988 г. (8 А); накопление эоловых песков в вершине оврага. Район ур. Номохоново, Селенгинское среднегорье. Июнь 2010 г. (8 Б).

На рис. 9 показаны изменения объема форм размыва в Баргузинской котловине по данным инструментальных съемок. На диаграмме отчетливо видна смена ведущих экзогенных процессов в степях Баргузинской котловины. Донный размыв 1985-1986 гг. сменился эоловой аккумуляцией в течение двух последующих лет. С июля 1988 г. эрозия вновь стала доминировать в промоинах и овраге. На склонах форм размыва протекали осыпание, обваливание, смыв. На водосборе и в границах эрозионных форм складывается определенная структура ведущих экзогенных процессов.

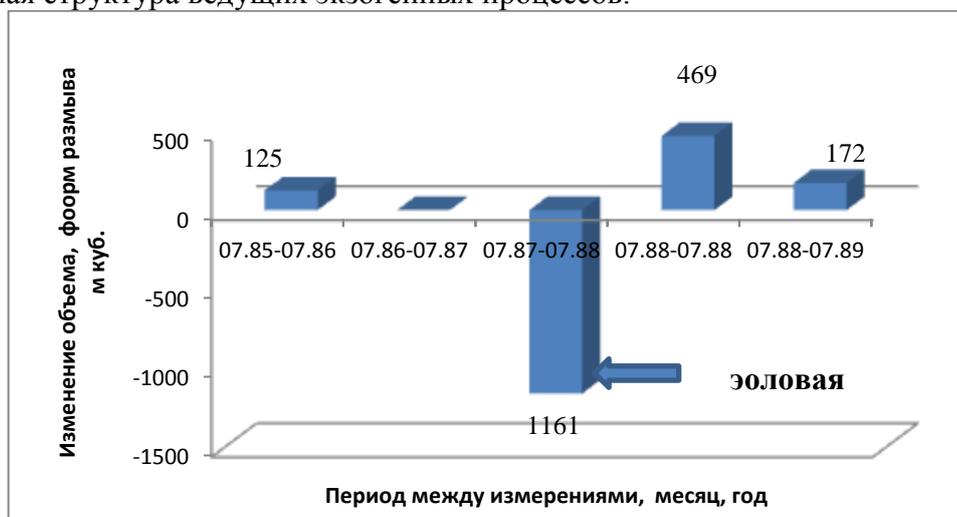


Рис. 9. Суммарное изменение объема пяти форм размыва на Верхем куйтуне в Баргузинской котловине по данным тахеометрических съемок за 1985-1989 г.г.

Оплывание (сплыв) – поверхностное оползание осадков, происходящее в результате их разжижения и перехода в текучее состояние (текучая консистенция). Обычно возникает в песчано-алевролитовых породах разных генетических типов при увеличении их влажности при переходе в состояние пльвуна (Геологический словарь, 1978). Оползание, оплывание, как начальный процесс развития оврага проявляет на склонах гор, уступах нагорных террас в суглинистых отложениях, подстилаемых многолетнемерзлыми и сезонно-мерзлыми горными породами при выпадении обильных осадков.

В условиях глубокого сезонного промерзания горных пород (3-5 м) и островной и прерывистой высокотемпературной многолетней мерзлоты юга Восточной Сибири широкое распространение и развитие получили разнообразные криогенные формы микрорельефа и криогенные процессы (пучение, морозобойное растрескивание, термокарст, термоэрозия, солифлюкция, наледеобразование и др.). «Бугры пучения, морозобойное растрескивание пород, термопросадки нарушают структуру и монолитность массива, тем самым способствуя развитию эрозии и флювиального выноса горной массы» (Лещиков, 1998. С. 128). Криогенный морфолитогенез накладывается на склоновые, флювиальные и береговые процессы, придавая им специфические криогенные черты. Примером взаимодействия эрозионных и криогенных процессов являются термоэрозионные овраги (Выркин, 1990; Познанин, 2012).

В своем развитии термоэрозионный овраг проходит нескольких стадий. Его образование начинается с морозобойного растрескивания и последующего вытаивания повторно-жильных льдов и донного размыва тальми и ливневыми водотоками. В результате термоэрозии и регрессивной эрозии отмечается очень бурный рост протяженности оврага и активное проявление процессов оползания и оплывания на его склонах. В дальнейшем при вытаивании льда и эрозии образуются боковые отвершки и формируется овражная система. Развитие термоэрозионных оврагов характеризуется бурным начальным развитием и дальнейшим замедленным протеканием (Выркин, 1990) Термоэрозионный овраг в бассейне р. Правый Чебурчен (Баргугинская котловина) в своем развитии прошел три стадии: бурного начального роста (1984-1988 гг.); стабилизации (1988-1991 гг.); активного заполнения (1991-2009 гг.).

Суффозия и тоннельная эрозия активно проявляются в районах распространения лессовидных просадочных суглинков и супесей (Лессовые породы СССР, 1966). В результате образуется одна или несколько суффозионных воронок шириной 2-8 м, глубиной 1-4 м (рис 10 А). В результате регрессивной эрозии и склоновых процессов суффозионная воронка превращается в суффозионно-эрозионный или суффозионно-эрозионно-оползневой овраг (рис. 10 Б). Отмечается морфологическая последовательность смены форм и ведущих экзогенных процессов при превращении суффозионной воронки в овраг. Развитие формы размыва происходит по схеме блюдцеобразное понижение – карообразная чаша – овраг (Салюкова, 1977).



А



Б

Рис. 10. Суффозионная воронка с понором в лессовидных суглинках. С. Еловка Тункинский район, Республика Бурятия (10 А); «слепой» овраг, образовавшийся в результате суффозии, регрессивной эрозии и оползания. С. Еловка Тункинского района Республики Бурятия.

Карстово-эрозионные формы рельефа образуются в лессовидных отложениях, подстилаемых карбонатными и сульфатными горными породами (Никифорова, Филиппов, 1980). Взаимодействие эрозионных и карстовых процессов осуществляется: 1) осложнением существующей карстовой формы эрозионной, 2) одновременным образованием эрозионной и карстовой форм и их пространственным слиянием и взаимодействием, 3) влиянием карстового процесса на условия поверхностного и подземного стока в вершинах и тальвеговых частях оврагов. (Мазаева, Козырева, Тржцинский, 2006).

В лессовидных отложениях, подстилаемых карстующимися горными породами (известняк, гипс, галенит) развитие эрозионно-карстового оврага происходит по схеме карстовая воронка - эрозионно-карстовый овраг - карстово-эрозионный овраг. На начальном этапе образуется одна или несколько карстовых воронок. Вследствие концентрации стока, регрессивной и трангрессивной эрозии карстовая воронка увеличивается в длину. В плане такая форма рельефа напоминает запятую. В результате совместного проявления эрозии и карста образуется эрозионно-карстовый овраг. Продольный профиль его не выработан. Пониженные участки продольного профиля расположены на месте карстовых воронок. При совместном активном проявлении эрозии и карста формируются карстово-эрозионные овраги. Линейная эрозия является ведущим экзогенным процессом на этой стадии развития. Карстово-эрозионный овраг также образуется при вскрытии оврагом карстующихся пород и образовании в его тальвеге карстовых воронок.

Норы мелких млекопитающих часто концентрируют сток, активизируют суффозионный процесс, по ним формируются овраги. Так, за 13 лет на месте норы суслика в бассейне р. Куйтунки (западное Забайкалье) образовался овраг глубиной 2,3 м (Тармаев и др., 2004). Во время ливней из отдельных нор по бортам оврагов нами наблюдались потоки воды, насыщенные наносами. По краям форм размыва вдоль трещин бортового отпора отмечаются многочисленные норы грызунов. Расширяя трещины и создавая в них новые пустоты, мелкие млекопитающие активизируют процессы обваливания блоков. Возможен и вариант взаимодействия эрозионного, зоогенного и обвально-осыпных процессов, когда по серии нор грызунов закладывается трещина бортового отпора и происходит отседание и обваливание блоков лессовидных отложений.

Приведенные примеры взаимодействия ведущих экзогенных процессов в развитии оврагов и овражных систем отражают специфику формирования оврагов в различных природных зонах, геоморфологических районах юга Восточной Сибири. Например, взаимодействие эрозионных и эоловых процессов наиболее ярко выражено в степных геосистемах. На восток и северо-восток региона исследования возрастает роль криогенных процессов. Разнообразие и разнонаправленность взаимодействия ведущих экзогенных процессов в структурах различных пространственных уровней определяют весьма резкие различия в морфологии и динамике, придает специфические морфологические черты форм размыва, обуславливает их полигенетичность.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Овраги на юге Восточной Сибири имеют локальное распространение, характеризуется прерывистым распространением, неравномерным распределением. На региональном пространственном уровне овраги приурочены к наиболее освоенным и заселенным районам равнин, котловин, долин крупных и средних рек. На местном уровне густая сеть форм размыва выявляется к долинам рек третьего порядка и выше при благоприятных геолого-геоморфологических условиях, преимущественно с лесостепными и степными ландшафтами.

2. Проведено районирование территории юга Восточной Сибири по густоте и плотности оврагов, выделяется шесть категорий районов, характеризующихся различной густотой и плотностью. Выявлены региональные различия в распространении и морфологии форм размыва, выполнена балльная оценка опасности развития овражной эрозии для

геоморфологических областей. Выделяются геоморфологические области с очень слабой, слабой, средней и высокой степенью опасности развития линейной эрозии.

3. Криогенные, криогенно-склоновые, эоловые другие ведущие экзогенные процессы в условиях расчлененного рельефа, резко континентального климата обуславливают морфологические особенности и своеобразие морфологии и динамики форм размыва южных районов Восточной Сибири. Специфика выражается в распространении термоэрозионных оврагов, активным проявлением нивации, наледообразования, криогенного пучения и растрескивания, оползания и обваливания блоков, дефляции и эоловой аккумуляции и других экзогенных процессов.

4. Эрозионно-аккумулятивные процессы в овражных, овражно-балочных и балочных системах в течение позднего неоплейстоцена и голоцена развивались направленно, ритмично. Короткие фазы активизации эрозии и седиментации сменялись более продолжительными этапами стабилизации и заполнения оврагов, балок, падей. Установлены четыре стадии эрозионно-аккумулятивного цикла развития оврагов: врезания, стабилизации, быстрого и медленного заполнения и их различная последовательность.

5. Стадии эрозионно-аккумулятивного цикла характеризуются различными темпами аккумуляции отложений в эрозионных формах и на конусах выноса. Для стадии врезания оврагов они составляют 1,0-3,8 мм/год. Отложения представлены песками с включением дресвы и щебня. При скоростях седиментации 0,4-1,0 мм/год происходит быстрое заполнение эрозионных форм. Отложения представлены супесями и суглинками. При темпах аккумуляции 0,2-0,4 мм/год накапливаются супесчаные и суглинистые отложения с маломощными гумусированными прослоями. В диапазоне скоростей менее 0,2 мм/год эрозионные формы находятся на стадии стабилизации, формируются почвы, разделенные на генетические горизонты.

6. В Прибайкалье и Забайкалье в течение позднеледниковья и в голоцене выделяются три эпохи активного проявления эрозии и седиментации тысячелетнего ранга: 1) позднеледниковая (12,3-10,8 тыс. л.н.), 2) раннеголоценовая (10,0-8,7 тыс. л.н.), 3) позднеголоценовая (2,2-0,0 тыс. л.н.). В позднеголоценовой эпохе на юге Восточной Сибири выделяется фаза ускоренной эрозии и аккумуляции (последние 300 лет). Всего в течение последних 12,3 тыс. л.н. выявляется десять фаз активизации эрозионно-аккумулятивных процессов: 9,8-9,3, 9,0-8,7, 8,0-7,8, 6,2-5,9, 5,0-4,6, 3,0-2,8, 2,2-1,8; 1,2-0,4 и 0,3-0,0 тыс. л.н. Значительная часть фаз эрозии и седиментации связана с периодами резких природно-климатических изменений в голоцене.

7. Выделено четыре этапа активизации линейной эрозии (XVII-XIX вв., 1875-1930 гг., 1930-1960; 1960 г. – настоящее время). Все они начинались освоением под пашню больших площадей, сопровождались резким усилением темпов смыва, размыва и дефляции почв. Отмечается постоянное увеличение количества, протяженности и плотности оврагов для всех районов юга Восточной Сибири в течение последнего столетия.

8. Овраги на юге Восточной Сибири характеризуются большими различиями в темпах линейного прироста (0,1-220 м/год) в зависимости от стадии и фазы их развития, природных условий водосбора, суммы и интенсивно выпадения осадков, типа землепользования. Средние многолетние темпы роста вершин оврагов составляют 0,1-26,0 м/год, обычно 0,5-3 м/год.

9. Выявлен пульсационный режим прироста габаритов форм размыва. Пространственный анализ скоростей роста оврагов для районов юга Восточной Сибири показывает существенные различия в темпах линейного, площадного и объемного прироста, обусловленные местными условиями и режимом и интенсивностью выпадения осадков. Основной прирост габаритов форм размыва происходит в период снеготаяния и при выпадении летних дождей. С северо-запада на юг и юго-восток изучаемого региона сокращается доля весеннего прироста сокращается с 70-80% в Назаровской котловине до 20-30 % в степных геосистемах Забайкалья.

10. Выделено пять режимов развития оврагов: 1) быстрый начальный рост в течение короткого времени и снижение темпов эрозионно-аккумулятивных процессов в последующий период; 2) активный рост в течение нескольких десятилетий; 3) усложнение рисунка овражной сети вследствие образования отвершков (формирования овражной системы); 4) смена регрессивного этапа развития прогрессивным; 5) чередование этапов увеличения и сокращения размеров форм размыва вследствие последовательной смены эрозионных процессов аккумулятивными.

11. Метеорологические явления редкой повторяемости (сильные ливни, обильные дожди, весенние снегопада и бурное снеготаяние) вносят определяющий вклад в многолетнее развитие форм размыва. Во время их проявления образуются новые овраги протяженностью до 1,5 км, активно увеличиваются габариты существующих форм размыва. Для большинства оврагов региона исследования в течение последних 20-30 лет установлена тенденция снижения (отрицательный тренд) темпов их линейного, площадного и объемного роста, связанная с саморазвитием форм размыва, выработкой продольного профиля равновесия, применением почвозащитных и противоэрозионных мероприятий, сокращением площадей пашни.

12. Экзогенные процессы играют определяющую роль в образовании, развитии и эволюции оврагов. Во-первых, они образуют разнообразные отрицательные формы рельефа, которые при благоприятных условиях могут превратиться в формы размыва. Во-вторых, экзогенные процессы тесно взаимодействуют друг с другом на водосборе, в вершине, на склонах, в днище оврагов. В-третьих, экзогенные процессы осуществляют частичное и полное заполнение оврагов и/или переход в другую категорию эрозионных форм (лога, логовины, балки, лощины, ложбины). Тип, интенсивность проявления экзогенных процессов зависит от региональных и местных природно-климатических условий, стадии и фазы развития оврага. Экзогенные процессы по степени их участия в образовании и развитии оврагов разделены на три группы: определяющие (напрямую или косвенно участвующие в образовании и развитии оврага), сопутствующие (существующие до появления оврага, не участвующие напрямую в его образовании) и обусловленные его возникновением.

13. Рассмотрены варианты пространственно-временного взаимодействия экзогенных процессов на разных стадиях развития оврага в зависимости от начального и последующего ведущего (ведущих) экзогенных процессов. Установлены главный, основной и второстепенные тренды последовательной смены ведущих геоморфологических процессов в развитии и эволюции форм размыва.

14. Овражно-балочные системы имеют пространственную и временную организованность, выраженную в упорядоченности их строения и функционирования. Пространственная организованность заключается в последовательной смене участков преобладания эрозии аккумуляции, форм размыва и конусов выноса. Временная организованность овражно-балочных систем включает смену стадий развития, изменений в их морфологии, изменения в комплексе (структуре) ведущих экзогенных процессов, что обеспечивает длительное существование и развитие эрозионной сети.

В целом, в развитии оврагов, эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах рельефа временных водотоков южных районов Восточной Сибири выделяются следующие основные закономерности: направленность; ритмичность; колебательность; региональные различия.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций:*

1. **Рыжов Ю.В.** Овражная эрозия в Баргузинской котловине / Ю.В. Рыжов // География и природные ресурсы. – 1994. – № 1. – С. 83-88. – 0,30 п.л.

2. **Рыжов Ю.В.** Рост оврагов на юге Сибири / Ю.В. Рыжов // География и природные ресурсы. – 1995. – № 3. – С. 101-110. – 0,61 п.л.
3. **Рыжов Ю.В.** Роль экстремальных метеорологических явлений в развитии эрозионных процессов Прибайкалья / Ю.В. Рыжов // Геоморфология. – 1996. – № 3. – С. 96-99. – 0,30 п.л.
4. Баженова О.И. Эрозионное районирование юга Восточной Сибири / О.И. Баженова, Е.М. Любцова, **Ю.В. Рыжов** // География и природные ресурсы. – 1997. – № 2. – С. 68-73. – 0,36/0,12 п.л.
5. **Рыжов Ю.В.** Овражная эрозия в межгорных котловинах Юго-Западного Прибайкалья / Ю.В. Рыжов // Геоморфология. – 1998. – № 3. – С. 68-73. – 0,36 п.л.
6. **Рыжов Ю.В.** Оценка современной овражной эрозии юга Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Известия Русского географического общества. – 2003. – Т. 135. – Выпуск 1. – С. 70-77. – 0,42 п.л.
7. **Рыжов Ю.В.** Развитие овражных систем на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // География и природные ресурсы. – 2004. – № 1. – С. 28-35. – 0,50 п.л.
8. **Рыжов Ю.В.** Распространение оврагов на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Геоморфология. – 2009. – № 1. – С. 85-93. – 0,55 п.л.
9. **Рыжов Ю.В.** Эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейнах малых рек юга Восточной Сибири // География и природные ресурсы. – 2009. – № 3. – С. 94-101. – 0,55 п.л.
10. **Рыжов Ю.В.** Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в малом речном водосборе Юго-Западного Прибайкалья в XX веке / Ю.В. Рыжов, Д.В. Кобылкин // Геоморфология. – 2011. – № 2. – С. 42-48. – 0,42/ 0,21 п.л.
11. **Рыжов Ю.В.** Хронология эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочных системах Юго-Западного Прибайкалья в голоцене / Ю.В. Рыжов // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 108-116. – 0,55 п.л.
12. **Ryzhov Yu.V.** The erosion-accumulative processes within the basis of small rivers of southern East Siberia / Yu.V. Ryzhov // Geography and Natural Resources. – 2009. – Vol. 30. – № 3. – P. 265-271. – 0,42 п.л.
13. **Ryzhov Yu.V.** Chronology of erosion-accumulation processes in gully-draw systems of Southwestern Cisbaikalia in the Holocene / Yu.V. Ryzhov // Geography and Natural Resources. – 2012. – Vol. 33. – № 4. – P. 319-326. – 0,49 п.л.

#### **Монографии:**

14. **Рыжов Ю.В.** Циклы оврагообразования в Прибайкалье и Западном Забайкалье / Ю.В. Рыжов // Время и возраст рельефа. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма, 1994. – С. 116-119. – 15,5/0,30 п.л.
15. Баженова О.И. Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири // О.И. Баженова, Е.М. Любцова, **Ю.В. Рыжов**, С.А. Макаров. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1997. – 208 с. – 16,8/4,4 п.л.
16. **Рыжов Ю.В.** Временные аспекты процессов овражной эрозии. Географические исследования Сибири / Ю.В. Рыжов. Том 2. Ландшафтообразующие процессы. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2007. – С. 57-74. – 25,6/1,50 п.л.

#### **Статьи в сборниках научных работ и материалах конференций:**

17. **Рыжов Ю.В.** Стадии развития оврагов Прибайкалья // Ю.В. Рыжов // Рельеф и склоновые процессы юга Сибири. – Иркутск, 1988. – С. 73-98. – 1,7 п.л.
18. Баженова О.И. Эрозионные процессы и природопользование в южной Сибири О.И. Баженова, Е.М. Любцова, **Ю.В. Рыжов** // Географические исследования в Азиатской России: история и современность: материалы IX совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1995. – С. 116-117. – 0,12/0,04 п.л.
19. **Рыжов Ю.В.** Структуры экзогенных процессов и геоморфологический риск // Анализ и оценка природных рисков в строительстве: материалы международной конференции / Ю.В. Рыжов. – Москва, 1997. – С. 122-124. – 0,18 п.л.
20. **Рыжов Ю.В.** Овражная эрозия на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: материалы научной конференции: – Т. 4. – Томск, 1998. – С. 83-85. – 0,18 п.л.
21. Выркин В.Б. Основные проблемы развития рельефа и экзогенных процессов Юго-Западного Прибайкалья / В.Б. Выркин, Л.Н. Ивановский, **Ю.В. Рыжов** // Геоморфология Центральной Азии: материалы XXVI пленума Геоморфологической комиссии РАН и

- международного совещания. – Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2001. – С. 60-62. – 0,18/0,06 п.л.
22. **Рыжов Ю.В.** Овражные системы юга Восточной Сибири // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: материалы международной научно-практической конференции / Ю.В. Рыжов. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного педагогического университета, 2001. – С. 51-55. – 0,30 п.л.
23. **Рыжов Ю.В.** Развитие оврагов и овражных систем (на примере юга Восточной Сибири) // Самоорганизация и динамика геоморфосистем: материалы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН / Ю.В. Рыжов. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С. 302-304. – 0,18 п.л.
24. **Рыжов Ю.В.** Оценка пораженности сельскохозяйственных земель эрозионными и эоловыми процессами в Байкальском регионе / Ю.В. Рыжов // Закон Российской Федерации «Об охране озера Байкал» как фактор устойчивого развития в Байкальском регионе: материалы международной научной конференции. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. – С. 188-190. – 0,18 п.л.
25. **Ryzhov Yu.V.** Linear erosion in drainage basins of the south of Eastern Siberia / Yu.V. Ryzhov // Science for watershed conservation: multidisciplinary approaches for natural resource management: International conference abstracts. – Ulan-Ude: Publishing House of Buryat Scientific Center SB RAS, 2004. – Vol. 1. – P. 83-84. – 0,12 п.л.
26. **Рыжов Ю.В.** Овражная эрозия в Приангарье и Прибайкалье // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования / Ю.В. Рыжов // Материалы XXVIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Новосибирск: Изд-во Института геологии СО РАН, 2004. – С. 233-234. – 0,12 п.л.
27. **Рыжов Ю.В.** Изучение взаимодействия форм размыва в водосборном бассейне // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: материалы второй всероссийской научно-практической конференции / Ю.В. Рыжов. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного педагогического университета, 2004. – С. 30-33. – 0,24 п.л.
28. **Рыжов Ю.В.** Овражная эрозия в Байкальском регионе // Новые и традиционные идеи в геоморфологии / Ю.В. Рыжов // V Шукинские чтения: труды. – М.: Географический факультет МГУ, 2005. – С. 320-324. – 0,24 п.л.
29. **Рыжов Ю.В.** Цикличность развития оврагов на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий: материалы международной научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2005. – С. 280-284. – 0,30 п.л.
30. **Рыжов Ю.В.** Антропогенная динамика геосистем и эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях флювиальной сети Прибайкалья / Ю.В. Рыжов // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: материалы всероссийской конференции. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного технического университета, 2005. – С. 430-433. – 0,30 п.л.
31. **Рыжов Ю.В.** Роль современных экзогенных процессов в развитии и сохранности оврагов юга Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Проблемы флювиальной геоморфологии: материалы XXIX Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. – С. 245-248. – 0,24 п.л.
32. **Ryzhov Yu.V.** Linear erosion in the drainage basins of Southern East Siberia / Yu.V. Ryzhov, I. M. Mashchuk // Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on River Sedimentation. August 1-4, Moscow, Russia. – Moscow, 2007. – Volume 1. – P. 361-367. – 0,42/0,21 п.л.
33. **Рыжов Ю.В.** Цикличность и ритмичность эрозионно-аккумулятивных процессов в эрозионных формах Прибайкалья в голоцене / Ю.В. Рыжов // XIII научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока: сборник материалов. Иркутск, 25-27 ноября 2007 г.: – Т. 1. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2007. – С. 88-89. – 0,12 п.л.
34. **Рыжов Ю.В.** Исследование овражной эрозии в Восточной Сибири: итоги и перспективы // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее. / Ю.В. Рыжов Материалы XXX Пленума геоморфологической комиссии РАН. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2008. – С. 249-250. – 0,12 п.л.
35. **Рыжов Ю.В.** Эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях флювиальной сети Байкальского региона // Природные, социально-экономические и этнокультурные процессы России / Ю.В. Рыжов // Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 120-летию

образования кафедры физической географии и этнографии в Казанском университете: материалы: – Ч. 1. – Казань, 2008. – С. 175-178. – 0,24 п.л.

36. **Рыжов Ю.В.** Развитие овражной эрозии на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований: труды всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 19-22 мая 2009 г.: Т. 1. – Казань: Изд-во «Бриг», 2009 – С. 168-171. – 0,24 п.л.

37. **Рыжов Ю.В.** Распространение оврагов на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Теоретические и прикладные вопросы современной географии: труды Всероссийской конференции. – Томск: ТГУ, 2009. – С. 56-57. – 0,18 п.л.

38. Vyrkin V. Land use and exogenous processes in the South of East Siberia / V. Vyrkin, D. Kobylkin, **Yu.V. Ryzhov** // Land cover and land use changes in North East Asia: problems of sustainable nature management. Proceedings of the International Scientific Conference, September 6-12, 2009. Vladivostok, Russia. Vladivostok: Dalnauka, 2009. – P. 272-275. – 0,24/0,08 п.л.

39. **Рыжов Ю.В.** Ритмичность развития эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочных системах Юго-Западного Прибайкалья в голоцене / Ю.В. Рыжов // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты. VI Щукинские чтения: труды (коллектив авторов). – М.: Географический факультет МГУ, 2010. – С. 450-451. – 0,12 п.л.

40. **Ryzhov Yu.V.** Distribution and development of gullies in Southern East Siberia (Russia) / Yu.V. Ryzhov, D.V. Kobylkin // Human impact on gully erosion. 5<sup>th</sup> International Symposium on Gully Erosion: book of abstracts. – Lublin (Poland), 2010. – P. 102-105. – 0,24/0,12 п.л.

41. **Рыжов Ю.В.** Овражные системы юга Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Теоретические проблемы современной геоморфологии. Теория и практика изучения геоморфологических систем: материалы XXXI Пленума Геоморфологической комиссии РАН (Астрахань, 5-9 октября 2011 г.): Ч. 2. – Астрахань, 2011. – С. 233-237. – 0,30 п.л.

42. **Рыжов Ю.В.** Цикличность развития эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочных системах Прибайкалья в позднем неоплейстоцене и голоцене / Ю.В. Рыжов // Квартер во всем многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Апатиты, 12-17 сентября 2011 г.: Т. 2. – Апатиты-СПб, 2011. – С. 207-208. – 0,12 п.л.

43. **Рыжов Ю.В.** Оврагообразование в позднеледниковье и голоцене в Юго-Западном Прибайкалье / Ю.В. Рыжов, Х.А. Арсланов, Д.В. Кобылкин и др. // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. – Москва: Географический факультет МГУ, 2011. – С. 341-350. – 0,61/0,12 п.л.

44. **Ryzhov Yu.V.** Distribution and development of gullies in Southern East Siberia (Russia) / Yu.V. Ryzhov, D.V. Kobylkin // Landform Analysis. – 2011. – Vol. 17. – P. 151-155. – 0,3/0,15 п.л.

45. **Рыжов Ю.В.** Хронология эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочных системах в позднем неоплейстоцене и голоцене в Прибайкалье и Западном Забайкалье / Ю.В. Рыжов // Геоморфологические и палеогеографические исследования полярных регионов: материалы совместной международной конференции «Геоморфология и палеогеография полярных регионов», симпозиума «Леопольдина» и совещания рабочей группы INQUA Perebaltic. – Санкт-Петербург, СПбГУ, 9-17 сентября 2012. – Санкт-Петербург, 2012. – С. 223-226. – 0,24 п.л.

46. **Рыжов Ю.В.** Новейший этап развития эрозионно-аккумулятивных процессов на юге Восточной Сибири / Ю.В. Рыжов // Антропогенная геоморфология: наука и практика: материалы XXXII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Москва-Белгород: Издательский дом «Белгород», 2012. – С. 105-108. – 0,24 п.л.

47. **Рыжов Ю.В.** Хронология эрозионно-аккумулятивных процессов в бассейне р. Куйтунки в голоцене / Ю.В. Рыжов, Д.В. Кобылкин, В.Н. Черных // Актуальные эколого-географические и социально-экономические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во Улан-Удэ, 2013. – С. 95-99. – 0,30/0,10 п.л.