

На правах рукописи

СЕРГЕЕВ Александр Владиславович

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БАЛОЧНОЙ
СЕТИ ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

Специальность: 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук

Казань, 2006

Работа выполнена на кафедре физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Удмуртского государственного университета.

Научные руководители:

доктор географических наук,
профессор Г.П. Бугаков
доктор географических наук,
профессор И.И. Рысин

Официальные оппоненты:

доктор географических наук,
профессор Н.П. Торсуев
кандидат географических наук,
доцент Т.Н. Чернышева

Ведущая организация: Пермский государственный университет.

Защита состоится 6 апреля 2006 г. в 14 часов в аудитории 1512 второго учебного корпуса Казанского государственного университета на заседании диссертационного совета Д 212. 081. 20 по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук при Казанском государственном университете по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корпус 2, факультет географии и геоэкологии.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского Казанского государственного университета. Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по указанному адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, КГУ, служба аттестации научных кадров.

Автореферат разослан _____ марта 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент

Ю.Г. Хабутдинов

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В пределах Вятско-Камского междуречья одними из самых распространенных форм рельефа являются стабильные эрозионные формы, созданные преимущественно временными водотоками. В большинстве литературных источников они называются *балками*. Данные формы имеют важное общегеографическое, прикладное и экологическое значение.

Общегеографическая значимость балок заключается в том, что они занимают видное место в рельефе равнин, но в то же время являются самой слабоизученной из стадий классической схемы В.В. Докучаева «овраг – балка – речная долина», которая все чаще подвергается критике.

В прикладном плане балочные формы (БФ) используются для создания с минимальными затратами многофункциональных прудов и организации противоэрозионных мероприятий, в т.ч. прогнозирования овражной эрозии.

В экологическом аспекте БФ, во-первых, имеют большое значение как биотопы редких, в т.ч. реликтовых, животных и особенно растений; а также служат коридорами их миграции. Во-вторых, они являются геохимическими коллекторами загрязняющих веществ.

Цель и задачи. Автор поставил *целью* выявить закономерности формирования балочной сети на территории Вятско-Камского междуречья. При этом решались следующие конкретные *задачи*:

- 1) анализ природных условий, определяющих современное состояние балочной сети Вятско-Камского междуречья;
- 2) разработка классификации БФ Вятско-Камского региона на основе их морфологии, морфометрии, возраста и состава слагающих осадков;
- 3) анализ распространения БФ во взаимосвязи с другими формами рельефа;
- 4) временной анализ формирования балочного рельефа региона;
- 5) расчленение балочных отложений по литологическим и инженерно-геологическим признакам для прикладных целей.

Фактической основой для работы послужили данные полевых исследований автора в составе комплексной физико-географической экспедиции Удмуртского государственного университета в 1996-2004 гг., археологической экспедиции в 1999-2001 гг., тематической экспедиции географического факультета «Исследования влияния геолого-геоморфологических условий на аварийность промышленных трубопроводов» в 1997-2000 гг., а также самостоятельных исследований в процессе проведения учебных ландшафтных практик в 1996-2003 гг. За период с 1996 по 2003 гг. было обследовано около 500 отдельных БФ и овражно-балочных систем (ОБС), на которых выполнено описание морфологии, морфометрии и разрезов в более чем 800 точках наблюдений. Выполнен гранулометрический анализ балочных осадков ситовым методом. Кроме того, использованы данные ОАО «Удмуртгипроводхоз» по 26 разрезам и скважинам в балочных формах.

Карты балочной сети получены при обработке крупномасштабных топографических карт, аэрофотоснимков и фототопопланшетов. Некоторые карты составлены по фондовым материалам кафедры физической географии Удмуртского государственного университета и литературным источникам.

Научная новизна.

- 1) На обширном фактическом материале построена морфогенетическая классификация БФ Вятско-Камского региона.
- 2) На основе анализа распространения БФ построены карты густоты и плотности балочной сети, отдельных БФ, типов овражно-балочного рельефа; впервые проведено районирование балочной сети Вятско-Камского междуречья.
- 3) Произведены типизация и картирование БФ по их плановому рисунку.
- 4) Разработана обобщенная графическая модель структуры балочной сети в пределах элементарного речного бассейна, где впервые рассматриваются взаимоотношения БФ с эрозионно-нивальными формами.
- 5) Представлено детальное расчленение балочных отложений Вятско-Камского междуречья на основе условий их формирования, состава и физико-механических свойств.

б) Обосновано выделение балочных осадков в качестве парагенетического типа со своим комплексом фаций.

Практическая ценность работы. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при разработке Генеральной схемы противоэрозионных мероприятий, прудовом хозяйстве; рациональном использовании земельных ресурсов и малых рек; при подготовке специалистов природоохранных и физико-географических направлений. Данные исследований использованы в разработке регламента по снижению аварийности трубопроводов от внешних воздействий на нефтяных месторождениях, который внедрен на ряде нефтепромыслов ОАО «Удмуртнефть».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Балочные формы занимают ведущее место в эрозионном рельефе Вятско-Камского региона, специфика которых обусловлена колебанием природных условий в течение неоплейстоцена–голоцена, а также антропогенной деятельностью.

2. Анализ морфолого-морфометрических характеристик, генезиса и состава выполняющих осадков позволяет подразделить БФ на две группы, четыре типа, восемь видов и ряд разновидностей.

3. В обобщенной графической модели структуры балочной сети в пределах элементарного речного бассейна преобладающими являются соотношения «ложбина-лощина-балка» и «ложок-лог-логовина-балка».

4. Распространение БФ на исследуемой территории является крайне неравномерным, что, в первую очередь, определяется особенностями рельефа и климатическими условиями неоплейстоцена-голоцена и, во вторую, хозяйственной деятельностью человека. В истории формирования БФ следует выделять четыре морфодинамических периода.

5. Различия в строении и свойствах балочных отложений позволяют выделить комплекс фаций и инженерно-геологических элементов, специфичность и условия образования которых достаточны для выделения парагенетического типа балочных осадков – транслювия.

6. Среди отложений, выполняющих элементарный речной бассейн (коренные породы, осадки склонов, водоразделов и речных террас), максимальной коррозионной активностью отличаются балочные делювиальные и пролювиальные отложения, способствуя высокой аварийности трубопроводов. Балочные системы являются наиболее загрязненными урочищами в пределах ландшафта речной долины.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на научно-практических конференциях Межвузовского научно-координационного совета по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ (Санкт-Петербург 2001; Курск, 2003; Ульяновск, 2005), на семинарах молодых ученых (Ижевск, 1997; Вологда, 2000; Пермь, 2002; Брянск, 2004). Кроме того, они представлялись на конференциях различного уровня (от региональных до международных) по вопросам геоэкологии и экзогенного рельефообразования (Казань, 1998, 2001, 2002; Ижевск, 1999, 2000, 2004; Москва, 1999; Уфа, 1999; Саратов, 2001; Смоленск, 2001; Минск, 2003).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 23 работы, из них 9 статей.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста и заключения общим объемом 197 страниц. Она включает приложение (24 стр.), содержит 108 рисунков и карт, 26 таблиц по тексту, а также 10 рисунков, 10 карт и 4 таблицы в приложении, список литературы из 162 наименований.

Автор благодарен докторам географических наук проф. Г.П. Бутакову и проф. И.И. Рысину, под руководством которых выполнена диссертация. Автор признателен к.г.н., проф. А.Г. Илларионову и д.г.н., проф. В.И. Стурману, доцентам к.г.н. И.Е. Егорову и к.г.н. А.А. Перевощикову за ценные советы и критические замечания по диссертации, в предоставлении работ по хоздоговорным темам и финансировании командировок, а также генеральному директору ОАО институт «Удмуртгипроводхоз» В.И. Своекошину за предоставленные фондовые материалы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Оценка основных условий развития балочных форм Вятско-Камского междуречья

Современная балочная сеть формировалась в относительно постоянных геолого-орографических и меняющихся климато-гидрографических условиях.

Наибольшее влияние на образование БФ оказывает глубина расчленения рельефа (амплитуда по региону 285 м), поэтому максимальные показатели их развития приурочены к Верхнекамской возвышенности и правобережью Камы. Эрозионно неустойчивые терригенные верхнепермские и четвертичные отложения склонов долин способствуют линейной эрозии. Изменения климато-ландшафтной обстановки в неоплейстоцене-голоцене привели к формированию мультисистемных и террасированных балочных систем. Современный гумидный климат благоприятствует лишь трансформации оврагов в лога и логовины. Избыточное увлажнение, достаточно высокая плотность речной сети (около 500 м/км²), преобладание свободно меандрирующих русел (87%), неглубокое залегание грунтовых вод обусловили возникновение множества БФ с постоянными водотоками и балочными террасами. Таким образом, климато-гидрографические условия способствуют балкообразованию благодаря усиленному дренажу поверхностных и подземных вод. Большая часть региона находится в подзоне южной тайги. Современная древесная растительность и преобладающие дерново-подзолистые почвы, отличающиеся низкой противозерозионной устойчивостью, способствуют развитию линейной эрозии и балкообразованию (переходу оврагов в лога). История освоения Вятско-Камского междуречья и большая плотность сельского населения (более 15 чел./км²) обусловили высокое развитие логов на юге региона. Таким образом, геолого-климатические факторы обусловили зональное распространение БФ по территории Вятско-Камского региона, местами нарушаемое антропогенными факторами и условиями рельефа.

Глава 2. Методика исследований и исходный материал

Распространение БФ изучалось методами сплошного картирования и по ключевым участкам в основном по крупномасштабным фототопопланшетам (масштаба 1:10000) и топографическим картам масштаба 1:25000, 1:50000 и 1:100000. В качестве ключевых участков принимались речные бассейны первого порядка: для карт масштаба 1:25000 площадью от 30 до 40 км², масштаба 1:50000 площадью около 30 км², масштаба 1:100000 – около 100 км². Участки подбирались с типичными однородными внутренними ландшафтными условиями. При анализе балочного рельефа учитывалась густота БФ. Вследствие генерализации рельефа густота БФ уменьшается, поэтому для последних двух масштабов вводились поправочные коэффициенты – 1,2 и 1,8 соответственно. Коэффициенты вычислялись путем сопоставления густоты БФ одних и тех же элементарных бассейнов по картам разных масштабов. На ключевых участках по картам масштаба 1:50000 при сопоставлении с картами 1:25000-го масштаба вводились поправочные коэффициенты для балок 1,4, для ложин 1,6, ложбин, логов и логовин 2,0. Площади водосборов БФ определялись методом палетки.

Систематизация БФ по картам разработана в ходе проведения полевых исследований по конфигурации горизонталей, и подтверждена при анализе топокарт и дешифрировании аэрофотоснимков. Возраст БФ определялся по их геоморфологическому положению и характеру выполняющих осадков.

Был проведен гранулометрический анализ балочных отложений ситовым методом.

Всего насчитывается более 800 полевых точек наблюдения с описанием выполняющих осадков и морфологии БФ, а также проанализировано 26 разрезов и скважин в балках по материалам института «Удмуртгипроводхоз».

В ходе исследований применялись традиционные геоморфологические методы: картографический, сравнительно-описательный, аналитический, ключевых участков, системный анализ, статистический, литературный, историко-геологический, фациальный анализ и др.

Глава 3. Пространственный анализ форм древнего эрозионного рельефа

Предлагается авторская классификация БФ, основанная на их морфологии, морфометрии, возрасте, особенностях выполняющих осадков (табл. 1, рис. 1).

Ложбины имеют водосборы площадью около 0,5 га (5000 м²). Это вытянутые понижения с пологими (до 8-10⁰) склонами, плавно смыкающимися на ровном дне. Ложбины характеризуются глубиной обычно в несколько метров, шириной – до десятков метров. Продольный профиль тальвега повторяет профиль склона.

Лощины имеют площади водосборов от 1–1,5 га до 500 га (5 км²). Они отличаются от ложбин большей глубиной (от 1,5 до 10-15 м), шириной (до 100-150 м), более крутыми (от 10⁰ до 20⁰) склонами, имеющими плавные тыловые швы и бровки. Тальвег этих форм приближается к прямому.

Балки имеют симметричный (мульдо- и ящикообразный) или асимметричный поперечный профиль. Бровки и тыловые швы плавные, борта имеет выпукло-вогнутую форму. Глубина балок колеблется от 5-15 м до 50-60 м на крутых берегах рр. Камы и Вятки. Продольный профиль вогнутой формы.

Лог имеет узкое днище, V-образный поперечный профиль, глубину около 5-8 м, резкие бровки. Крутизна склонов не превышает угла устойчивого естественного откоса. Днище занято хорошо выраженным тальвегом.

Логовина имеет трапецевидный поперечный профиль, с резкими тыловыми швами и бровками. Днища широкие, плоские. Склоны прямые, крутые. Глубина логовин от 2 до 7-10 м, реже больше.

Ложок, это задернованная промоина с V- и U-образным поперечным профилем, глубиной до 1,5 м, крутыми склонами и узким днищем.

Суходол своим образованием и морфологией обязан деятельности постоянных водотоков. Это долина с балочным режимом, т.е. в настоящее время формирующаяся временными водотоками. Суходол характеризуется резкой асимметрией поперечного профиля и строения. Глубина вреза колеблется от 5 до 35 м и более, площадь водосбора 30 – 50 км². Реликтовые суходолы были занесены делювиально-солифлюкционными осадками в неоплейстоцене, поэтому отличаются слабо выраженными долинными признаками. Современные суходолы

Классификация балочных форм

Группы	Неоплейстоценовые		Голоценовые	
	ранние реликтовые	поздние реликтовые	молодые	современные
Типы				
Виды	ложбина, лощина, балка, реликтовый суходол		лог, логовина, ложок, современный суходол	
Разновидности	переработанные			
	в позднем неоплейстоцене		в раннем голоцене	в современную эпоху
	балка в балке, лощина с балкой, балка с террасами, ложбина с балкой, ложбина с лощиной, балка с лощиной и другие		балка с логом, балка с логовиной, плоскодонная балка, лощина с логовиной и другие	балка с оврагом, балка с логом, балка с логовиной, логовина с оврагом, лощина с логовиной "ложбина, лощина", "балка" и другие

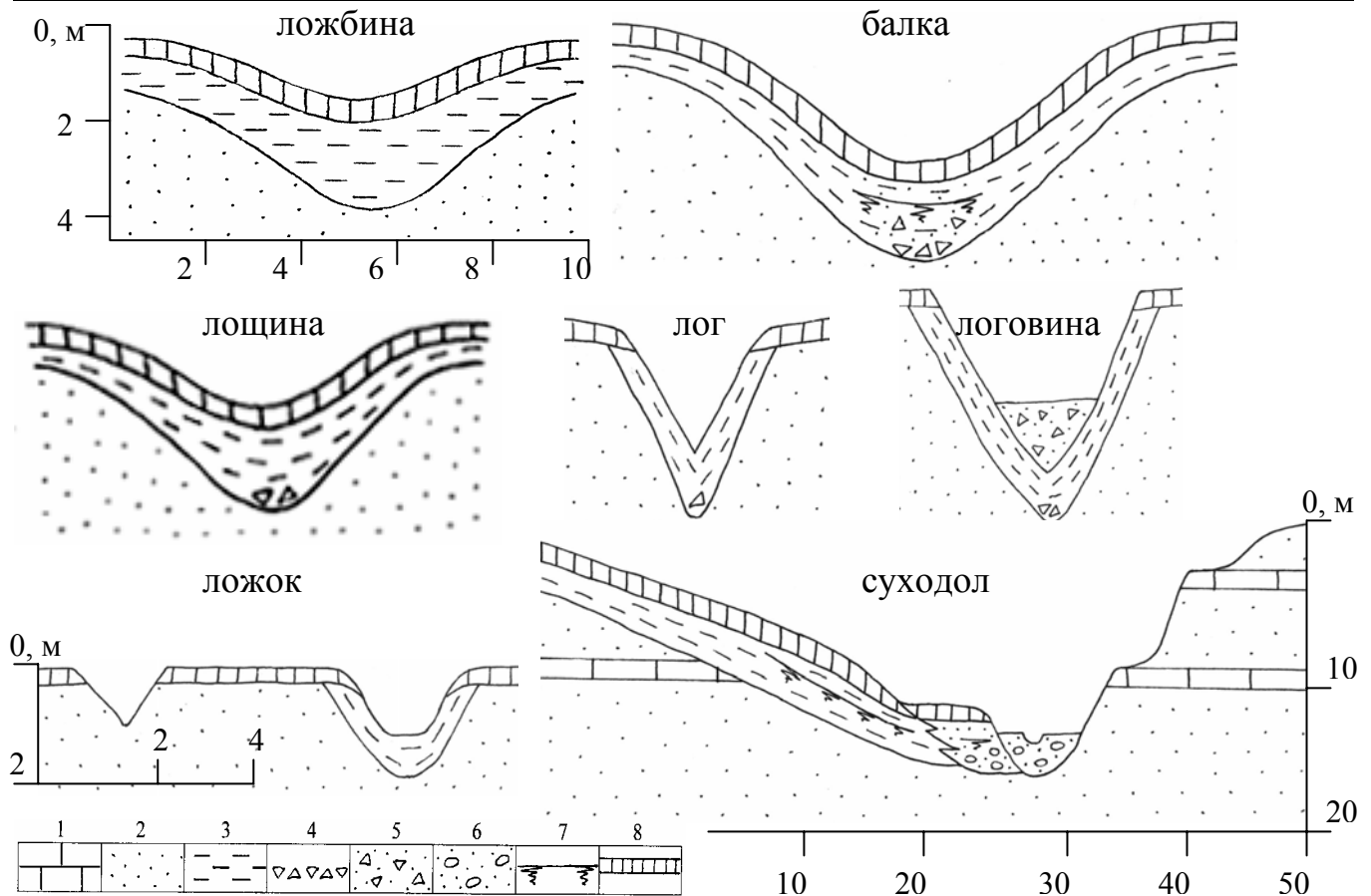


Рис. 1. Виды балочных форм Вятско-Камского региона. Условные обозначения: 1. прочные коренные породы, 2. рыхлые коренные породы, 3. покровные склоновые осадки, 4. базальный горизонт, 5. балочный аллювий, 6. речной аллювий, 7. погребенные почвы, 8. современные почвы.

возникли вследствие заиления русел долин малых рек в агркультурное время, поэтому сохранили достаточно четкие признаки долины (наличие террас).

Структура балочной сети включает два пояса: пояс отсутствия балочной сети и балочный пояс, который состоит из трех подпоясов – ложбин, лощин и балок. Кроме того, можно выделить две зоны голоценовых БФ: первичных логов и логовин (1) и вторичных логов и логовин (2).

Неоплейстоценовые БФ в 3-6 раз длиннее голоценовых. Наибольшей ширины достигает подпояс балок (около 400 м, 45% длины склонов), ширина голоценовых БФ составляет 100 – 300 м. Большинство последних вторичны. В общем виде представляется следующий пространственный ряд БФ вниз по склону: ложбина – лощина – балка – логовина – лог (рис. 2).

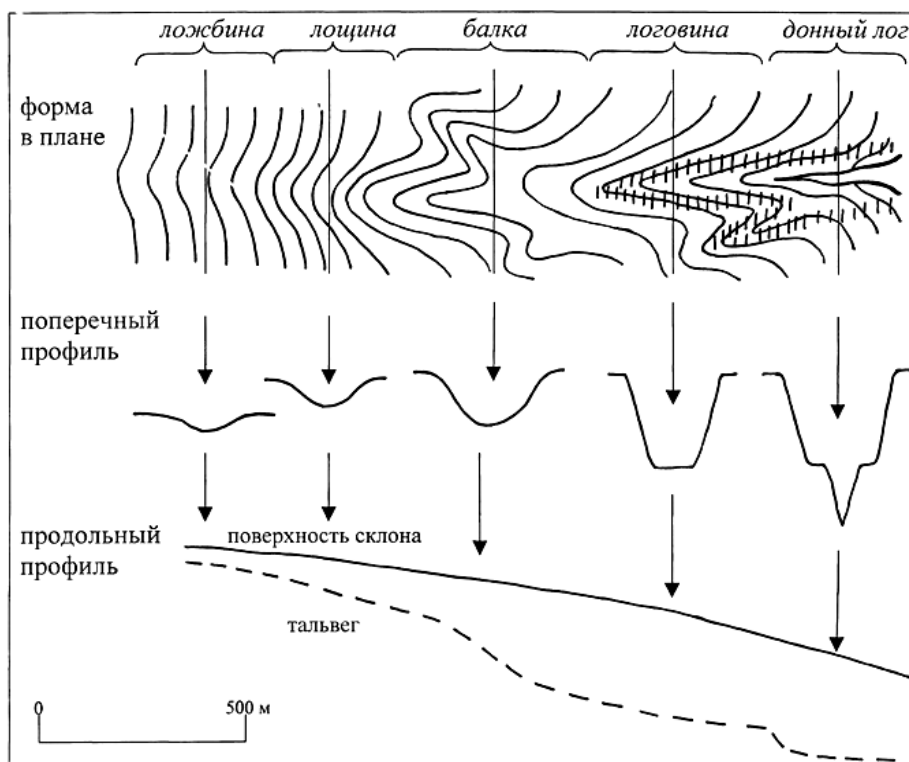


Рис. 2. Схема соотношений балочных форм по склону.

Большинство крупных балочных систем имеют древовидный рисунок (52,25%). Перистый рисунок характерен для голоценовых БФ – логов, логовин и ложков (17,85%). Вдоль рек с однородными условиями склонов наблюдается параллельный перпендикулярный рисунок балочной сети (13,1%).

При анализе распространения БФ выявляется явное преобладание во всех элементарных бассейнах ложбин (30-40%) и балок (22-33%), наименьшую роль играют логовины (около 2%). Локальная высокая плотность логов обусловлена составом пород, малой залесенностью и ранним освоением. Описана связь БФ между собой, поверхностями выравнивания, эрозионно-нивальными нишами и речными долинами. Полевыми наблюдениями выявлено около 40 модификаций балочных систем (рис. 3). Максимальное распространение имеют соотношения: «ложбина-лощина-балка» (36%), «ложок-лог-логовина-балка» (17%), «эрозионно-нивальная ниша-лощина-балка» (15%) и «лощина-балка» (12%).

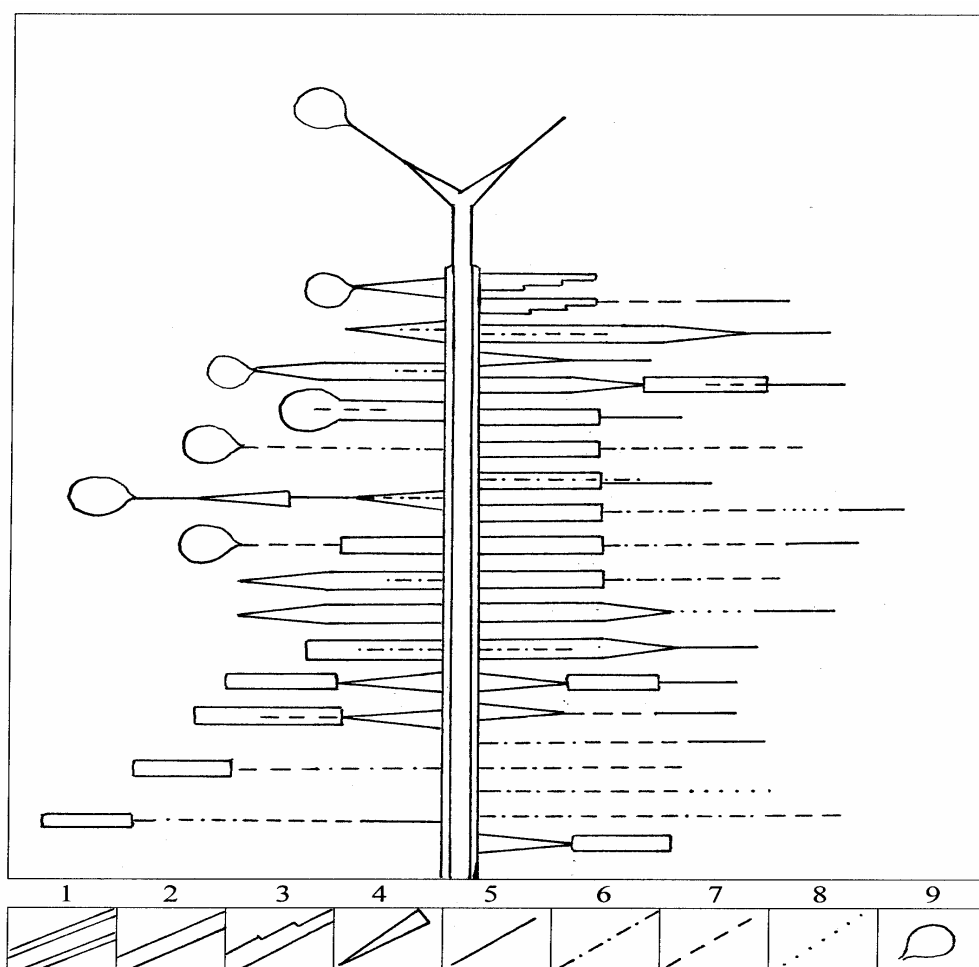


Рис. 3. Графическая модель взаимоотношений балочных форм в пределах элементарного речного бассейна по данным полевых наблюдений на территории Удмуртии.

Условные обозначения:

- 1 – долина, 2 – балка, 3 – террасированная балка, 4 – лощина, 5 – ложбина,
6 – логовина, 7 – лог, 8 – ложок, 9 – эрозионно-нивальная ниша.

В целом по региону эрозионно-нивальные ниши занимают верховья 19% балочных систем. Однако на куэстовых уступах, особенно в северо-восточной части региона, их участие заметно возрастает. О взаимосвязи нивальных ниш и БФ говорит также тождественность их осадков.

БФ являются притоками рек любого порядка, расчленяя надпойменные террасы, коренные берега, а также занимают их верховья.

Максимальная густота БФ (3000-4000 м/км²) наблюдается выше истока рек, что связано с увеличением глубины расчленения. Вниз по течению и с увеличением порядка реки развитие БФ уменьшается: в бассейнах 1-го порядка густота всегда больше 1000 м/км², 3-го порядка – уже около 700-800 м/км².

По соотношению эрозионных форм предлагается классификация рельефа (табл. 2, рис. 4), согласно которой в регионе преобладает овражно-долинно-балочный подкласс. Это означает, что в большинстве бассейнов региона преобладают БФ, речная сеть занимает второе место, овраги – третье. Не отраженные на карте классы и подклассы встречаются в локальных бассейнах: овражно-долинный – на коренных берегах рек; овражно-балочный и балочно-овражный – в верхних частях склонов или в пределах крупных БС, впадающих в крупные реки, небольшой протяженности в данном бассейне и т.д.

Таблица 2

Классификация эрозионного рельефа

Надклассы	1. Долинный	2. Балочный	3. Овражный
Классы	2.1. балочно-долинный 3.1. овражно-долинный	1.2. долинно-балочный 3.2. овражно-балочный	2.3. балочно-овражный 1.3. долинно-овражный
Подклассы	3.2.1. овражно-балочно-долинный 2.3.1. балочно-овражно-долинный	3.1.2. овражно-долинно-балочный 1.3.2. долинно-овражно-балочный	1.2.3. долинно-балочно-овражный 2.1.3. балочно-долинно-овражный

Проведено картирование и типизация рельефа региона по степени развития БФ (рис. 5). Развитие балочной сети минимально в низовьях р. Кильмезь и в бассейне р. Волосницы (густота 10 м/км², плотность около 1 ед./км²), где небольшая глубина местного базиса эрозии, высокая залесенность (более 90%), малые уклоны (менее 3⁰) и незначительные мощности склоновых суглинков (менее 2 м), а также близко залегающие водоупоры, обуславливают высокую заболоченность

и наличие постоянных водотоков. Максимальное развитие характерно для левобережья р. Чепцы, устья Вятки, бассейна р. Умяк (густота 2500-3000 м/км², плотность более 2,5 ед./км²) и Кырыкмас (до 4000 м/км²). Этому способствуют глубина расчленения (более 100 м), мощные легко размываемые четвертичные осадки (более 20 м), низкая залесенность (менее 25%), а также давнее освоение и связанная с ним большая доля голоценовых форм и суходолов.

Количественный анализ факторов развития балочной сети показал максимальное влияние абсолютных высот местности (30,2%), поэтому наибольшие показатели развития БФ отмечаются на Верхнекамской возвышенности и Сарапульской возвышенностях.

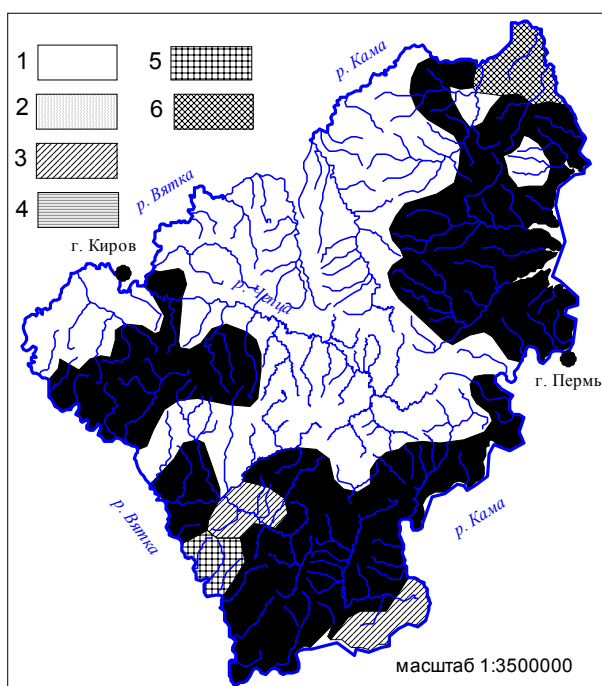


Рис. 4. Карта классов и подклассов эрозионного рельефа Вятско-Камского междуречья. Условные обозначения: 1 – долинно-балочный, 2 – овражно-долинно-балочный, 3 – долинно-овражно-балочный, 4 – балочно-долинный, 5 – балочно-овражно-долинный, 6 – овражно-балочно-долинный.

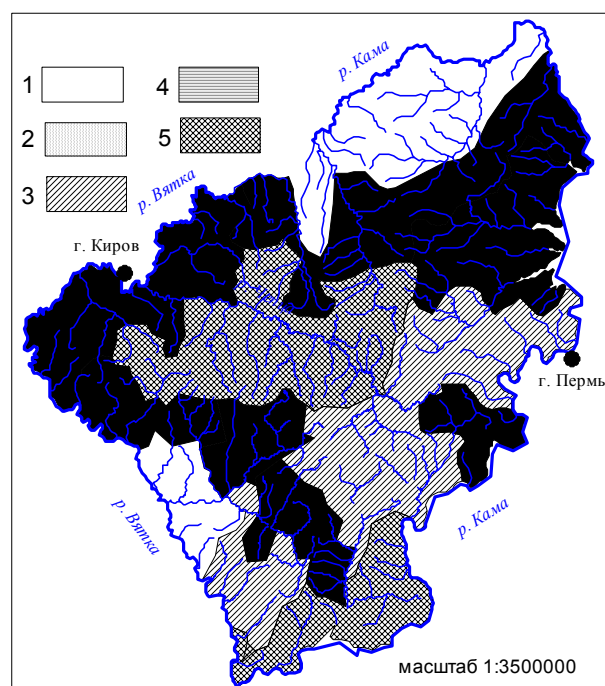


Рис. 5. Комплексное типологическое районирование территории Вятско-Камского междуречья по развитию балочной сети. Районы: 1 – очень слабого; 2 – слабого; 3 – среднего; 4 – сильного; 5 – очень сильного развития балочной сети.

Глава 4. Балочные отложения

Осадки, выполняющие БФ, родственны генетически и по своему строению, сформированы единым процессом – преимущественно временными водотоками. Следовательно, балочные отложения правомерно объединить в самостоятельный парагенетический тип – *транслювий* (лат. - «перемывать»). Он объединяет комплексы склоновых и донных осадков, сформированные в результате их перемывания эпизодическими водными потоками. Они обладают в целом сходными структурно-текстурными чертами: преобладающий супесчано-суглинистый состав, низкая сортировка, слабая окатанность грубообломочного материала, плохо выраженная слоистость.

Внутренние различия позволяют расчленить транслювий на ряд фаций и объединить их в группы по особенностям среды накопления отложений. Фации выделяются по литологическим признакам с характерными структурно-текстурными чертами, указывающие на климато-динамические условия их формирования. Оформляются следующие группы фаций (табл. 3). Склоновая группа включает фации современного гумидного делювия (d^4), делювиального наилка (nd^4), перигляциального делювия (d^3), балочной солифлюкции (ds^3), водораздельную (ed^{2-4}), осыпную (c^4) и оплывания (dc^4). Донная группа состоит из фаций балочного аллювия (pd^{3-4}), микроконусов (dp^{3-4}), перигляциального пролювия (ps^3); овражного аллювия (ca^{3-4}), ливневых осадков (cpd^4), ручьев (pa^{3-4}), поймы (ap^4), пролювиального наилка (np^4). Почвенная группа в составе фаций современных и погребенных почв: дерново-карбонатная (современная DK^4 и раннеголоценовая (атлантическая ?) DK^4_{atl}), дерново-аллювиальная (DA^4), дерново-луговая (DL^4), серая лесная (SL^4), дерновая раннеголоценовая (атлантическая ?) D^4_{atl}) подзолистая (современная $П^4$ и верхнеплейстоценовая $П^3$), дерново-подзолистая (современная $ДП^4$, раннеголоценовая $ДП^4_{atl}$, верхнеплейстоценовая $ДП^3$). Устьевая группа включает фации гумидного пролювия (p^4), перигляциального пролювия (p^3), наилка (p^4) и подпруживания (lp).

Фациальное расчленение транслювия

Группа	Склоновая		Донная		Почвенная		Устьевая
подгруппа	<i>Dl</i>	<i>Cl</i>	<i>Pl</i>	<i>Al</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	
фации	d ⁴ nd ⁴ d ³ ds ³ ed ²⁻⁴	c ⁴ dc ⁴	pd ⁴ np ⁴ dp ³⁻⁴ pd ³ ps ³	ap ⁴ ca ³⁻⁴ cpd ⁴ pa ³⁻⁴	ДК ⁴ ДА ⁴ ДЛ ⁴ СЛ ⁴ ДК ⁴ _{atl} Д ⁴ _{atl}	П ⁴ ДП ⁴ ДП ⁴ _{atl} П ³ ДП ³	p ⁴ p ³ (ps ³) np ⁴ lp

Подгруппы: *Dl* – делювиальная, *Cl* – коллювиальная, *Pl* – пролювиальная, *Al* – аллювиальная, *Д* – дерновая, *П* – подзолистая.

На основе физико-механических свойств предлагается классификация балочных грунтов, в которой минимальным таксоном является инженерно-геологический элемент (ИГЭ). Это часть массива пород (слой, часть слоя и т.д.), однородная по возрасту, литологическому составу, показателям состояния и физико-механическим свойствам (табл. 4).

Таблица 4

Классификация балочных грунтов

тип	делювий	пролювий
группа	dsQ ₂₋₃ , dQ ₂₋₃ , dQ ₄ , cdQ	pQ, pdQ, lpQ, paQ
вид	глина, суглинок, супесь, песок, грубообломочный материал	
разновидности	глины полужирные; тяжелые суглинки; суглинки тяжелые, средние и легкие пылеватые; супеси легкие и пылеватые	глины жирные; суглинки легкие; суглинки средние; супеси тяжелые; супеси легкие; пески разной зернистости
Инженерно-геологический элемент (ИГЭ)	суглинок тяжелый тугопластичный и другие	песок неоднородный средней плотности и другие

Балочные грунты имеют следующие особенности: быстрая размокаемость, малая неразмывающая скорость потока, в водонасыщенном состоянии текучая консистенция и сильная пучинистость при промерзании, высокая коррозионная

активность (вследствие низкого удельного электрического сопротивления и насыщенности органикой). Эти качества обязаны преобладанию в балочных отложениях пылевато-глинистых фракций, которые при нарушении естественного сложения резко снижают свои несущие свойства. Таким образом, балочные грунты весьма неблагоприятны для строительства любых сооружений, поэтому необходимы предварительные исследования и приемы повышения устойчивости.

Изучение БФ и выполняющих отложений имеет прикладные аспекты. В частности, погребенная почва раннего голоцена (атлантического оптимума ?) может применяться в качестве временного репера, маркирующего горизонта при расчленении четвертичных отложений. Эта возможность обусловлена яркой выраженностью в разрезе, наличием отличительных специфических свойств и относительно широким развитием в БФ. Данная погребенная почва, обычно дерново-подзолистого типа, всегда четко проявляется благодаря ясному дерновому горизонту с высоким содержанием гумуса. Вследствие благоприятных климатических условий сформировалась дифференцированная, хорошо развитая почва мощностью от 0,3 до 1 м, перешедшая в погребенное состояние в агрикультурный этап. Таким образом, при наличии горизонта атлантической (?) погребенной почвы, разрез балочных отложений четко разделяется на две генерации – нижнюю неоплейстоценовую и верхнюю голоценовую.

Выполняющие БФ осадки играют значительную роль в прудовом хозяйстве, прогнозировании оврагообразования, аварийности трубопроводов, обустройства нефтеловушек и решении других хозяйственных и экологических задач.

Балочные системы при нефтедобыче играют двоякую роль – с одной стороны, они повышают риск аварийности трубопроводов (в 2-4 раза) благодаря своей четкой морфологической выраженности, увлажненности и коррозионной активности делювиальных и пролювиальных осадков. Корреляционный анализ выявил тесную прямую зависимость аварийности (до 19 порывов на 1 км трассы) от коррозионной активности грунтов ($r = 0,915$) и обратные связи средней степени с прочностными характеристиками грунтов – показателями сцепления ($r = -0,608$) и модуля деформации ($r = -0,566$).

С другой стороны, БФ способствуют локализации загрязняющих веществ. Низкие показатели пористости и коэффициента фильтрации препятствуют быстрому и широкому распространению соленой воды или нефтепродуктов и облегчают ликвидацию (сбор) последствий утечек. Наиболее загрязненными являются делювиальные и делювиально-солифлюкционные осадки бортов и днищ реликтовых БФ. Капиллярная пористость и высокие адсорбционные свойства глинистых грунтов, а также слабый промывной режим способствуют аккумуляции загрязняющих веществ в пределах балочной системы. В частности, на территории Киенгопского месторождения довольно часто (22,6%) в днищах БФ обнаруживались следы нефти. Следовательно, балочные системы без постоянного водотока, выполненные осадками перигляциальной формации будут характеризоваться минимальной экологической устойчивостью.

Геоэкологический мониторинг предусматривает обустройство нефтеловушек, часто располагаемые в балочных системах у близлежащих кустов скважин. Несколько ниже по дну балок (например, на родниках) рекомендуется устраивать пункты мониторинга. Таким образом, особенности ОБФ необходимо учитывать при строительных работах и организации геоэкологического мониторинга.

Глава 5. Временной анализ балочного рельефа Вятско-Камского междуречья

Изучение балочных отложений показало, что формирование БФ может происходить тремя путями: 1) заложение и выполаживание оврага, 2) углубление изначально мультдообразной формы (по типу деллей), 3) заиление долин и образование суходола. Многовариантная эволюция флювиального рельефа приводит к возникновению множества эрозионных форм со смешанными чертами, связанных не столько генетически, сколько пространственно.

Главными факторами балкообразования на неоплейстоценовом этапе являются эрозионные, делювиальные и солифлюкционные процессы, сформировавшие мультдообразный поперечный профиль. Доднепровские БФ либо погребены, либо выражены в виде ложбин. Последнепровские неоплейстоценовые БФ распространены очень широко и представлены лощинами, террасированными балками и логовинами. В доагрикультурный период голоцена формировались

крупные логовины, плоскодонные лощины и балки, благодаря активной аккумуляции балочного аллювия. Агрικультурный период характеризуется интенсивной хозяйственной деятельностью, которая привела к оживлению овражной эрозии и заилению малых рек. Это вызвало образование террасированных балочных систем (лощин, балок и логовин), агрিকультурных ложбин и суходолов вследствие занесения промоин и верховий рек, перестройку структуры балочной сети. Благодаря переуглублению балочных систем складываются разнообразные овражно-балочные комплексы, состоящие из вложенных форм разного возраста.

В пределах Вятско-Камского региона можно выделить семь *эпох активизации* бассейновой эрозии, которые привели к заложению и переработке балочных систем: 1) плиоценовая, 2) венедская, 3) шкловская, 4) микулинская, 5) мончаловская, 6) древнеголоценовая, 7) современная (рис. 6). При анализе схемы четко проявляется закономерность развития эрозионных форм временных водотоков в термоксеротическую фазу, когда увеличивается общее увлажнение, а грунты еще не закреплены сплошной растительностью. Резкий спад овражной эрозии наблюдался в термогигротическую фазу, когда растительность консервировала эрозионные формы. В криотические фазы происходило выполаживание и заполнение БФ.

Таким образом, в истории формирования балочной сети четко прослеживается влияние палеогеографических условий, которые определяют рельефообразующие процессы, распространение, строение и взаимоотношения БФ. Следовательно, можно выделить в развитии балочных систем Вятско-Камского междуречья следующие *морфодинамические периоды*:

1) доперигляциальный, приходящийся на эоплейстоцен и ранний неоплейстоцен, отличающийся довольно глубоким расчленением в южной части региона, БФ которого подверглись полному или почти полному погребению;

2) перигляциальный, охватывающий средний и поздний неоплейстоцен, с активным участием солифлюкционных и делювиальных процессов, сформировавшие мульдообразный облик БФ;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогами проделанной работы стали следующие основные выводы.

1. Геологические и орографические факторы способствуют, а почвенно-растительный покров и климат препятствуют овражной эрозии. В настоящее время мутьдообразные БФ естественным путем не образуются, современное балкообразование сводится к возникновению логов и логовин вследствие зарастания антропогенных оврагов. Густота БФ определяется преимущественно глубиной расчлененности рельефа, а роль антропогенного и зонального факторов имеет второстепенное значение.

2. Разработана морфогенетическая классификация БФ Вятско-Камского региона, которая включает следующие виды: ложбина, лощина, балка, реликтовый и современный суходолы, лог, логовина и ложок. Они объединены в четыре типа (ранние и поздние реликтовые, молодые и современные) и две группы (неоплейстоценовые и голоценовые).

3. БФ образуют разнообразные взаимные сочетания и сложные комплексы (около 40 модификаций). Самыми распространенными являются ложбины и балки, а из соотношений (вниз по склону): «ложбина-лощина-балка» (36%), «ложок-лог-логовина-балка» (17%) и «эрозионно-нивальная ниша-лощина-балка» (15%). В плане преобладает древовидный рисунок (более 52%).

4. Среди эрозионных форм балочные резко преобладают над речными долинами и оврагами. Составленные карты плотности, густоты и районирования БФ показали минимальное их развитие на севере (Косинская низменность) и западе региона (Кильмезская низменность) – плотность 0,38 ед./км², густота – 10 м/км². Максимального развития БФ достигают в среднем течении р. Чепцы и в нижнем течении р. Камы – плотность более 3 ед./км², густота – 3204 м/км².

5. В формировании балочного рельефа прослеживается периодичность, обусловленная климатическими колебаниями неоплейстоцена и доагрикультурного периода голоцена, а в современную (агрикультурную) эпоху – хозяйственной деятельностью. Она проявляется в усилении (в переломные фазы) и стабилизации бассейновой эрозии, образованием вложенных ОБФ с

соответствующими комплексами фаций. В истории развития балочного рельефа Вятско-Камского междуречья прослеживаются четыре морфодинамических периода: доперигляциальный, перигляциальный, раннеголоценовый и агрикультурный.

6. Совокупность балочных отложений обособляется в самостоятельный парагенетический тип – транслювий, который расчленяется на ряд оригинальных фаций по литолого-динамическим признакам и на инженерно-геологические элементы по физико-механическим признакам. Общими характерными чертами транслювия являются: супесчано-суглинистый механический состав, слабая отсортированность, наличие в разрезе полуугловатого и полуокатанного грубообломочного материала в линзообразном или рассеянном состоянии, неясно выраженные фациальные переходы, для реликтовых БФ – следы солифлюкции, для голоценовых – повышенная гумусированность.

7. Овражно-балочные системы обладают слабой экологической устойчивостью. Балочные делювиальные и пролювиальные отложения характеризуются высокой коррозионной активностью, низкими прочностными свойствами, что способствует увеличению аварийности трубопроводов (коэффициент корреляции до 0,9) – до 19 порывов на 1 км трассы (22,6% точек наблюдений в БФ загрязнены нефтепродуктами). Следовательно, особенности ОБФ необходимо учитывать при строительных работах и организации геоэкологического мониторинга.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Сергеев А.В. Аккумуляция нефтепродуктов в балочной сети // Динамика и взаимодействие природных и социальных сфер Земли. Казань. Изд. КГУ, 1998г. с.85-86.

Сергеев А.В. Взаимоотношения древних эрозионных и нивальных форм рельефа // Материалы 4-ой Российской университетско-академической научно-практической конференции. Ч.2. Ижевск. Изд. УдГУ, 1999г. с.152-154.

Сергеев А.В. Изучение балочной сети в антропогенных ландшафтах // Материалы 14-го пленарного межвузовского координационного совещания по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Уфа. Изд. БГУ, 1999г. с.189-190.

Стурман В.И., Егоров И.Е., Сергеев А.В. Ландшафтно-геоморфологический анализ факторов аварийности промысловых трубопроводов (на примере Южно-Киенгопского нефтяного месторождения в Удмуртии) // Проблемы региональной экологии. М. Изд. МГУ, 1999г. №4.с.45-51.

Сергеев А.В. Типологическое районирование Удмуртии по густоте балочной сети // Вестник УдГУ, 2000г. №3. с.98-101.

Стурман В.И., Егоров И.Е., Сергеев А.В. Исследование условий и факторов аварийности промысловых нефтепроводов (на примере Киенгопского месторождения) // Вестник УдГУ, 2000г. №3. с.44-52.

Сергеев А.В. Структура древней эрозионной сети Удмуртии // Динамика потоков и эрозионно-аккумулятивные процессы. М. Изд. МГУ, 2000г. с.101-104.

Черных Е.М., Журбин И.В., Туганаев А.В., Сергеев А.В. Комплексные исследования Камско-Вятской археологической экспедиции на Зуево-Ключевском 1 городище летом 2000г. // Материалы 5-ой Российской университетско-академической научно-практической конференции. Ч.2. Ижевск, Изд-во УдГУ, 2001г., с. 8-9.

Сергеев А.В. Геоморфологические факторы аварийности трубопроводов // Материалы научной межведомственной конференции "Геологические, геофизические и геохимические исследования юго-востока Русской плиты". Саратов. Изд. СО ЕАГО, 2001. с.84-85.

Сергеев А.В. Нефтяное загрязнение урочищ Лозинской возвышенности // Материалы научной межведомственной конференции "Геологические, геофизические и геохимические исследования юго-востока Русской плиты". Саратов. Изд. СО ЕАГО, 2001. с.101.

Сергеев А.В. Взаимоотношения балочных форм и речных долин // Материалы 5-ой Российской университетско-академической научно-практической конференции. Ч.8. Ижевск, Изд. УдГУ, 2001г., с. 16-17.

Сергеев А.В. Влияние нефтедобычи на балочные урочища // Материалы 5-ой Российской университетско-академической научно-практической конференции. Ч.8. Ижевск, Изд. УдГУ, 2001г., с. 68-69.

Сергеев А.В. Эрозионная схема В.В. Докучаева в пределах Вятско-Камского междуречья // Материалы международной научно-практической конференции "Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы сельской местности". Ч 2. Москва – Смоленск, Изд. "Универсум" СГУ, 2001г. с. 53-55.

Сергеев А.В. Возраст балочных форм Удмуртии // Материалы 16-го межвузовского координационного совещания по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. МГУ-СПб ГУВК. Санкт-Петербург, 2001. с.192-193.

Сергеев А.В. Роль древней и современной эрозии в формировании разных типов балочных форм Вятско-Камского междуречья // Современные и древние эрозионные процессы. Казань. Изд-во КГУ, 2001. с. 93-97.

Сергеев А.В. Типизация балочного рельефа Вятско-Камского междуречья // Динамика овражно-балочных форм и русловые процессы. М.: МГУ, 2002. с. 124-127.

Сергеев А.В. Типы и факторы формирования балочного рельефа Вятско-Камского междуречья // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002. с. 65-71.

Сергеев А.В. Балочная сеть Вятско-Камского междуречья // Вестник Удмуртского университета, 2003г. с.149-167.

Сергеев А.В. Взаимоотношения балочных форм и речных долин // Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов. Минск: Изд-во БГУ, 2003. с.186-188.

Сергеев А.В. Неоплейстоценовая история формирования балочных форм // Вестник Удмуртского университета, №8, 2004г. с.115-124.

Сергеев А.В. Фациальная расчлененность балочных отложений // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. Материалы V семинара молодых ученых ВУЗов, объединяемых Советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Брянск-Москва, 2004. с. 189-194.

Егоров И.Е., Илларионов А.Г., Перевошиков А.А., Петухова Л.Н., Рысин И.И., Сергеев А.В. Эрозионно-аккумулятивные процессы в водосборных бассейнах Вятско-Камского региона // Эрозионные и русловые процессы. Вып.4. Москва: МГУ. 2005. с. 304-330.

Егоров И.Е., Илларионов А.Г., Перевошиков А.А., Петухова Л.Н., Рысин И.И., Сергеев А.В. Результаты и перспективы изучения бассейнов малых и средних рек Вятско-Камского региона // Двадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Ульяновск, 2005. с. 28-40.