

Наука Удмуртии

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ИЗДАНИЕ
Учреждено в 2005 году.

Nauka Udmurtii
ISSN 1818-4030

УЧРЕДИТЕЛИ:
Удмуртский научный центр УрО РАН,
Удмуртская республиканская общественная организация
«Союз научных и инженерных
общественных отделений»

№ 4 (86), декабрь 2018

Журнал включен
в реферативную базу РИНЦ
договор №729-11/2015

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.М. Липанов,
академик РАН, председатель
научно-редакционного совета;
В.Б. Дементьев, д-р т.н., профессор,
заместитель председателя научно-редакционного совета;
И.И. Рысин, д-р геогр.н., профессор,
заместитель председателя
научно-редакционного совета;
П.Б. Акмаров, к.э.н., профессор;
В.Ю. Войтович, д-р ю.н., профессор;
Н.Г. Ильминских, д-р б.н., профессор;
В.И. Кодолов, д-р х.н., профессор;
А.И. Коршунов, д-р т.н., профессор;
А.К. Осипов, д-р э.н., профессор;
А.Л. Ураков, д-р м.н., профессор;
О.И. Шаврин, д-р т.н., профессор.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И.И. Рысин, д-р геогр.н., профессор,
главный редактор;
А.М. Пономарев, д-р филос.н.,
зам. главного редактора;
Г.В. Гребнева, ответственный секретарь,
корректор.

Адрес редакции:
426003, Удмуртская Республика,
г. Ижевск, ул. К. Маркса, 130, к.709;
тел: (3412) 52-80-28, факс: 52-68-60.
Адрес эл. почты: v@snioo.izhnet.ru

Подписано в печать 10.12.2018.
Тираж 100 экз. Заказ №227.
Оригинал-макет подготовлен и отпечатан:
ООО «Издательство «Шелест»
Адрес: 426060, Удмуртская Республика,
г. Ижевск, ул. Энгельса, 164
тел: 8 963 548 51 43, 8 904 317 76 93
malotirazhka@mail.ru

Полное или частичное воспроизведение материалов,
содержащихся в настоящем издании,
допускается с письменного разрешения редакции.
Ссылка на журнал «Наука Удмуртии»
обязательна.

В НОМЕРЕ:

- Д.А. Адаховский*
Перспективы развития сети особо охраняемых
и ключевых территорий по охране дневных
чешуекрылых (Lepidoptera: Hesperioidea,
Papilionoidea) Удмуртии.....3
- А.А. Артемьева*
Оценка качества подземных вод как фактора
риска для здоровья населения в районах Удмуртии
с развитой нефтедобывающей
промышленностью.....11
- И.В. Бадретдинова, В.В. Касаткин*
Экологичная упаковка на основе костры льна
и природных зерновых полимеров.....17
- Я.А. Балицкий, В.Г. Петров, Д.А. Ханнанов*
Сортировка твердых коммунальных отходов
с применением IT-технологий.....20
- Е.А. Борисова*
Метод оценки рекреационной устойчивости
территорий.....23
- Г.Н. Васильева*
Автономное образовательное учреждение
дополнительного образования Удмуртской
Республики «Республиканский
эколого-биологический центр» – задачи
и перспективы деятельности.....27
- Т.Н. Волкова, Г.З. Самигуллина*
Разработка альтернативных решений по снижению
объемов органических отходов в птицеводстве.....30
- О.В. Гагарина, Н.Р. Едиярова*
Родники Индустриального района – как элементы
ландшафта и источники питьевого
водоснабжения.....34

<i>С.А. Гагарин, А.А. Салата</i> Загрязнение атмосферного воздуха от факельного загрязнения на нефтяных месторождениях юга Ирака.....	38
<i>О.П. Дружакина</i> Метод проектов в информационно-просветительской работе со студентами.....	42
<i>С.П. Игнатьев, Е.А. Сергеева</i> Водообеспечение защитных сооружений гражданской обороны.....	47
<i>Н.Ю. Касаткина, А.А. Литвинюк, В.В. Касаткин</i> Вопросы экологической совместимости при составлении рационов школьного питания.....	50
<i>В.В. Катаев, Е.Л. Лагутина</i> Обращение с осадком очистных сооружений г. Ижевска. Проблемы и перспективы решения.....	56
<i>Б.Г. Котегов</i> Влияние антропогенных факторов водосбора на показатели минерализации малых прудов Удмуртии.....	58
<i>В.Г. Петров, Ю.Н. Меркушев</i> Опыт обезвреживания и утилизации промышленных отходов на АО «Ижевский радиозавод».....	65
<i>В.Г. Петров, Г.З. Самигуллина</i> Оценка количества диоксинов в отходящих газах инсинераторов медицинских отходов.....	68
<i>И.Ю. Рубцова, П.Я. Данилов, А.А. Головизнина</i> Выявление геоиндикаторов эпидемической опасности на основании показателя заклещевленности территории Удмуртии.....	72
<i>И.И. Рысин, Е.С. Парыгина</i> Изменение морфометрических параметров оврагов в связи с затуханием их роста за многолетний период мониторинга.....	79
<i>И.И. Рысин, Д.А. Сунцов</i> Влияние морфометрических характеристик оврагов на скорость их роста на территории Удмуртии.....	88
<i>Г.З. Самигуллина, М.В. Корепанова, Т.Н. Волкова</i> Анализ проблемы утилизации биологических отходов на примере Малопургинского района Удмуртской Республики.....	95
<i>А.В. Семакина, Ю.М. Дресвянникова</i> Картографирование состояния атмосферного воздуха в городе Ижевске.....	100
<i>Р.А. Трефилов, В.В. Касаткин</i> Технология экологической предпосевной обработки семян льна.....	103
<i>В.А. Шадрин</i> Особенности растительного покрова урбанизированной среды: флора.....	106

<i>М.А. Шумилова</i> Совершенствование экологического мониторинга урбанотерриторий на примере города Ижевска.....	116
---	-----

РЕЦЕНЗИИ

Рецензия на монографию «Экология и природопользование на территории города Ижевска» (под ред. И.И. Рысина и О.Г. Барановой).....	120
---	-----

ХРОНИКА

О работе всероссийской конференции с международным участием на тему: «Геоморфология – наука XXI века».....	122
О работе всероссийской научной конференции с международным участием в городе Нижневартовске.....	124

И.И. Рысин, Д.А. Сунцов

ВЛИЯНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОВРАГОВ НА СКОРОСТЬ ИХ РОСТА НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ

Аннотация. Приводятся результаты корреляционного анализа влияния некоторых морфометрических показателей (глубины вершинного уступа и ширины оврага в его вершинной части) на скорость годового прироста оврагов на территории Удмуртской Республики. Данные получены на основе мониторинга 168 вершин различных типов оврагов за период с 1998 по 2017 годы, расположенных в различных районах республики. Анализ данных показал, что между средней глубиной и средней скоростью линейного прироста оврагов существует достаточно надежная корреляционная связь ($r=0,55$). Наибольшая связь с анализируемым показателем характерна для линейного прироста вершинных оврагов ($r=0,59$), на втором месте оказались приводораздельные овраги ($r=0,47$). При анализе среднегодовых скоростей роста всех оврагов от средней ширины их вершины обнаружилось отсутствие какой-либо достоверной связи ($r=0,17$). При этом достоверная умеренная связь обнаружилась только для приводораздельных оврагов ($r=0,53$). Очень слабая положительная связь была обнаружена у придолинных оврагов ($r=0,23$), у остальных типов оврагов связь или слабая отрицательная или отсутствует.

Ключевые слова: рост оврагов; глубина вершинного уступа; ширина вершины оврага; динамика; корреляционный анализ; мониторинг; Удмуртская Республика.

Овражная эрозия является важным процессом изменения современного рельефа, способствуя формированию отрицательных линейных форм рельефа и перемещению огромного количества материала, оказывая влияние на русловой режим и сток наносов рек [1]. Рост оврагов приводит к сокращению площадей пахотных земель, разрушению строений, заилению водохранилищ и т. д. [2]. Основными причинами развития оврагов являются как нерациональное экстенсивное землепользование [3] и возрастающая из года в год техногенная нагрузка (строительство дорог и трубопроводов, изменения площадей водосборов оврагов при различного рода деятельности, увеличение коэффициентов поверхностного стока, неконтролируемый сброс воды и т. п.) [4,5], так и изменение климата (увеличение дождевых событий со слоем более 40 мм и запасов воды в снеге при большей глубине промерзания).

Материалы и методы исследований

В представленной работе проводится анализ влияния отдельных морфометрических факторов (глубина и ширина оврага при вершине) на темпы ежегодного прироста оврагов на территории Удмуртской Республики (УР), установленных на основе мониторинга в период 1998–2017 годы 168 вершин оврагов, расположенных в различных районах республики и имеющих в основном распахиваемые водосборы. Из них 56 вершин не имеет признаков роста в течение 10 и более лет, 8 вершин оврагов прекратило свой рост в последние 5 лет. Для 36 вершин оврагов основной причиной отсутствия роста является зарастание ранее распахиваемых водосборов многолетними травами и мелкоколесьем, 11 вершин засыпано грунтом вследствие проти-

возрозионных мероприятий или твердыми бытовыми отходами (несанкционированные свалки). 17 оврагов исчерпали потенциал своего развития вследствие уменьшения водосбора или увеличения эрозионной устойчивости почвенно-растительного покрова водосборной площади [6].

Детальный анализ влияния различных морфолого-морфометрических факторов на развитие овражной эрозии имеется для временного ряда с 1978 по 1997 гг. [7; 8]. С тех пор произошли существенные изменения в сельскохозяйственном производстве и в целом в экономических отношениях. Значительные площади пахотных земель не обрабатываются и зарастают мелкоколесьем, что заметно повлияло на процессы развития овражной эрозии. Поэтому появилась необходимость проведения подобного анализа для периода с 1998 по 2017 годы.

Морфометрические факторы, являясь азональными, привносят значительные изменения в интенсивность развития оврагов даже на смежных территориях. Геолого-литологическое строение территории, глубины местных базисов эрозии, морфометрические характеристики склонов и их экспозиция, а также величины водосборной площади, ширина и глубина оврага при вершине являются одними из наиболее важных условий, влияющими на процессы овражной эрозии [9, 10, 11, 12].

Целью настоящей статьи является предварительный анализ влияния морфометрических характеристик вершинной части оврага (глубины вершинного уступа и ширины оврага при вершине) на скорость отступления (роста) его вершины для различных типов оврагов. Количественные показатели ежегодного роста вершин оврагов их морфометрические характеристики определялись в полевых условиях [7, 8, 12].

Результаты и их обсуждение

Глубина вершинного уступа оврагов за 1998 – 2017 годы изменялась в широких пределах: от 0,1 м и менее до 2,7 м. Максимальная глубина вершинного уступа была зарегистрирована в 2001 году у придолинного оврага №118 (с. Крымская Слудка) и у техногенного (придолинного) оврага №48 (д. Макарово) в 2002, 2006–2010 годах. Ширина оврага в вершинной части за рассматриваемый период изменялась также в больших пределах: от первых метров до 10-13 м. Максимальная ширина в вершинной части (13 м) была отмечена в донном овраге №132 на ключевом участке у села Варзи-Ятчи Алнашского района в 2015 и 2016 годах. Статистические данные морфометрических показателей представлены в нижеследующей таблице 1.

Изменения средних годовых значений глубины вершинного уступа оврага и его ширины изменяются в меньших пределах (рис. 1). Анализ рисунка показывает, что графики средних значений анализируемых показателей существенно различаются. Если глубина вершинного уступа

оврага имеет наибольшие значения в начальные годы периода, затем значения глубин постепенно уменьшаются, в последние годы интенсивность снижения глубин возрастает. Совершенно другая ситуация отмечается с шириной привершинной части оврага. В данном случае в начальный период наблюдается резкое уменьшение ширины оврагов, затем значения длительное время мало изменяются и наконец, в последние три года отмечается резкое увеличение ширины. Такое изменение ширины можно объяснить тем, что в последние годы отмечается общая тенденция затухания роста большинства оврагов, при этом вершинная часть не растет в длину, а происходит обрушение и оползание стенок оврага за счет гравитационных и других экзогенных процессов, что в конечном итоге приводит к уменьшению глубины и возрастанию ширины оврага в вершинной его части.

Ранее нами уже определялась зависимость между скоростью роста различных типов оврагов от глубины (высоты) вершинного уступа, при

Таблица 1

Статистические показатели глубины вершинного уступа оврага и его ширины за период наблюдений 1998 – 2017 годы

Параметры оврага	Статистические показатели								
	Стандартная ошибка	Среднее арифметическое	Мода	Медиана	Дисперсия выборки	Стандартное отклонение	Экцентрис	Асимметричность	Коэффициент вариации
Глубина вершинного уступа	0,01	0,88	0,60	0,80	0,25	0,50	0,36	0,58	0,57
Ширина вершинной части	0,03	2,84	2,60	2,60	2,71	1,65	9,34	2,39	0,58

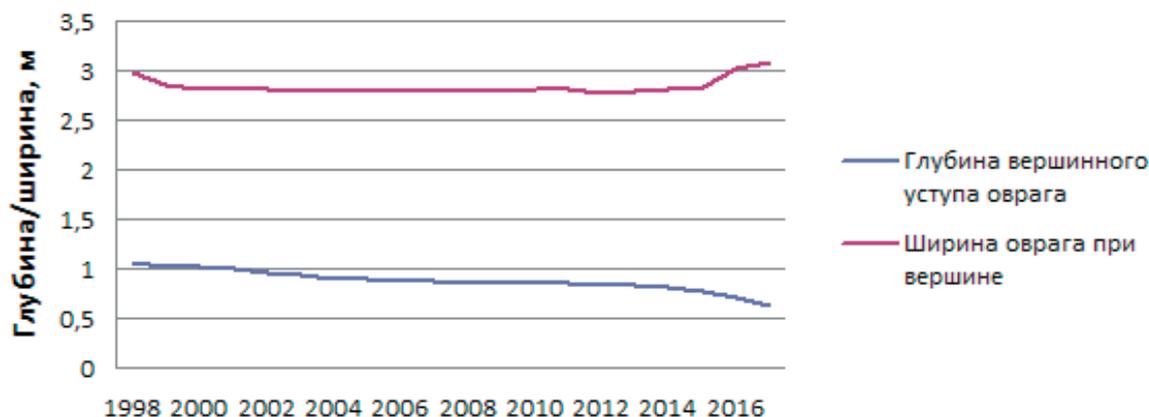


Рисунок 1. Изменение средних глубин вершинного уступа оврага и его ширины за период с 1998 по 2017 годы на территории УР

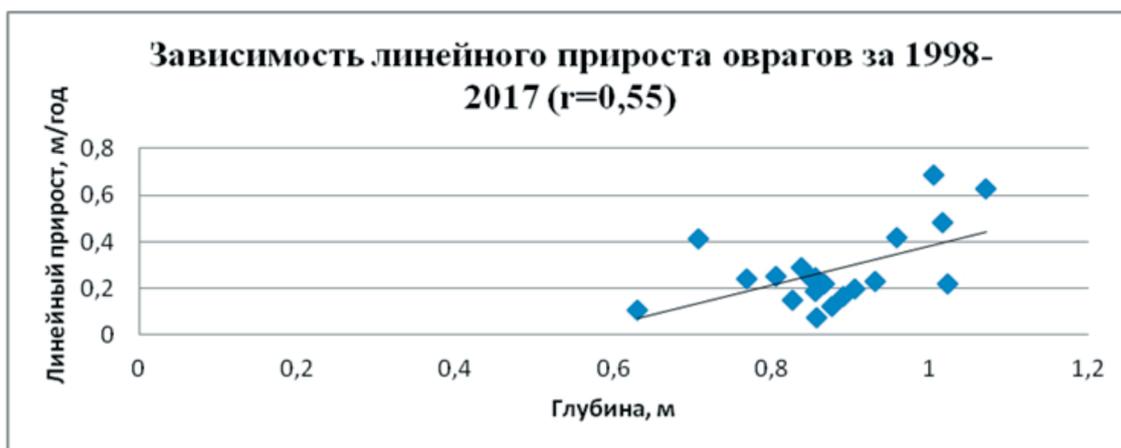


Рисунок 2. График зависимости линейного прироста оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР

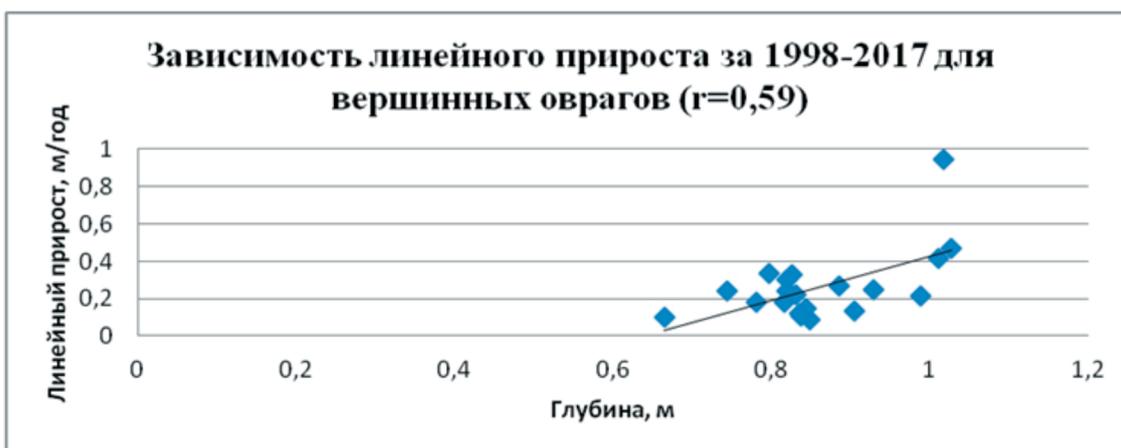


Рисунок 3. График зависимости линейного прироста вершинных оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР

этом связи получились достаточно высокими [7]. За рассматриваемый период данные зависимости определяются впервые. Анализ данных за период 1998-2017 гг. показывает, что между средней глубиной и средней скоростью линейного прироста оврагов существует достаточно надежная корреляционная связь ($r=0,55$) (рис. 2). Рассмотрим, как изменяются полученные связи в зависимости от типов оврагов.

Корреляционный анализ показал, что наибольшая связь с анализируемым показателем характерна для линейного прироста вершинных оврагов ($r=0,59$) (рис. 3), что значительно ниже, чем за период 1978-1997 годы ($r=0,68$). Возможно, что такое снижение можно объяснить тем, что в первый период наблюдения практически все овраги активно развивались, в рассматриваемый период их средняя скорость роста уменьшилась по сравнению с начальным периодом более, чем в четыре раза [13].

На втором месте по тесноте связи между анализируемыми показателями оказались приводораздельные овраги ($r=0,47$) (рис. 4). Полученный коэффициент корреляции указывает на существование лишь умеренной связи, хотя для первого периода теснота связи для приводораздельных оврагов была максимальной, по сравнению с другими типами ($r=0,79$). Приводораздельные овраги, имея значительную глубину вершинного уступа, характеризовались и высокими скоростями роста, поскольку от глубины вершинного уступа во многом зависит сила вертикально падающего столба воды и его размывающая способность. Приводораздельные овраги с глубокими вершинными уступами за счет регрессивной эрозии (даже при отсутствии стока) могут достигать водоразделов и даже перейти водораздельную линию.

Слабая умеренная связь между анализируемыми признаками оказалась у прибалочных ($r=0,43$) и донных оврагов ($r=0,41$) (рис. 5, 6). За период с

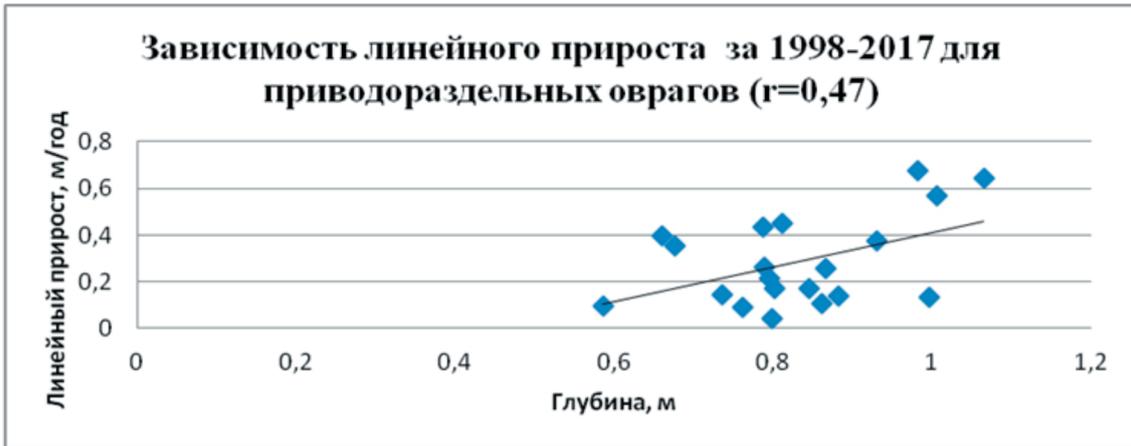


Рисунок 4. График зависимости линейного прироста приводораздельных оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР



Рисунок 5. График зависимости линейного прироста прибалочных оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР

1978 по 1997 годы анализируемая связь у донных оврагов также была значительно выше ($r=0,55$), что объясняется теми же причинами, что и для вышеназванных типов оврагов. В первый период исследования прибалочные овраги в анализ не были включены, поскольку вследствие их малой выборки они не обеспечивали репрезентативность.

Анализ зависимости линейного прироста придолинных оврагов от глубины их вершинного уступа не обнаружил какой-либо значимой связи ($r=0,29$) (рис. 7). Возможно это объясняется тем, что большинство придолинных оврагов в настоящее время находятся на последних стадиях развития и рост их обеспечивается преимущественно за счет значительной крутизны склонов долин. В первый анализируемый период связь между рассматриваемыми показателями для придолинных оврагов была более значимой [7].

На втором этапе исследования нами анализировалась зависимость линейного прироста раз-

личных типов оврагов от ширины их вершинной части. При анализе среднегодовых скоростей роста всех оврагов от средней ширины их вершины обнаружилось отсутствие какой-либо достоверной связи ($r=0,17$) (рис. 8). Анализ рассматриваемых показателей осуществляется нами впервые, при этом обнаружилась довольно интересная особенность: достоверная положительная умеренная связь обнаружилась только для приводораздельных оврагов ($r=0,53$) (рис. 9). Возможно именно приводораздельные овраги, достигая пределов своего роста при приближении к водоразделам и имея при этом значительные величины вершинных уступов, замедляют линейный прирост и начинают расширяться в вершинной части за счет экзогенных процессов на их отвесных бортах (обрушение карнизов, оползание, обваливание, осыпание и т.п.). Такие процессы на отвесных стенках оврагов можно наблюдать даже при отсутствии стока, для проявления указанных процессов достаточно на-

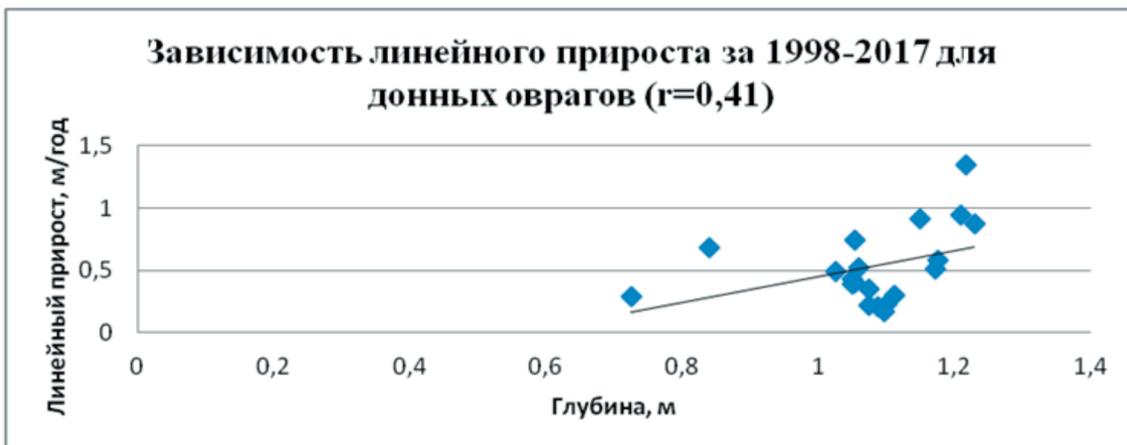


Рисунок 6. График зависимости линейного прироста донных оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР

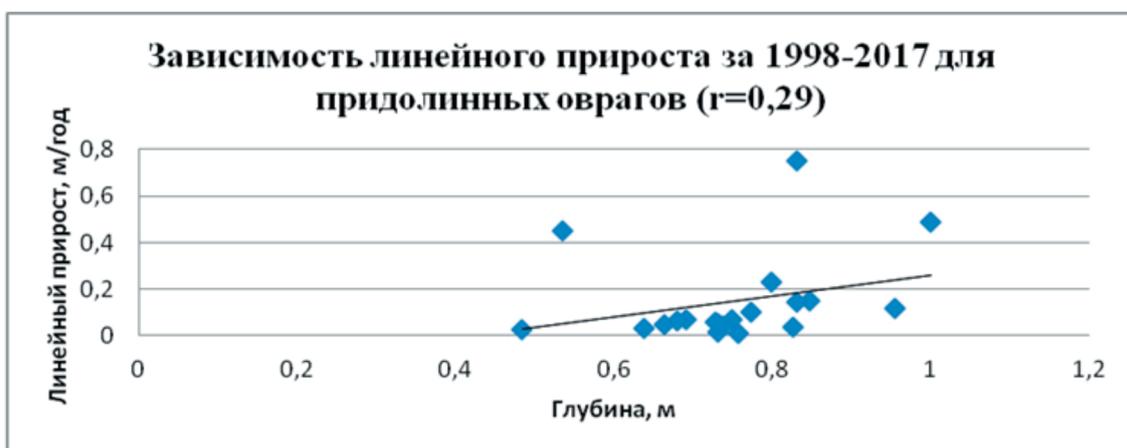


Рисунок 7. График зависимости линейного прироста придолинных оврагов от средней глубины вершинного уступа за период 1998-2017 годы на территории УР

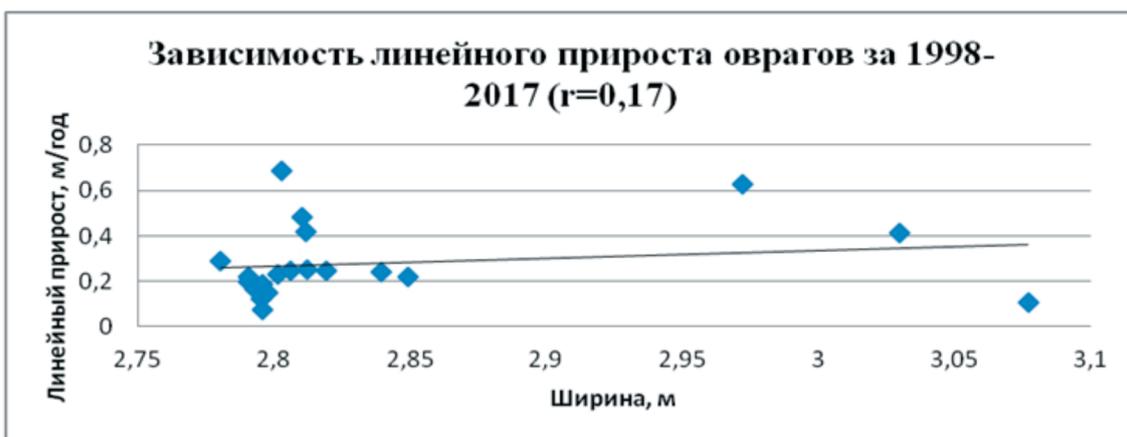


Рисунок 8. График зависимости линейного прироста оврагов от средней ширины их вершинной части за период 1998-2017 годы на территории УР

личия переувлажненных почвогрунтов. Особенно актуальны подобные процессы для оврагов, размывающих делювиально-солифлюкционные суглинки. За счет расширения вершинной части приво-

дораздельные овраги увеличивают площадь своего водосбора и тем самым ускоряют свой рост.

Очень слабая положительная связь была обнаружена у придолинных оврагов ($r=0,23$) (рис.

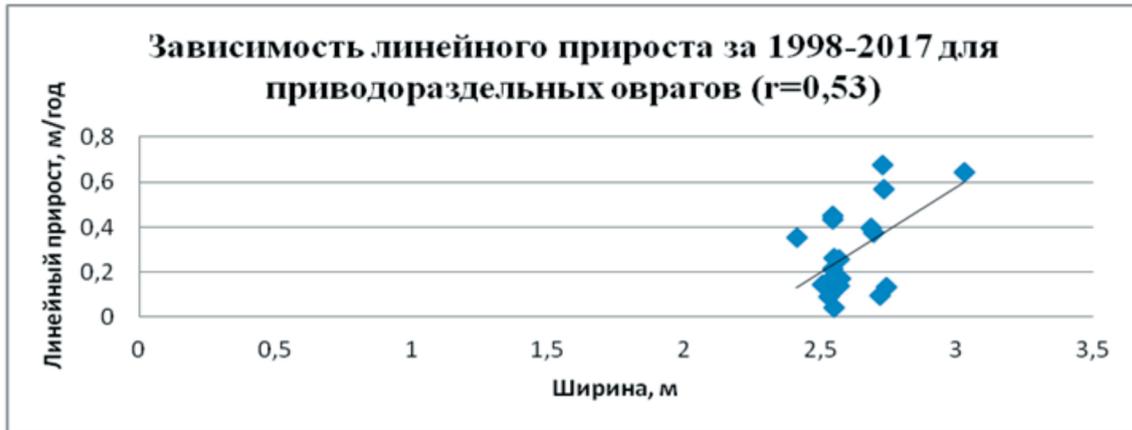


Рисунок 9. График зависимости линейного прироста приводораздельных оврагов от средней ширины их вершинной части за период 1998-2017 годы на территории УР

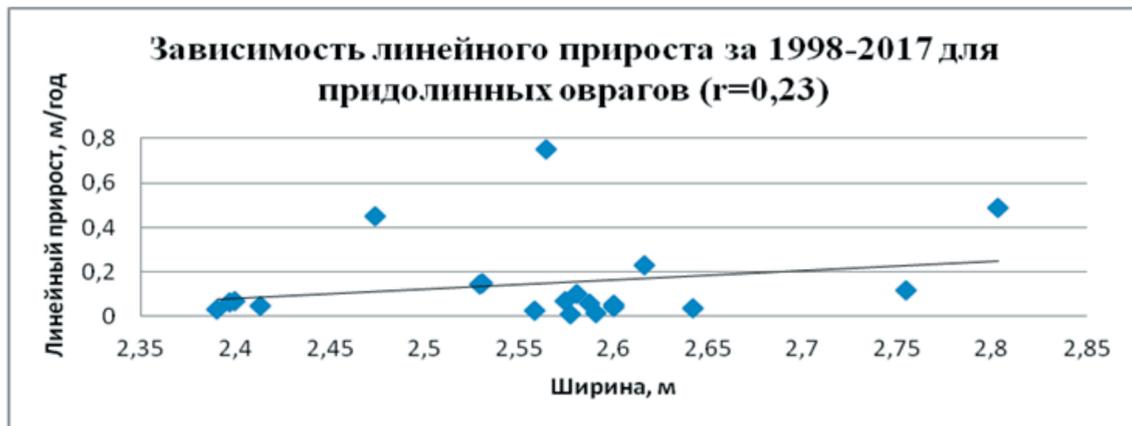


Рисунок 10. График зависимости линейного прироста придолинных оврагов от средней ширины их вершинной части за период 1998-2017 годы на территории УР

10), что можно объяснить тем, что овраг, достигая бортов долины, прекращает активную фазу развития за счет крутизны склона и вершинная часть как и у приводораздельных оврагов начинает немного расширяться. Учитывая, что придолинные овраги обычно не имеют больших вершинных уступов, то процесс расширения происходит значительно медленнее, чем у приводораздельных. Для оставшихся типов оврагов связь их линейного прироста с шириной привершинной части оказалась отрицательной и очень слабой или связь отсутствовала.

Выводы

При анализе влияния морфометрических характеристик вершинной части оврага на скорость отступления его вершины для различных типов оврагов выявлены следующие особенности.

1. Глубина вершинного уступа оврага имеет наибольшие значения в начальные годы наблюдаемого периода, затем значения глубин постепенно

уменьшаются, в последние годы интенсивность снижения глубин возрастает. Совершенно другая ситуация отмечается с шириной привершинной части оврага. Для них в начальный период наблюдается резкое уменьшение ширины оврагов, затем значения длительное время мало изменяются и наконец, в последние три года отмечается резкое увеличение ширины.

2. Анализ данных за период 1998-2017 гг. показал, что между средней глубиной и средней скоростью линейного прироста оврагов существует достаточно надежная корреляционная связь ($r=0,55$). Наибольшая связь с анализируемым показателем характерна для линейного прироста вершинных оврагов ($r=0,59$), на втором месте оказались приводораздельные овраги ($r=0,47$). Слабая умеренная связь между анализируемыми признаками оказалась у прибалочных ($r=0,43$) и донных оврагов ($r=0,41$). Аналогичные зависимости в период наблюдений 1978-1997 годы оказались более существенными.

3. При анализе среднегодовых скоростей роста всех оврагов от средней ширины их вершины обнаружилось отсутствие какой-либо достоверной связи ($r=0,17$). При этом достоверная умеренная связь обнаружилась только для приводораздельных оврагов ($r=0,53$), что объясняется увеличением водосборной площади при расширении вершинной части и соответственно уве-

личением скорости роста. Очень слабая положительная связь была обнаружена у придолинных оврагов ($r=0,23$), у остальных типов оврагов связь или слабая отрицательная или отсутствует.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РНФ № 15-17-20006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорина Е.Ф., Веретенникова М.В., Ковалев С.Н., Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. География овражной эрозии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. 324 с.
2. Овражная эрозия востока Русской равнины (под ред. А.П. Дедкова). Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 143 с.
3. Григорьев И.И., Рысин И.И. Исследования техногенных и сельскохозяйственных оврагов в Удмуртии // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2006. № 2. С. 83–91.
4. Григорьев И.И. Пространственно-временной анализ скоростей роста техногенных оврагов на территории Удмуртии // Эрозия почв, овражная эрозия, русловые процессы: теоретические и прикладные вопросы. 2011. С. 90–99.
5. Рысин И.И., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю. Результаты исследований овражной эрозии в Удмуртии за последние два десятилетия // Наука Удмуртии. 2015. № 3(73). С. 150–164.
6. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья // Геоморфология. 2017. № 1. С. 90–103.
7. Рысин И.И. Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск:

Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. 274 с.

8. Григорьев И.И., Рысин И.И. Роль геоморфологических факторов в развитии оврагов в Удмуртии // Эрозивно аккумулятивные процессы в бассейне Верхней и Средней Волги (под ред. И.И.Рысина, Р.С. Чалова). Ижевск, 2005. С. 41–52.
9. M. Vanmaercke, J. Poesen, B. VanMele, I. Rysin [и др.] How fast do gully headcuts retreat? // Earth-Science Reviews. - 2016. - Т. 154. - P. 336-355. - Ref.: p. 353-355 (146 назв.). DOI: 10.1016/j.earscirev.2016.01.009. (WoS ИФ=7,491; Scopus ИФ SJR 3.334; SNIP 3.248).
10. Рыжов Ю.В. Формирование оврагов на юге Восточной Сибири / Рос. Акад. Наук, Сибирское отд., Институт географии им. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 180 с.
11. География овражной эрозии (под ред. Е.Ф. Зориной). М.: изд-во МГУ, 2006. 324 с.
12. Зайцева М.Ю., Рысин И.И. Влияние геолого-геоморфологических факторов на рост оврагов в Удмуртии. Вестник Удмурт. ун-та, Сер. Биология. Науки о Земле, 2017. Т. 27, вып. 1. С. 87 – 97.
13. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю. О причинах современного сокращения темпов роста оврагов в Удмуртии / Геоморфология, 2018, № 1. с. 75 – 87.

I.I. Rysin, D.A. Suntsov

INFLUENCE OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF RAVINES ON THE SPEED OF THEIR GROWTH ON THE TERRITORY OF UDMURTIA

Annotation: The results of the correlation analysis of the effect of some morphometric characteristics (the depth of the head ledge and the width of the ravine in its head part) on the rate of annual growth of ravines in the Udmurt Republic are given. The data was obtained on the basis of monitoring 168 gully head retreat rate for the period from 1998 to 2017, located in various regions of the republic. Analysis of the data showed that between the average depth and the average rate of linear increase in ravines there is a fairly reliable correlation ($r = 0.55$). The greatest connection with the analyzed indicator is typical for a linear increase in vertex ravines ($r = 0.59$), in the second place were watershed ravines ($r = 0.47$). When analyzing the average annual growth rates of all the ravines from the average width of their top, the absence of any reliable connection was found ($r = 0.17$). At the same time, a reliable moderate connection was found only for near-watershed ravines ($r = 0.53$). A very weak positive relationship was found in the near-valley ravines ($r = 0.23$), in other types of ravines the connection was either weak negative or absent.

Keywords: ravine head retreat rate; the depth of the head of the ravine; width of the head of the ravine; dynamic correlation analysis; monitoring; Udmurt Republic.

Рысин Иван Иванович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования
E-mail: rysin@udsu.ru

Rysin Ivan Ivanovich, doctor of geography Sciences, professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Management of the Udmurt State University
E-mail: rysin@udsu.ru

Сунцов Дмитрий, студент бакалавриата кафедры «Экология и природопользование»

Suntsov Dmitri., undergraduate student of Department of Ecology and Nature Management of the Udmurt State University
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya str., 1

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск ул. Университетская д. 1