

## Физико-географические исследования

УДК 551.4.042

*Р.А. Гайфутдинова, О.П. Ермолаев*

### ФАКТОРЫ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОВРАГОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН<sup>1</sup>

Рассмотрены факторы овражной эрозии и их изменение во времени и пространстве. Составлена схема взаимосвязи основных факторов оврагообразования. По интенсивности пространственной и временной изменчивости показателей действия все факторы разделены на группы консервативных и динамических факторов. В группу консервативных объединены геологический и геоморфологический факторы. Группу динамических составляют антропогенный и гидроклиматический факторы. Для изучения современной динамики овражной эрозии на территории Республики Татарстан использованы данные дистанционного зондирования Земли. С помощью разновременных космических снимков в пределах исследуемых бассейнов были выявлены линейный и площадной приросты овражных систем. На основе изученных элементарных бассейнов, расположенных в разных ландшафтно-геоморфологических районах, определены ведущие факторы овражной эрозии на территории Республики Татарстан.

*Ключевые слова:* факторы овражной эрозии, космические снимки.

Овражная эрозия – один из наиболее активных геоморфологических процессов, определяющих современное расчленение рельефа, создающих угрозу разрушения земель и хозяйственных объектов, влияющих на состояние верхних звеньев гидрографической сети [1]. Формирование и последующее развитие овражных врезов определяется набором факторов, способствующих возникновению оврага и определяющих динамику его дальнейшего развития. Можно выделить два основных направления в изучении овражной эрозии: 1) комплексный подход, основанный на концепции Н.И. Маккавеева о единстве эрозионно-аккумулятивного процесса на водосборе; 2) региональный подход в изучении специфики природных и антропогенных факторов. Для каждого из этих подходов важна оценка влияния различных факторов и их изменчивость во времени и пространстве.

Согласно концепции Н.И. Маккавеева, в каждом звене эрозионной сети существуют потоки различного порядка, и нужно раздельно оценивать влияние каждого фактора на эрозионную деятельность каждого звена сети потоков [2]. К зональным факторам эрозии он относит: климатические факторы формирования стока, почвенно-растительный покров. Азональными являются: геоморфологическое строение и характер покровных пород территории, современные тектонические движения и колебания отметок базисов эрозии.

На развитие эрозии в овражно-балочной сети особо большое влияние оказывает поверхностный сток со склонов, возникающий при выпадении ливневых дождей и при снеготаянии. Относительный вклад снегового и дождевого паводка изменяется в зависимости от площади водосбора. По мнению Н.И. Маккавеева площадь водосбора, с превышением которой снеговое половодье больше дождевого паводка, составляет в лесной зоне около 10-20 км<sup>2</sup>, в лесостепи – 100 км<sup>2</sup>, в степной – до 1000 км<sup>2</sup>.

Комплексный подход используется при изучении овражной эрозии в общей системе экзогенных процессов, протекающих на равнинах умеренного пояса [3; 4] и в горах юга Сибири [5]. Авторы указывают на то, что формированию овражной сети содействуют развитие суффозии, вследствие образования в грунте пустот, и периодически возникающие естественные пожары, нарушающие естественный растительный покров, что приводит, в свою очередь, к увеличению на порядок поверхностного стока воды. Интенсивность обвально-осыпных процессов, развивающихся по бортам оврагов, зависит преимущественно от сочетания метеорологических условий года и физико-химических характеристик грунта, слагающих конкретный склон. Также интенсивность обвально-осыпных процессов зависит от периодичности прохождения паводков, способных выносить скапливающийся у подножия склона материал. К числу антропогенных факторов отнесены: распашка земель, перевыпас скота на пастбищах, строительство поселений и транспортных коммуникаций и другие нарушения

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект №15-17-20006).

растительного покрова, предохраняющего почву от размыва. Рост коэффициента поверхностного стока после распашки земель способствует росту повторяемости формирования временных водотоков в овражно-балочной сети и тем самым усилению темпов обвальнo-осыпных процессов в этом звене флювиальной сети [3; 4].

Региональные исследования делятся по изучаемой территории и ее площади. В статье Н.Н. Назарова «К вопросу о факторах оврагообразования в Пермском Предуралье» [6] представлены результаты исследования по выявлению ведущих факторов развития оврагов разного типа. Обращает на себя внимание разнообразие указываемых факторов овражной эрозии. Оценка влияния факторов, их изменчивости во времени определяются посредством статистического анализа показателей условий оврагообразования (было применено математическое моделирование, включающее до 36 показателей оврагообразования).

Большинство исследователей овражной эрозии антропогенный фактор указывают как ведущий в образовании и развитии оврагов. К нему относят: технологические нарушения сплошности дернового и почвенного покрова на склоне, дополнительные рубежи стока в виде колеи большегрузных автомобилей, тракторов, скотопрогонные и пешеходные тропинки, разъемные борозды [7]. Предлагаются различные показатели и способы его оценки. При изучении динамики овражной эрозии на территории Республики Татарстан была рассмотрена зависимость густоты оврагов от плотности сельского населения, а также от залесенности территории. Использован комплекс методов, включающий стационарные наблюдения и статистический анализ их результатов. В первом случае получилась прямая тесная связь. Было определено, что для начала оврагообразования на территории Республики Татарстан требуется плотность населения не менее 5 человек на 1 км<sup>2</sup> площади. Связь густоты оврагов со степенью залесенности оказалась обратной и слабее, чем с плотностью сельского населения (овражная эрозия начинается, если степень залесенности не выше 35–40%) [8]. Густота овражной эрозии закономерно убывает в северном направлении, что связано с уменьшением в этом направлении плотности населения, распаханности и увеличением залесенности. В трудах А. П. Дедкова отмечено, что овражная эрозия зональна в той степени, в какой зонален антропогенный фактор и обусловленная им современная залесенность [9].

Территория Республики Татарстан выбрана для примера не случайно. Более половины поверхности еще 200 лет назад было покрыто лесами, а значительная часть остальной территории занята лугами, пастбищами и сенокосами. По мнению Г.П. Бутакова и др. [10], современная густая сеть оврагов, расчленяющих междуречья, является прямым следствием вырубki лесов и распашки склонов.

О значимости неотектоники, как показателя геологического фактора оврагообразования, в настоящее время существуют разные точки зрения. Одни исследователи (В.Н. Зайонц, В.Ф. Филатов, В.П. Философов, А.Н. Ласточкин), изучающие неотектонические факторы формирования рельефа, считают, что рисунок эрозионной сети определяется не столько абсолютными отметками высот, сколько распределением центров неотектонических поднятий [11]. Геоморфологи (А.П. Дедков, Г.П. Бутаков, Р.С. Чалов), изучающие стадийность и экзогенные факторы развития эрозионных сетей, неотектонический фактор не рассматривают. В данной статье с учетом выбранного периода и масштаба исследований, а также природных характеристик исследуемой территории неотектонический фактор не учитывается.

Факторы обладают разной силой влияния на современный процесс образования оврагов. Чем больше интенсивность пространственных и временных изменений показателей фактора, тем заметнее его проявление в формировании овражной сети. К таким динамическим факторам следует относить гидроклиматический и антропогенный факторы (рис.1). Слабо проявляются в коротких временных интервалах консервативные факторы, такие как геоморфологический и геологический. Однако деление на динамические и консервативные факторы является условным, так как за одно-два десятилетия показатели факторов могут, как сильно меняться, так и слабо или оставаться неизменными. Особую роль в этом играет и взаимосвязь факторов. Так, например, на резкое снижение отметок базисов эрозии (геоморфологический фактор), вызвавшее активизацию донных оврагов в Республике Беларусь [12], повлияла осушительная мелиорация (антропогенный фактор) в 60–70-е гг. XX в.

Морфология и морфометрия склонов, а также глубина местного базиса эрозии, как показатели геоморфологического фактора (рис. 1) являются ведущими в формировании формы оврагов (в плане). Согласно исследованиям С.С. Соболева [13], выделяются восемь типов плановых рисунков оврагов. На прямых крутых (10–35<sup>0</sup>) склонах – уступах террас (лессовых) – развиваются ромбовидной формы

(в плане) овраги. Широколинейную форму в плане имеет овраг, который в процессе своего развития врезается глубже в террасу, прорезая не только ее уступ, но и плоскую поверхность (площадку). На выпукло-вогнутых склонах формируются овраги яйцевидной формы. На прямых склонах, а также на сглаженных денудацией прямых склонах-уступах лёссовых террас формируются более узкие – ланцетовидные овраги. Вогнутым склонам соответствуют овраги линейной формы. В случае их выхода за пределы вогнутой части и врезания в выпуклую часть, глубина и ширина оврага резко возрастают, что приводит к образованию булавовидной формы (в плане). Овраги с расширенным устьем характерны для склонов с резким переходом выпуклого склона в крутой (10-35°) прямой склон. Восмым тип планового рисунка оврагов – овраги четковидной формы, образующиеся на склонах, геологическое строение которых представляет собой чередование толщ рыхлых и более плотных, устойчивых к размытию, горных пород.

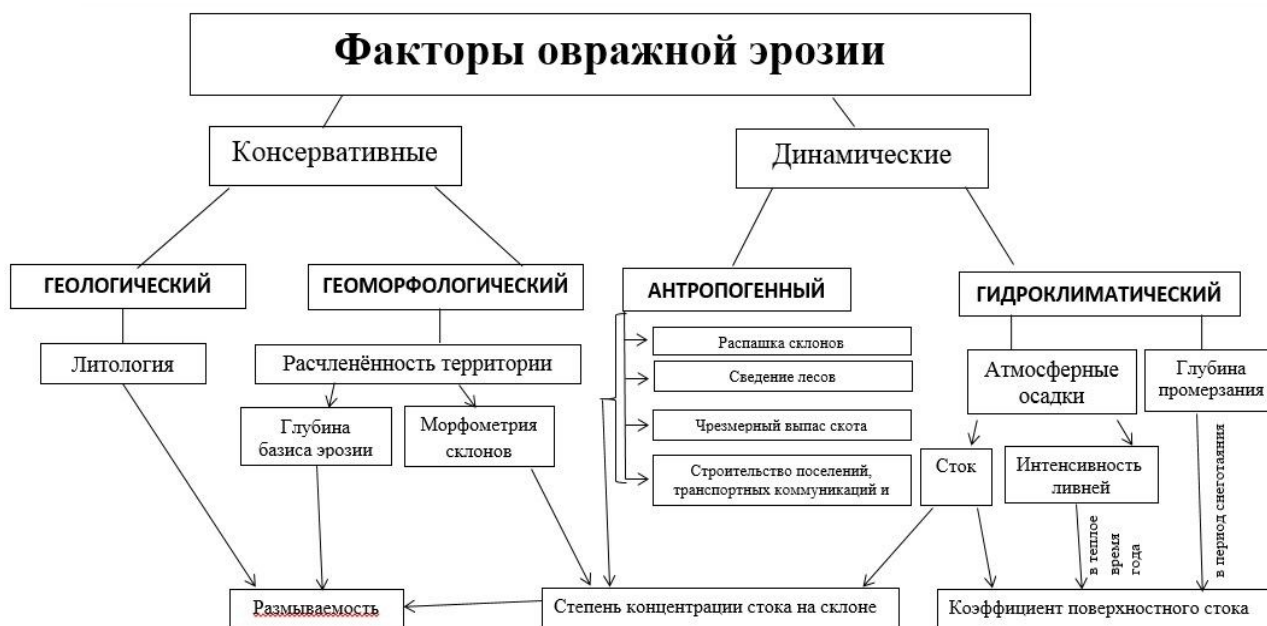


Рис. 1. Факторы овражной эрозии

Степень концентрации стока на склоне, влияющая на размываемость, является связующим звеном между консервативными и динамическими факторами овражной эрозии. В свою очередь, размываемость представляет собой комплексный показатель взаимодействия основных факторов оврагообразования

В зарубежной литературе [14] представлено деление факторов овражной эрозии на две группы: антропогенные и природные. К антропогенным факторам относят: а) нерациональное землепользование; б) чрезмерный выпас скота; в) добыча полезных ископаемых; г) строительство дорог; д) колеи от транспортных средств. Четыре фактора составляют группу природных факторов оврагообразования: 1) рельеф; 2) атмосферные осадки; 3) литология и почвы; 4) растительность. Много информации о том, как овражные системы реагируют на изменение климата [15]. Так, например, в Западной Австралии за последние десятилетия значительно сократилось годовое количество осадков, однако снижение интенсивности ливней не наблюдается [16]. Отмечается также большее влияние изменений в землепользовании на развитие овражной эрозии, чем изменение климата [17].

Объектами исследования современной овражной эрозии на территории Республики Татарстан были выбраны шесть элементарных бассейнов, расположенных в разных ландшафтно-геоморфологических районах (рис. 2).

На выбор территории повлияли: а) наличие достаточного количества исходного материала; б) положение бассейнов в трех физико-географических районах Республики Татарстан (Предволжье, Западное Предкамье, Восточное Предкамье). В каждом районе по два бассейна для сравнительной характеристики процесса оврагообразования в аналогичных физико-географических условиях.

Согласно геоморфологическому районированию территории Республики Татарстан (по А.П. Дедкову, 1999г.) [14], все выбранные бассейны представляют собой умеренно-расчлененную денудационную равнину нижнего плато, являющегося денудационной поверхностью с высотами 140–160 м неоп-

лейстоценового возраста, сформированной в перигляциальном климате [19]. Также имеются сходства в геологическом строении изучаемых территорий. Анализ карты типов строения геологической среды территории Республики Татарстан [20] показывает, что на территории всех выбранных бассейнов покровные (перекрывающие) отложения составляют суглинки, супеси слабо уплотненные лессовидные, пески, мощность которых колеблется от первых до 10-12 м.

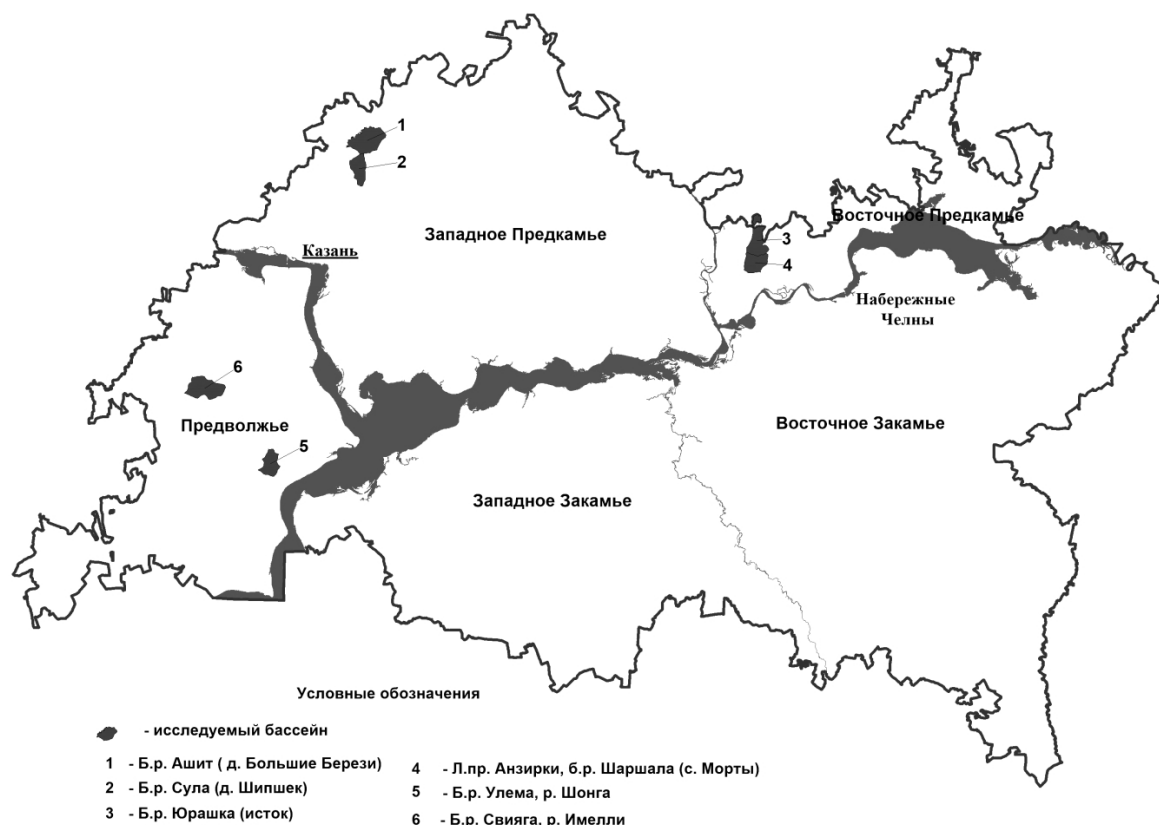


Рис. 2. Карта-схема расположения бассейнов (названия исследуемых бассейнов соответствуют, принятым названиям в работах Ермолаева О.П. [16]).

В табл. 1 представлены показатели геоморфологического фактора оврагообразования на территории изучаемых бассейнов.

Таблица 1

**Показатели геоморфологического фактора оврагообразования в речных бассейнах Предволжья, Западного и Восточного Предкамья Республики Татарстан**

Физико-географический район	Элементарные бассейны (номер элем. бассейна, рис.2)	Площадь бассейнов, км <sup>2</sup>	Глубина эрозионного расчленения, м	Густота оврагов, км/км <sup>2</sup>	Густота балок, км/км <sup>2</sup>	Плотность оврагов кол-во вершин/км <sup>2</sup>
Предволжье	Б.р. Свяига, р. Имелли (6)	86,9	138,0	0,32	0,31	0,84
	Б.р. Улема, р. Шонга (5)	50,3	144,0	0,51	0,29	0,82
Западное Предкамье	Б.р. Ашит (д. Большие Берези) (1)	83,4	107,0	0,15	0,93	0,24
	Б.р. Сулла (д.Шипшек) (2)	51,8	118,0	0,19	0,67	0,71
Восточное Предкамье	Б.р. Юрашка (исток) (3)	66,2	161,0	0,36	0,73	0,18
	Б.р. Шаршала (с. Морты) (4)	58,6	125,0	0,41	0,75	0,38

Одинаковое значение средней густоты оврагов ( $0,4 \text{ км/км}^2$ ) отмечено в бассейнах Предволжья и Восточного Предкамья. В Западном Предкамье этот показатель в 2 раза меньше (в среднем  $0,2 \text{ км/км}^2$ ). Этот же район характеризуется минимальными глубинами эрозионного расчленения по сравнению с Предволжьем и Восточным Предкамьем.

Максимальная средняя густота балок ( $0,8 \text{ км/км}^2$ ) среди исследуемых районов Республики Татарстан у бассейнов Западного Предкамья, минимальная ( $0,3 \text{ км/км}^2$ ) – у бассейнов Предволжья. Наблюдается обратная зависимость густоты оврагов и густоты балок на территории исследуемых бассейнов.

Показатель плотности оврагов имеет значительные отличия. Наибольшие значения ( $0,8$  количества вершин оврагов на  $1 \text{ км}^2$  площади) относятся к бассейнам, расположенным в Предволжье. Среднее значение плотности оврагов для территории Предкамья в два раза меньше, чем в Предволжье и составляет  $0,4$ .

В табл. 2 представлены показатели антропогенного фактора формирования овражной сети на территории изучаемых бассейнов.

Таблица 2

**Показатели антропогенного фактора оврагообразования в речных бассейнах Предволжья, Западного и Восточного Предкамья Республики Татарстан**

Физико-географический район	Административный район Республики Татарстан (номер элем. бассейна, рис.2)	П. плотность сельского населения,	Площадь населенных пунктов, $\text{км}^2$	Площадь пашни, $\text{км}^2$	Длина дорожной сети в бассейне, км	Залесенность, %
Предволжье	Кайбицкий (6)	16,3	5,50	39,31	57,2	16,7
	Тетюшский (5)	10,4	4,59	29,97	13,8	16,1
Западное Предкамье	Атнинский (1)	20,7	6,12	71,08	44,2	2
	Высокогорский (2)	30,3	2,52	41,60	33,6	17
Восточное Предкамье	Елабужский (3, 4)	7,6	3,45	54,43	27,6	11,4
			1,91	33,70	24,8	

Анализ содержания табл. 2 показывает, что все элементарные бассейны расположены в районах с достаточно высокой плотностью сельского населения (не менее 5 чел. на  $1 \text{ км}^2$ , способствующей возникновению овражной эрозии на территории Республики Татарстан. Низкий процент залесенности (не выше 35–40 %) указывает на благоприятные условия образования оврагов.

Анализ факторов развития эрозии указывает на весьма противоречивую картину их значимости для исследуемого процесса, затушевывая ведущую роль какого-то одного или группы показателей. Многофакторность эрозионно-аккумулятивного процесса, большая пространственная и временная вариабельность интенсивности и условий его развития не только в смежных бассейнах, но даже локально в пределах одного склона, выдвигают на первые роли различные группировки показателей. Факторы, являвшиеся значимыми для эрозии в пределах одного геопространства, не играют никакой роли, либо уходят на второй план, либо меняют направление связей на других участках [18].

Согласно климатическому районированию Республики Татарстан, бассейны Предволжья (5, 6) расположены в Предволжском климатическом районе, для которого характерны относительно влажное и теплое лето, прохладная и умеренно снежная зима [21]. Бассейны Западного (1, 2) и Восточного (3, 4) Предкамья – в Предкамском климатическом районе с относительно влажным и прохладным летом, умеренно холодной и снежной зимой. В результате изучения многолетних изменений климатических показателей в период 1955–2010 гг. были получены следующие выводы (по Ю.П. Переведенцеву, 2013): 1) годовая температура воздуха за 56 лет увеличилась примерно на  $1,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2) за 28 лет годовая сумма осадков выросла почти на 45 мм, а облачность возросла на 3,5 %; 3) зимняя картина колебаний показателей имеет сходства с годовой тенденцией развития, начиная с 1970 г.; 4) летняя температура повысилась за последние 40 лет примерно на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , что улучшило теплообеспеченность вегетационного периода; 5) прирост осадков составил примерно 25 мм, но начиная с 80-х гг. количество летних осадков в целом имеет тенденцию к снижению. В результате происходящих изменений климата с 1980-х гг. наблюдается постепенное увеличение стока Волги, наиболее выраженное в зимний период [22].

Общие тенденции климатических изменений прослеживаются и на территории изучаемых бассейнов, например, в увеличении количества осадков (рис. 3). Особо следует выделить Предволжье, для которого период 2006-2011гг. характеризуется выпадением большего количества осадков по сравнению с Западным и Восточным Предкамьем.

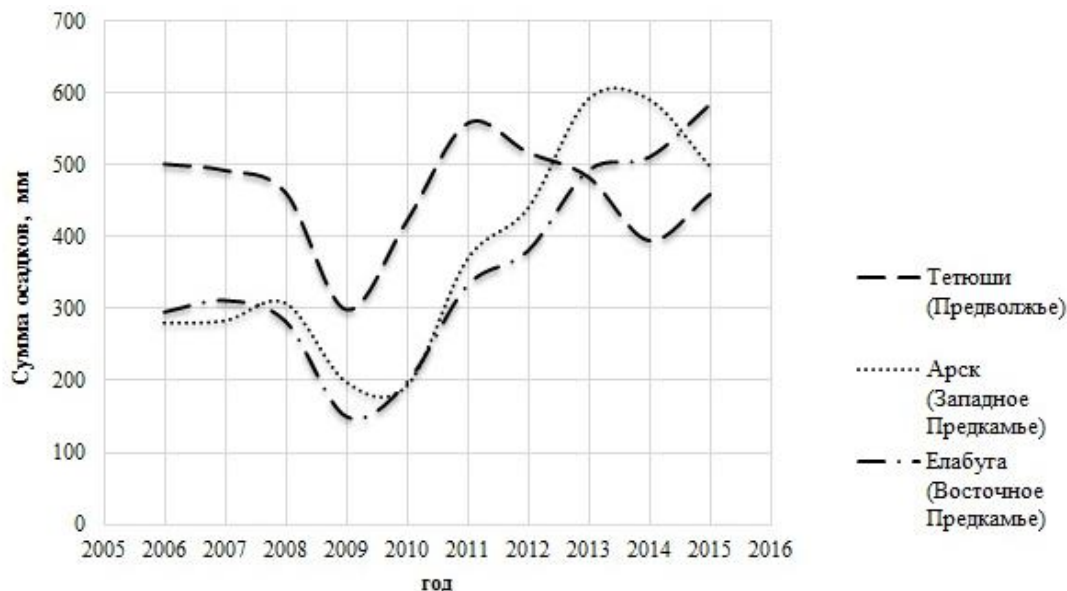


Рис. 3. График изменения количества осадков за период 2006 по 2015гг. на территории Предволжья, Западного и Восточного Предкамья Республики Татарстан [23]

Сравнение основных климатических показателей на территории элементарных бассейнов показывает слабую дифференциацию климатических условий развития овражной эрозии. По наибольшей глубине промерзания почвы (111 см) выделяются бассейны Предволжья.

Изучение современной динамики овражной эрозии на территории Предволжья и Предкамья Республики Татарстан велась с помощью данных дистанционного зондирования Земли. Используя разновременные космические снимки, в пределах исследуемых бассейнов были изучены линейный и площадной (рис. 4) приросты овражных систем. Для распознавания овражных форм применяется дешифрирование снимков. Разновременные космоснимки были взяты из программы с открытым доступом Google Earth [24]. Эти снимки получены со спутника GeoEye-1. Данный спутник предоставляет панхроматические изображения с разрешением 0,41 м и мультиспектральные изображения с разрешением 1,65 м. Выбор снимков осуществлялся по следующим параметрам: 1) качество снимка высокое и сверхвысокое; 2) время залета (приоритетными являются снимки весеннего и осеннего сезонов); 3) временной период снимков должен давать возможность проследить динамику овражной эрозии. В соответствии с временным периодом выбранных снимков исследованный период 2009–2014 гг.

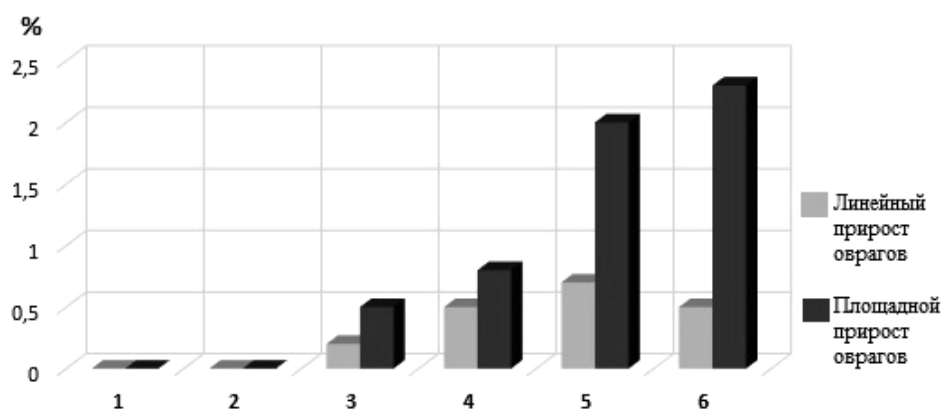


Рис. 4. Столбчатая диаграмма среднего значения линейного и площадного приростов оврагов за один год по бассейнам (номер элем. бассейна, рис.2)

За один год наибольший линейный прирост оврагов отмечен в бассейне Предволжья (Б.р. Улема, р. Шонга) – 0,7 %. Средний прирост оврагов в бассейнах Восточного Предкамья составил 0,35 %. В Западном Предкамье нулевой результат (рис. 4) означает, что наряду с растущими оврагами существует те, которые не только прекратили рост, но и значительно уменьшили свой линейный размер. Таким образом, прирост и уменьшение линейных размеров всех оврагов в пределах бассейна при вычислении среднего значения привел к нулевому результату.

Анализ площадного прироста оврагов в исследуемых бассейнах (рис. 4) показал аналогичные результаты: а) максимальный площадной прирост был отмечен в бассейнах Предволжья (2 % и 2,3 %); б) в бассейнах Восточного Предкамья зафиксирован площадной прирост оврагов в 3 раза меньше, чем в бассейнах Предволжья; в) суммарный площадной прирост оврагов в бассейнах Западного Предкамья показал нулевой результат.

По линейному и площадному приросту за исследуемый период все овраги можно разделить на группы: 1) овраги с положительным линейным и площадным приростом; 2) овраги либо с положительным линейным приростом, либо – площадным; 3) овраги, прекратившие свой рост и находящиеся в стадии зарастания.

У большей части оврагов на территории элементарных речных бассейнов Восточного Предкамья за исследуемый период линейный прирост отсутствовал (рис. 5 а). Примерно у 1/5 части всех оврагов бассейнов линейный прирост составил до 1 %. Площадной прирост отмечен у большего числа оврагов по сравнению с показателями линейного прироста (рис. 5 б).

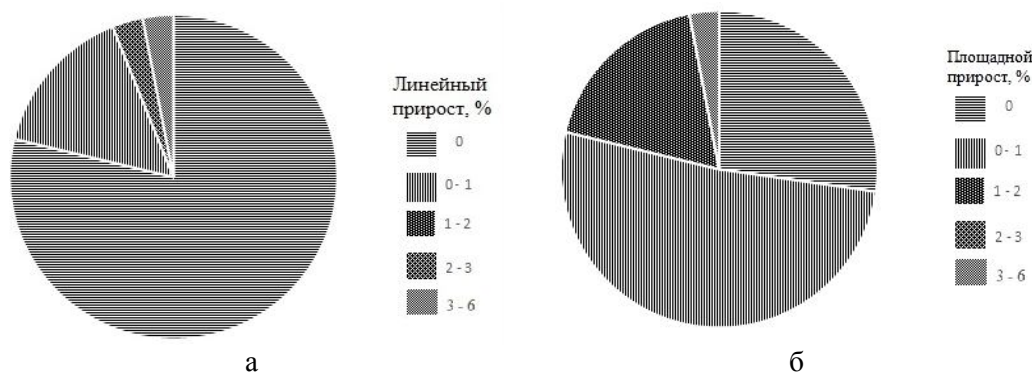


Рис. 5. Доля оврагов с определенными значениями линейного и площадного приростов от общего количества оврагов на территории Восточного Предкамья (а – линейный прирост, б – площадной прирост)

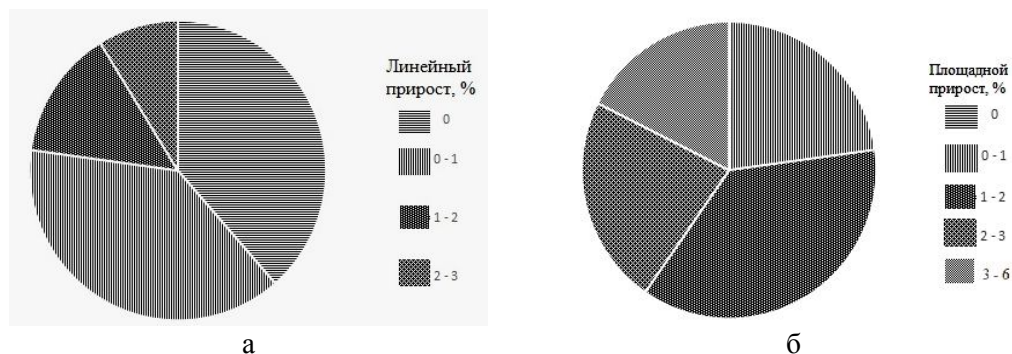


Рис. 6. Доля оврагов с определенными значениями линейного и площадного приростов от общего количества оврагов на территории Предволжья (а – линейный прирост, б – площадной прирост)

В бассейнах Предволжья большая часть оврагов имеют как линейный, так и площадной прирост за исследуемый период (рис. 6 а, б) по сравнению с бассейнами Восточного Предкамья. Также значительно меньше оврагов, прекративших свой рост. В бассейнах Предволжья фиксируются максимальные значения густоты и плотности оврагов, а также линейного и площадного прироста. Этот район Республики Татарстан характеризуется активным процессом оврагообразования.

В бассейнах Западного Предкамья за период 2004-2014 гг. наблюдается процесс уменьшения площади овражных систем, что свидетельствует о процессе зарастания оврагов и постепенного их превращения в балки.

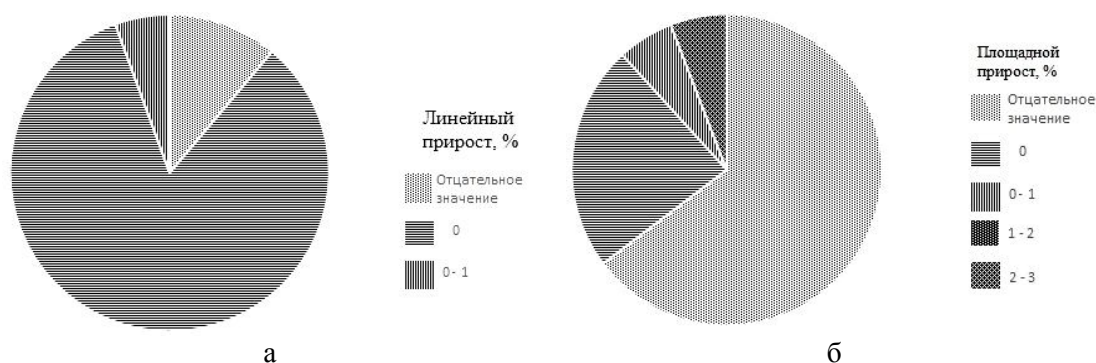


Рис. 7. Доля оврагов с определенными значениями линейного и площадного приростов от общего количества оврагов на территории Западного Предкамья (а – линейный прирост, б – площадной прирост)

Усиление оврагообразования отмечается локально. Выделяются овраги, у которых за год линейный прирост составил до 1%, а площадной до 3% (рис. 7 а, б).

Таким образом, на территории всех выбранных элементарных бассейнов одним из ведущих факторов овражной эрозии можно считать антропогенный фактор (большая плотность сельского населения, значительные площади заняты пашнями и лугами, наличие линейных объектов). Причинами локального усиления процесса оврагообразования могут быть наибольшая глубина промерзания почвы и большее количество осадков (климатический фактор), а также большие площади, занятые лугами (перевыпас скота – антропогенный фактор), что характерно для бассейнов, расположенных в Предволжье.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Интенсивность современной овражной эрозии на Европейской территории России // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2000. 297 с.
2. Маккавеев Н.И. Эрозионно-аккумулятивные процессы и рельеф русла реки. Изб. труды. М.: Изд-во МГУ, 1998. 285 с.
3. Рыжов Ю.В. Овражная эрозия в межгорных котловинах Юго-Западного Прибайкалья // Геоморфология. № 3. 1998. С. 68-73.
4. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006, 296 с.
5. Рыжов Ю.В. Формирование оврагов на юге Восточной Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 180 с.
6. Назаров Н.Н. К вопросу о факторах оврагообразования в Пермском Предуралье // Геодинамика равнинного рельефа. Казань: изд-во Казан. ун-та, 1992. С.78-90.
7. Зорина Е.Ф., Никольская И.И., Прохорова С.Д., Дайковская Т.С. Вопросы вероятности и риска образования оврагов // Докл. и краткие сообщения «Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов». Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. С.140-141.
8. Бутаков Г.П., Серебренникова И.А., Юсупова В.В. Динамика овражной и речной эрозии в конце XX века на территории Республики Татарстан // Современные и древние эрозионные процессы / под ред. проф. Г.П. Бутакова и проф. Г.А. Ларионова. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2001. С. 51- 67.
9. Овражная эрозия востока Русской равнины / науч. ред. А. П. Дедков. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991. 141 с.
10. Бутаков Г.П., Ермолаев О.П., Мухарамова С.С. Овражная эрозия // Зеленая книга Республики Татарстан. Казань: изд-во Казан. ун-та, 1993. С. 221-231.
11. Нугманов И.И., Нугманова Е.В., Лунева О.В., Чернова И.Ю. Мониторинг развития эрозионных процессов с использованием архивных данных дистанционного развития Земли // Геодинамика и тектонофизика. Вып. 4(4). 2013. С.447- 459.



12. Лепешев А.А., Кадацкий В.Б. Активизация овражной деятельности на территории Республики Беларусь// Доклады и краткие сообщения «Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов». Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. С. 172-173.
13. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. 307 с.
14. Схема геоморфологического районирования Республики Татарстан (по А.П. Дедкову, 1999). URL: [http://tatmap.ru/Tematch/Geolog/Geomorf\\_raion.JPG](http://tatmap.ru/Tematch/Geolog/Geomorf_raion.JPG) (дата обращения: 20.01.2016)
15. Fatemeh Mousazadeh, Khairulmaini Osman Salleh Factors controlling gully erosion development in Toroud basin – Iran. *Procedia // Social and Behavioral Sciences*. 2014. pp. 506-512.
16. Valentin C., Poesen J., Li Y. Gully erosion: impacts, factors and control (Gully erosion: a global issue), *Catena*, 63. 2005. pp. 132-153.
17. Li Y., Poesen J., Valentin C. *Gully Erosion Under Global Change*. Sichuan Science Technology Press, Chengu, China. 2004. 354 p.
18. Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. Казань: Изд-во «УНИПРЕСС». 2002. 264 с.
19. Дедков А.П. Рельеф // Геологические памятники природы Республики Татарстан. Казань: «Акварель-Арт», 2007. С. 9-13.
20. Карта типов строения геологической среды территории Республики Татарстан. URL: <http://tatmap.ru/Tematch/Geolog/Karta-tipu-stroeniya-GS.jpg> (дата обращения: 20.01.2016).
21. Атлас Республики Татарстан. М.: Производственное картосоставительское объединение «Картография», 2005. 216 с.
22. Климат и окружающая среда Приволжского федерального округа / Ю.П. Переведенцев, В.В. Соколов, Э.П. Наумов [и др.]; науч. ред. М.А. Верещагин. Казань: Казан. ун-т, 2013. 274 с.
23. Погода\_в\_мире. URL: <http://rp5.ru/> (дата обращения: 18.02.2016).
24. Google Планета Земля. URL: <http://www.google.com/earth/> (дата обращения: 10.02.2016).

Поступила в редакцию 18.03.16

**R.A. Gaifutdinova, O.P. Yermolaev**

#### **FACTORS AND SPACE-TIME CHARACTERISTICS OF GULLIES IN TATARSTAN**

The article describes the factors of gully erosion and their space-time change. The major factors of gully erosion are represented by a flow diagram. By the intensity of the space-time change of all the factors, the authors divided them into groups of conservative and dynamic factors. The conservative group combines geological and geomorphological factors. The dynamic group allocates anthropogenic and hydroclimatic factors. In order to study the modern dynamics of gully erosion in the territory of the Republic of Tatarstan the data from remote sensing was used. By using multi-temporal satellite images, within the studied basins a linear and areal increase of gully systems was identified. Through the analysis of the studied elementary basins, which are located in different landscape-geomorphological areas, the authors identified the major factors of gully erosion in the territory of the Republic of Tatarstan.

*Keywords:* factors of gully erosion, space images.

#### REFERENCE

1. Ljubimov B.P., Nikol'skaja I.I. and Prohorova S.D. [The intensity of the modern gully erosion on Europe-tion in Russia], in *Erozija pochv i ruslovyje processy*, no. 12, Izd-vo Mosk. un-ta, 2000, 297 p. (in Russ.).
2. Makkaveev N. I. *Erozionno-akkumuljativnye processy i rel'ef rusla reki. Izbrannye trudy* [The erosion-accumulative processes and topography of the river bed. Selected works], M.: izd-vo MGU, 1998, 285 p. (in Russ.).
3. Ryzhov Ju.V. [Gully erosion in the intermountain basins of South-West Baikal], in *Geomorfologija*, no. 3, 1998, pp. 68-73 (in Russ.).
4. Golosov V.N. *Erozionno-akkumuljativnye processy v rechnyh bassejnah osvoennyh ravnin* [The erosion-accumulative processes in river basins cultivated plains], M.: GEOS, 2006, 296 p. (in Russ.).
5. Ryzhov Ju.V. *Formirovanie ovragev na juge Vostochnoj Sibiri* [Formation of gullies in the south of Eastern Siberia], Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo "Geo", 2015, 180 p. (in Russ.).
6. Nazarov N.N. [To a question about the factors gully in the Perm Urals], in *Geodinamika ravninnogo rel'efa*, Kazan: izd-vo Kazan. un-ta, 1992, pp.78-90 (in Russ.).
7. Zorina E.F., Nikol'skaja I.I., Prohorova S.D. and Dajkovskaja T.S. [Questions of probability and risk of gully], in *Doklady i kratkie soobschenija «Dvadcatj pjatoe plenarnoe mezhuovovskoe koordinacionnoe soveshanie po probleme erozionnyh, ruslovyh i ust'evyh processov»*, Astrakhan: Astrahanskij gos. un-t, Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2010, pp.140-141 (in Russ.).

8. Butakov G.P., Serebrennikova I.A. and Jusupova V.V. [The dynamics of gully erosion and river at the end of the twentieth century on the territory of the Republic of Tatarstan], in *Sovremennye i drevnie erozionnye processy*, Butakov G.P. and Larionov G.A. (ed.), Kazan: Izd-vo Kazan. un-ta, 2001, pp. 51- 67 (in Russ.).
9. *Ovrazhnaja erozija vostoka Russkoj ravniny* [Gully erosion east of the Russian Plain], Dedkov A.P. (ed.), Kazan: Izd-vo Kazan. un-ta, 1991, 141 p. (in Russ.).
10. Butakov G.P., Ermolaev O.P. and Muharamova S.S. [Gully erosion], in *Zelenaja kniga Respubliki Tatarstan*, Kazan: izd-vo Kazan. un-ta, 1993, pp. 221-231 (in Russ.).
11. Nugmanov I.I., Nugmanova E.V., Luneva O.V. and Chernova I.Ju. [Monitoring the development of erosion processes with the use of historical data of Earth remote], in *Geodinamika i tektonofizika*, no. 4(4), 2013. pp.447- 459 (in Russ.).
12. Lepeshev A.A. and Kadackij V.B. [Activation of gully activity on the territory of the Republic of Belarus], in *Doklady i kratkie soobshchenija «Dvadcatj pjatoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshanie po probleme erozionnyh, ruslovyh i ust'evyh processov»*, Astrakhan: Astrahanskij gos. un-t, Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2010, pp. 172-173 (in Russ.).
13. Sobolev S.S. *Razvitie erozionnyh processov na territorii Evropejskoj chasti SSSR i bor'ba s nimi* [Development of erosion in the European part of the USSR and the fight against them], Moscow-Leningrad: Izd-vo Akademii Nauk SSSR, 1948, 307 p. (in Russ.).
14. *Sxema geomorfologičeskogo rajonirovanija Respubliki Tatarstan (po A. P. Dedkovu, 1999)* [The scheme of geomorphological regionalization of the Republic of Tatarstan (by AP Dedkov, 1999)], Available at: [http://tat-map.ru/Tematch/Geolog/Geomorf\\_raion.JPG](http://tat-map.ru/Tematch/Geolog/Geomorf_raion.JPG) (accessed: 20.01.2016) (in Russ.).
15. Fatemeh Mousazadeh and Khairulmaini Osman Salleh Factors controlling gully erosion development in Toroud basin – Iran, in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2014, pp. 506-512.
16. Valentin C., Poesen J. and Li Y. Gully erosion: impacts, factors and control (Gully erosion: a global issue), *Catena*, 63. 2005. pp. 132-153.
17. Li Y., Poesen J. and Valentin C. *Gully Erosion Under Global Change*. Sichuan Science Technology Press, Chengu, China, 2004, 354 pp.
18. Ermolaev O.P. *Erozija v bassejnovykh geosistemah* [Erosion in the river basin geosystems], Kazan: Izdatel'stvo "UNIPRESS", 2002, 264 p. (in Russ.).
19. Dedkov A.P. [Relief], in *Geologičeskie pamjatniki prirody Respubliki Tatarstan*, Kazan: Akvarelj-Art, 2007, pp.9-13 (in Russ.).
20. *Karta tipov stroenija geologičeskaj sredy territorii Respubliki Tatarstan* [Map of the structure type of geological environment in the Republic of Tatarstan], Available at: <http://tat-map.ru/Tematch/Geolog/Karta-tipy-stroeniya-GS.jpg> (accessed: 20.01.2016) (in Russ.).
21. *Atlas Respubliki Tatarstan* [Atlas of the Republic of Tatarstan], M.: "Kartografija", 2005, 216 p. (in Russ.).
22. Perevedencev Ju.P., Sokolov V.V., Naumov E.P. [i dr.] *Klimat i okružhajuschaja sreda Privolzhskogo federal'nogo okruga* [The climate and environment of the Volga Federal District], Vereschagin M.A. (ed.), Kazan: Kazan. un-t, 2013, 274 p. (in Russ.).
23. *Pogoda v mire* [Weather in the world], Available at: <http://rp5.ru/> (accessed: 18.02.2016) (in Russ.).
24. Google Planeta Zemlja [Google Earth], Available at: <http://www.google.com/earth/> (accessed: 10.02.2016) (in Russ.).

Гайфутдинова Регина Азатовна, аспирант  
E-mail: gregina8@mail.ru

Ермолаев Олег Петрович,  
доктор географических наук, профессор  
E-mail: oyermol@kpfu.ru

Институт экологии и природопользования  
ФГАОУВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»  
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Gaifutdinova R.A., postgraduate student  
E-mail: gregina8@mail.ru

Yermolaev O.P.,  
Doctor of Geography, Professor  
E-mail: oyermol@kpfu.ru

Institute of Environmental Sciences  
Kazan (Volga Region) Federal University  
Kremlevskaya st., 18, Kazan, Russia, 420008