

ВЕРОЯТНОСТЬ ДОСТИЖЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ГУСТОТЫ ОВРАЖНОЙ СЕТИ*

Оврагообразование является одним из наиболее интенсивных современных процессов, связанных с антропогенными изменениями естественных природных ландшафтов. Распространение оврагов рассматривается как один из существенных критериев для оценки экологической напряжённости регионов. Анализ топографических карт и полевые исследования показывают, что в районах давнего сельскохозяйственного освоения, где площадь пашни в отдельных районах достигает 70% от площади территории, преобладают овраги короче 150 м и составляют около 70% от общего количества овражных форм [Овражная эрозия, 1989]. На территории Европейской России основное количество оврагов (до 85%) приходится на овраги длиной до 200 м (табл. 1).

Таблица 1. Группировка оврагов, их длина, количество и суммарная протяжённость в земледельческой зоне европейской территории России [География ..., 2006]

Группа	Длина, м	Средняя длина, м	Кол-во оврагов		Общая длина оврагов	
			тыс. ед.	%	тыс. км	%
I	500-1000	750	30	1,5	30	11,2
II	от 500-600 до 150-200	350	270	13,5	84	35,2
Всего:			300	15	114	46,4
III	от 150-200 до 40-50	110	1200	60,0	132	49,1
IV	40-50	25	480	25,0	12	4,5
Всего:			1680	85	144	53,6

Количество протяжённых оврагов составляет только 15%, но при этом их общая длина – 114 тыс. км, что соразмерно с длиной коротких оврагов – 144 тыс. км. С учётом того, что протяжённые овраги имеют значительно большую площадь, возрастает и площадь поражаемых хозяйственно пригодных земель. В этом отношении более значим показатель густоты овражной сети.

В Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева составлена карта современной густоты овражной сети на Европейскую территорию ЕЧ России в масштабе 1:2 500 000. Этот показатель определяется для каждого водосбора 1-го порядка. Полученные значения густоты варьировали от 0,01 до 1,3 км/км² и более. Анализ карты позволил выделить следующие типы территорий:

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00211) и программы президента РФ для поддержки ведущих научных школ (проект НШ-1010.2014.5).

1) территории очень слабой заовраженности (густота менее $0,01 \text{ км/км}^2$), где овраги встречаются крайне редко, к ним относятся слабо освоенные или неосвоенные земли с плоским и грядовым рельефом – районы тундры и лесотундры; плоские залесённые и безлесные низменности с очень малыми глубинами базиса; слабобрасчленённые плосковершинные низкогорья и плоскогорья;

2) слабой заовраженности ($0,01-0,02 \text{ км/км}^2$), характеризующиеся неглубоким расчленением рельефа, занимающие обширные участки тундры, лесотундры и лесной зон, это моренные возвышенности, отдельные участки вдоль Уральских гор, в пределах Северных Увалов, Верхне-Камской и Бугульмино-Белебеевской возвышенностей и др.;

3) умеренной овражности (средняя густота $0,06 \text{ км/км}^2$) отмечаются на севере Большеземельской тундры, на отдельных участках Среднерусской, Валдайской, Смоленско-Московской, Верхне-Камской возвышенностях, Окско-Донской равнине, в бассейне рек Кубани, Кумы, Малой и Большой Узени и др.;

4) значительной овражности (средняя густота $0,3 \text{ км/км}^2$) – наблюдаются на возвышенных, расчленённых, интенсивно осваиваемых территориях лесной лесостепной и степной зон (морено-холмистые возвышенности, участки Большеземельской тундры, отдельные районы Среднерусской, Верхне-Камской и Ставропольской возвышенностей);

5) сильной степени заовраженности (средняя густота – 9 км/км^2) относятся давно и хорошо освоенные земледельческие районы (обширные районы Смоленско-Московской, Среднерусской, Приволжской, Верхне-Камской и Ставропольской возвышенностей);

6) очень сильной овражности ($1,3 \text{ км/км}^2$ и более), характерные для сильно расчленённых, возвышенных, почти полностью и давно распаханых территорий ЕЧ России, таких как: Среднерусская, Приволжская возвышенности, Донское Белогорье, южная часть Донской гряды [География ..., 2006].

Для определения предельных возможностей развития густоты овражной сети применена оригинальная расчётная методика. Получены значения потенциальной густоты для каждого водосбора 1-го порядка. По этим данным составлена карта предельной густоты овражной сети в том же масштабе. Этот показатель в значительной мере зависит от природных характеристик территории, поскольку условия антропогенного вмешательства приняты одинаковыми (снят растительный покров). Показатели потенциала в подавляющем большинстве случаев превосходят показатели современной овражности и достигают 3 км/км^2 и более. В распределении потенциальных характеристик овражности в большей степени, чем в её современном проявлении, выявляются зональные и аazonальные закономерности возможного распространения оврагов на равнинных территориях Европейской России. Чётко прослеживается поясность в распределении оврагов. Низкая овражность (не более $0,02 \text{ км/км}^2$) характерна для морено-зандровых и аллювиальных равнин и низменностей с незначительными глубинами базиса эрозии, прямыми или вогнутыми склонами. Умеренная овражность (не более $0,1 \text{ км/км}^2$) приурочена к холмисто-грядовым и холмисто-камовым возвы-

шенностям севера. Значительная овражность прогнозируется в районах с большой амплитудой расчленения рельефа, на выпуклых склонах долинно-балочной сети, в районах с легкоразмываемыми породами (Смоленско-Московская возвышенность, Клинско-Дмитровская гряда, Окско-Донская равнина, север Среднерусской возвышенности, Ставропольское плато). Высокая овражность (3 км/км^2 и более) может получить развитие преимущественно в центральной части Европейской территории России, где распространён холмисто-увалистый рельеф с большими абсолютными высотами и глубинами базиса эрозии, выпуклыми склонами интенсивно расчленёнными долинно-балочной сетью.

Разность между потенциальными и современными показателями густоты овражной сети определяет возможный её прирост. Сравнение расчётной потенциальной густоты и её современных размеров позволяет установить долю реализации изменения густоты овражной сети до размеров предельной, то есть вероятность оврагообразования. Она представляется как частное от деления современной густоты оврагов на предельную (потенциальную), приведённую в процентах.

Расчёты вероятности достижения предельной густоты оврагов сделаны для каждого водосбора первого порядка по карте масштаба 1:2 500 000 с использованием карт современной и потенциальной густоты овражной сети того же масштаба. По полученным характеристикам составлена карта вероятности достижения предельных значений густоты овражной сети в масштабе 1:2500000 на территорию Европейской России (рис. 1). Выбраны следующие ступени шкалы: 1) 0-20; 2) 20-40; 3) 40-60; 4) 60-80; 5) 80-100%.

Анализ полученной карты вероятности достижения предельной густоты овражной сети сделан по геоморфологическим регионам, выделенных А.И. Спиридоновым (1978).

Кольско-Карельская провинция Европейской России характеризуется рельефом, сформировавшимся в условиях длительного периода континентального развития и сплошного распространения кристаллических пород. Интенсивные денудационные процессы протекали совместно с тектоническими. В зависимости от геологической структуры горных пород здесь наблюдаются волнистые равнины или сильно пересечённый структурно-грядовый рельеф, в четвертичное время подвергшийся действию материкового льда. В дальнейшем поверхность подвергалась деятельности эрозионных процессов, нивации и морозного выветривания [Карандеева, 1957]. Современная овражная эрозия на территории региона практически отсутствует (менее $0,02 \text{ км/км}^2$), встречаются отдельные ареалы с густотой овражной сети до $0,1 \text{ км/км}^2$. Прогнозные показатели дают такие же характеристики. Вероятность образования оврагов 0%.

Северная часть Русской равнины, занимающая территорию от Балтийского моря до Урала и от Баренцова моря до Подмосковья, охватывает обширные пространства тундры, лесотундры и лесной зоны. Это регион распространения форм, созданных процессами ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции на более древнем рельефе, сформированном преимущественно эрозионными процессами. Для него территории характерен холмистый, холми-

сто-грядовый и равнинный рельеф местами с большим количеством озёр и болот. По возрасту рельефа выделяются два района: на западе – с более молодыми ледниковыми формами, оставленными валдайским оледенением, на востоке – территория, покрываемая ледником московской стадии днепровского оледенения. Граница между ними совпадает с границей Валдайского оледенения [Карандеева, 1957]. Территория, покрываемая ледником валдайской эпохи, характеризуется свежими ледниковыми формами в виде конечных моренных гряд, холмисто-грядовых плато, камов, оз, озёрных котловин. Наиболее крупной возвышенностью является Валдайская с абсолютными высотами до 300 м.

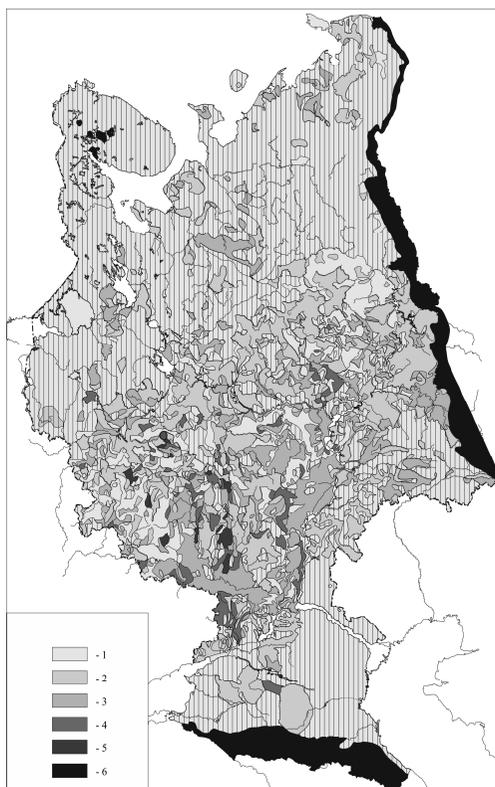


Рис. 1. Карта вероятности достижения предельной густоты овражной сети, в %: 1 – 0-20; 2 – 21-40; 3 – 41-60; 4 – 61-80; 5 – 81-100, 6 – 100. Штриховкой показаны территории с нулевой вероятностью образования оврагов.

К северо-востоку от неё располагаются обширные морено-зандровые и озёрно-ледниковые депрессии, в которых располагаются озёра Белое, Вожжа, Кубинское и др. На возвышенностях средняя густота современной овражной сети в основном умеренная и значительная (0,06-0,30 км/км²),

потенциал изменяется в диапазоне 0,06-0,80 км/км². Доля реализации составляет в основном 5-10%, местами 20-50%. Вероятность образования оврагов колеблется от 50 до 10%. На равнинах современная и потенциальная густота оврагов слабая, не превышает 0,02 км/км² и доля реализации равна 100% (вероятность 0%).

Поверхность территории, рельеф которой сформировался в основном ледником московской стадии днепровского оледенения, после отступления ледника подвергалась интенсивному воздействию эрозионных процессов. Здесь широко распространены равнинные междуречья, песчаные зандровые и аллювиальные равнины. Современная густота в основном достигает 0,02 км/км², на отдельных участках плато и по берегам крупных рек – 0,1 км/км². Потенциальная густота овражной сети колеблется в пределах от 0,02 до 0,50 км/км². Вероятность оврагообразования на большей части территории равна 0, но отмечаются ареалы с вероятностью 20-40%.

Южнее располагается полоса морено-эрозионных возвышенностей – Смоленско-Московской, Клинско-Дмитровской, Галичской, простирающихся с запада на северо-восток. На Смоленско-Московской возвышенности – наиболее древней и расчленённой овражной сетью современная густота оврагов в основном не превышает 1,1 км/км² (умеренная и сильная), но на отдельных участках она может превышать 1,3 км/км². На других возвышенностях средняя современная густота оврагов колеблется от 0,06 до 0,80 км/км². Потенциал густоты оврагов на этих территориях значительно превышает современные показатели, изменяясь от 0,3 до 3,0 км/км². Доля реализации потенциала в основном не превышает 20% (вероятность оврагообразования 80%), однако, на отдельных участках достигает 60 и 100% – вероятность от 40% до 0.

Центр Русской равнины характеризуется сочетанием эрозионно-денудационных возвышенностей и аккумулятивных низменностей. Аллювиальные и водно-ледниковые равнины приурочены к низинам, расположенным у фронта ледников днепровского и московского оледенений. Покрытые легкоразмываемыми песчаными отложениями, они создают пояс полесий, вытянутых вдоль рек Десны, Оки, левобережья Волги и спускающихся на юг по долине Дона и его притоков. В междуречье Клязьмы и Оки находится Мещёрская низменность, где овраги практически отсутствуют, вероятность оврагообразования 0. В междуречье Клязьмы и Оки, Волги и Клязьмы современная густота оврагов не превышает 0,02 км/км², потенциальная изменяется от 0,02 до 0,50 км/км². Доля реализации колеблется от 10 до 40% (вероятность 90-60%), на Мещерской низменности – 100% (вероятность 0).

В долине Дона и его притоков располагается Окско-Донская равнина, сформированная отложениями днепровского оледенения. Для рельефа характерны обширные плоские равнины, расчленённые широкими террасированными долинами крупных рек: Дона, Воронежа, Битюга, Хопра и др. Наиболее сильная заовраженность отмечается в северной части равнины, где современная густота овражной сети достигает 0,5-1,1 км/км². На остальной территории оврагами расчленены в основном только крутые и высокие

участки склонов долин крупных рек. Потенциал густоты оврагов в северной части равнины достигает 3 км/км^2 , на юге изменяется от 0,5 до $1,0 \text{ км/км}^2$. Доля реализации имеет большой диапазон значений: от 5-10, 20-40% до 60 и 100%, вероятность – от 0 до 90%.

Эрозионно-денудационные возвышенности представлены Среднерусской, Калачской, Приволжской возвышенностями.

Среднерусская возвышенность представляет собой волнистую равнину, расчленённую глубокими долинами рек, балок и оврагов. Глубина вреза достигает 100-150 м. В период днепровского оледенения ледником была покрыта северная часть и частично западные и восточные склоны возвышенности. Геоморфологическое своеобразие рельефа заключается в очень молодом и резком эрозионном расчленении, наложенном на древние эрозионные формы. Возвышенность имеет все необходимые условия для интенсивного развития современных и потенциальных эрозионных процессов: тенденция к поднятию, большие глубины базиса эрозии, неровность исходного рельефа, легкоразмываемый состав поверхностных пород, быстрота таяния снега и летние дожди, давнее сельскохозяйственное освоение. Территория характеризуется в основном умеренной и опасной степенью овражности. Современная густота овражной сети колеблется от 0,02-0,10 до $0,30 \text{ км/км}^2$ в северной части возвышенности и до 0,5-1,3 км/км^2 в южной и западной частях. Наиболее высокая современная густота оврагов отмечается по правобережью Дона, низовье Оки, на правобережье Псела, Донском Белогорье. Потенциальная густота овражной сети преимущественно высокая и очень высокая – от 1,1 до $3,0 \text{ км/км}^2$ и более. Доля реализации густоты в основном 5-10% отмечается в междуречьях рек Оки и Витебети, Неручи и Труды, Упы и Дона, Свали и Сейма и др. На значительных территориях (правобережье верховьев Дона, Донское Белогорье) доля реализации достигает 20-40%, междуречье Оскола и Дона – 40-60%, в низовьях Оки – 60-80%. Вероятность оврагообразования может колебаться в большом диапазоне от 40 до 95%.

На Калачской возвышенности современная густота оврагов варьирует от 0,5 до $1,3 \text{ км/км}^2$, потенциальная – от 1,1 до $3,0 \text{ км/км}^2$ и выше. Доля реализации – в центральной части достигает 50-100%, в западной 5-10%, а вероятность оврагообразования от 0-50% до 90-95%.

На Приволжской возвышенности наиболее оврагоопасным является крутой восточный склон, где современная густота оврагов более 1 км/км^2 , а предельно возможная густота достигает 3 км/км^2 . Преобладает доля достижения густоты овражной сети 20-40% (вероятность 60-80%). Отмечаются ареалы полной реализации – доля 100% в районе г. Саратова и междуречье рек Свяги и Барыша (вероятность 0), а также ареалы с долей реализации до 5% – по правобережью Волги от г. Чебоксар до г. Ульяновска (вероятность 95%). Западный склон Приволжской возвышенности более длинный и пологий. Преобладает современная густота расчленения 0,5-1,1 км/км^2 . Потенциально возможная колеблется от 0,5 до 3 км/км^2 . Отмечается большая вариабельность в вероятности достижения густоты овражной сети на этой территории. Отмечаются довольно большие ареалы (правобережье р. Суры)

с долей реализации 20-40% (вероятность 60-80%), в междуречье рек Теша и Сережа, на левобережье р. Анадырь величина вероятности составляет менее 5%, встречаются территории с полностью реализованной густотой (вероятность 0).

На территории Ергеней – средняя современная густота овражной сети изменяется от 0,06 до 0,80 км/км², потенциальная – от 0,3 до 0,8 км/км². На большей части территории доля вероятности достижения густоты оврагов составляет 20-40%, вероятность – 60-80%.

Обширную территорию на востоке Русской равнины занимает область, называемая Высоким Заволжьем. На западе она соприкасается с Низким Заволжьем, на востоке – с предгорьями Урала, на севере – примыкает к району северных Увалов, на юге обрывается крутым уступом Общего Сырта к Прикаспийской низменности. Современный рельеф представлен равнинными или полого волнистыми поверхностями, пересечёнными древними и современными реками, балками и оврагами. В Высоком Заволжье наблюдается резкая разница между равнинными междуречьями и глубокими врезаемыми долинами с крутыми склонами расчленёнными оврагами. Современная густота оврагов варьирует от 0,1 до 1,1 км/км², предельно возможная изменяется от 1 до 3 км/км² и более. Наибольшие площади занимают территории с долей реализации достижения до 5 или 10% (вероятность 90-95%). Встречаются ареалы с 20-40% (вероятность 60-80%) и 100% (вероятность 0) долей реализации.

На территории Общего Сырта современная густота оврагов изменяется в пределах в среднем 0,06-0,30 км/км², потенциальная – 0,3-0,8 км/км². На большей территории отмечается полная реализация густоты оврагов. Однако наблюдаются незначительные ареалы с долей реализации до 10% и 20-40%, вероятность 90% и 60-80% соответственно.

На Прикаспийской низменности и в Кума-Маньчской впадине оврагов практически нет. На Прикубанской – современная и потенциальная густота не превышают 0,02 км/км² и возможности прироста полностью реализованы.

На Ставропольской возвышенности и современная и потенциальная густота варьируют от 0,1 до 0,5 км/км². В западной части потенциал полностью реализован, а в восточной – составляет 10-20% (вероятность 90-80%).

На большей части (более 50%) территории Европейской России, в условиях неизменности природных водосборов, вероятность развития оврагообразовательного процесса практически равна нулю, и только на 0,8% площади равна 100%.

В таблице 2 приведены сводные данные о современной овражности и вероятности возникновения новых оврагов при современных природно-климатических условиях, неизменности глубины базисов эрозии и уровня антропогенной нагрузки для геоморфологических провинций и основных орографических единиц на территории Европейской России (по А.И. Спиридонову (1978)). Большая вариабельность значений в пределах выделенных орографических единиц объясняется в основном их размерами, разнообразием глубин базисов эрозии, сложным геологическим строением.

Таблица 2. Современная овражность и вероятность возникновения новых оврагов при современных природно-климатических условиях, неизменности глубины базисов эрозии и уровня антропогенной нагрузки для геоморфологических провинций и основных орографических единиц на территории Европейской России

	Современная густота овражной сети, км/км ²	Потенциальная густота овражной сети, км/км ²	Доля реализации изменения густоты овражной сети, %	Вероятность возникновения оврагов, %	
Кольско-Карельская					
	0,02-0,1	0,02-0,1	100,0	0,0	
Северорусская					
На возвышенностях	0,06-0,3	0,06-0,8	5,0-10,0 – 20,0-50,0	95,0-90,0 – 80,0-50,0	
На равнинах	0,02-0,1	0,02-0,5	80,0-60,0 – 100,0	0,0 – 20,0-40,0	
Среднерусская					
Смоленско-Московская	1,1-1,3	0,3-3,0	20,0	80,0	
Клинско-Дмитровская, Галицкая	0,06-0,8	0,3-3	60,0-100,0	0,0-40,0	
Междуречье Клязьмы и Оки	0,0	0,0	0,0	0,0	
Междуречье Клязьмы и Волги	0,02	0,02-0,5	10,0-40,0	90,0-60,0	
Мещерская низменность	0,0	0,0	0,0	0,0	
Окско-Донская равнина	Северная часть	0,5-1,1	3,0	5,0-10,0 – 20,0-40,0	60,0-80,0 – 90,0-95,0
	Южная часть	0,1-0,4	0,5-1,0	60,0-100,0	40,0-0,0
Среднерусская возвышенность	Северная часть	0,02-0,1 – 0,3	1,1	5,0-10,0	95,0-90,0
	Южная часть	0,5-1,3	3,0	40,0-80,0	60,0-20,0
Калачская возвышенность	0,5-1,3	1,1-3,0	50,0-100,0 – 5,0-10,0	0,0-50,0 – 90,0-95,0	
Приволжская	Восточный склон	1,0	3,0	20,0-40,0 – 5,0	60,0-80,0 – 95,0
	Западный склон	0,5-1,1	0,5-3,0	20,0-40,0 – 100,0	60,0-20,0 – 0,0
Восточноевропейская	Заволжье	0,1-1,1	1,0-3,0	5,0-100,0	95,0-0,0
Южнорусская					
Ересь	0,06-0,8	0,3-0,8	20,0-40,0	60,0-80,0	
Общий Сырт	0,06-0,3	0,3-0,8	10,0 – 20,0-40,0	90,0 – 60,0-80,0	
Прикаспийская низменность	0,0	0,0	100,0	0,0	
Кума-Манычская впадина	0,0	0,0	100,0	0,0	
Прикубанская	0,02	0,02	100,0	0,0	
Ставропольская возвышенность	0,1-0,5	0,5-1,5	0,0 – 10,0-20,0	0,0 – 90,0-80,0	

На большей части (47%) территории Европейской России, в условиях неизменности природных водосборов, вероятность развития оврагообразовательного процесса практически равна нулю, и только на 2% площади равна 100%. На доли вероятности 20-40% приходится 28%, 40-60% – 14%, 60-80% – 9%.

В настоящее время для территории Европейской территории России характерно изменение сезонной структуры поверхностного стока на малых водосборах (снижение талого стока и рост повторяемости стокообразующих ливней тёплого периода).

При неопределённости прогнозов тенденций климатических изменений прогнозирование оврагообразовательного процесса становится проблематичным.

ЛИТЕРАТУРА

География овражной эрозии. М.: Изд-во МГУ. 2006.

Карандеева М.В. Геоморфология Европейской части СССР. М.: Изд-во МГУ. 1957.

Спирidonov А.И. Геоморфология Европейской части СССР. М.: Высшая школа. 1978.