



**ОБРАЖНАЯ
ЭРОЗИЯ
ВОСТОКА
РУССКОЙ
РАВНИНЫ**

ОБРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ
ВОСТОКА
РУССКОЙ РАВНИНЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1990

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Казанского университета

Научный редактор – проф. А.П.Дедков
Рецензенты: доц. Ю.В.Бабанов,
ст.научн.сотр. Г.Д.Кологреев

В монографии на основе дешифрирования аэрофотоснимков и полевого изучения проанализировано распространение оврагов в Татарской, Чувашской, Марийской, Удмуртской АССР, Кировской, Пермской и Ульяновской областях. Математическими методами оценены факторы, определяющие густоту овражной сети и скорости роста оврагов.

Для практических и научных работников, занимающихся изучением эрозии, а также для студентов географических и сельского хозяйства специальностей.

0 I805040300-019 56 - 90
075(02) - 90
ISBN 5-7464-0369-5

© Издательство
Казанского
университета,
1990

І. ВВЕДЕНИЕ

І.І. Цели и задачи исследования

Овражная эрозия наносит большой ущерб народному хозяйству — земледелию, населенным пунктам и предприятиям, путям сообщения. Она является одним из наиболее активных современных рельефообразующих процессов, определяющих характер рельефа и природного ландшафта. Все это объясняет большой интерес, проявляемый к изучению овражной эрозии специалистами различного профиля.

В разное время для востока Русской равнины в целом и для его отдельных областей предпринимались попытки количественной оценки распространения овражной сети и анализа влияющих на ее развитие факторов. Эти попытки заключались в составлении карт густоты овражной сети, основанных на использовании топографических карт различного масштаба (Соболев, 1948; Хабибуллина, 1950; Аверьянова, Петров, 1961; Семёнтовский, 1963; Косов, Константинова, 1973; Васильева, 1979 и др.). Отмеченные исследователи выявили ряд важных закономерностей в развитии овражной сети. Однако сопоставление полученных ими результатов с натурными наблюдениями и материалами дешифрирования крупномасштабных аэрофотоснимков показало, что топокарты не дают достаточно объективной картины распространения оврагов. Главная трудность заключается в невозможности точного разделения на топографических картах оврагов и балок. В изображении этих эрозионных форм на топокартах, выпускавшихся в 40 — 60-х годах, много субъективного, в связи с чем густота овражной сети, определенная по детальным топокартам, отличается от реально существующей в обе стороны на величину до 50 — 60 %, иногда больше. При этом чаще всего топокарты дают заниженные значения густоты овражных и других эрозионных форм.

Значительно более эффективным является использование крупно- и среднемасштабных аэрофотоснимков. На снимках можно достаточно уверенно отличать овраги от балок, более точно изображается овраж-

ная сеть. По сопоставлению аэрофотоснимков различных лет выпуска, их сравнению с материалами полевых наблюдений можно сделать выводы о динамике овражной сети.

В 60-х годах на кафедре физической географии Казанского университета начинаются работы по изучению овражной сети по аэрофотоснимкам. Пионером этих работ явился В.А.Дуглав (1966). В этих исследованиях приняли участие и сотрудники других вузов региона, обучавшиеся в аспирантуре в Казанском университете (Удмуртский и Чувашский университеты, Ульяновский и Кировский пединституты).

За двадцать лет под руководством А.П.Дедкова и А.В.Ступишина по единой методике были получены данные о густоте овражной и балочной сети в Ульяновском Предволжье (Коротина, 1978), Чувашии (Сироткина, 1966), в Удмуртии (Рысин, 1982), на юге Кировской области (Кузницын, 1974). В продолжение этих работ в 1985 - 1988 годах дешифрирование эрозивной сети проведено Ф.Ф.Бойко и О.П.Ермолаевым в Татарии, Н.М.Коротинной и Г.П.Буதாகовым в Ульяновской области, Н.Н.Далтевой в Марийской АССР и Чувашском Заволжье, Н.Н.Назаровым в Пермской области. Одновременно определялись количественные значения важнейших факторов, контролирующих овражную эрозию. В течение ряда лет велись полевые экспедиционные и стационарные наблюдения за развитием овражных форм. Во всех перечисленных исследованиях участвовали сотрудники кафедры А.П.Двинских, О.П.Ермолаев, Р.М.Тукаев, а также студенты: Л.Х.Валиева, М.В.Васихитова, И.А.Джаббарова, Э.А.Закиров, О.Б.Иванова, Д.А.Илларионов, А.Ф.Карамиева, К.У.Кестримяз, А.С.Крылова, Л.З.Латыпова, Ф.Ф.Махмудова, Р.Г.Мингазова, Г.Ж.Миндубаева, В.П.Муллахметова, Н.К.Набиуллина, Л.Н.Поляк, Ф.А.Садыкова, И.З.Сафин, Л.П.Синичина, Р.А.Снегирева, Р.М.Фарраева, Л.М.Хайруллина, Н.А.Хисматуллина, Л.Д.Красова.

Исследованная территория включает полностью Татарскую, Марийскую, Удмуртскую АССР, большие части Чувашской АССР, Ульяновской, Кировской и Пермской областей. Охваченная исследованиями площадь составляет 294 тыс.км².

Основные задачи, решаемые в настоящей работе:

1. Получение объективной картины распространения овражной сети, основанной на дешифрировании аэрофотоснимков и обработке данных на ЭВМ.

2. Анализ с помощью ЭВМ факторов, определяющих распространение овражной сети и интенсивности овражной эрозии.

3. Получение новых данных о механизме развития и современной динамике овражных форм.

4. Районирование территории по интенсивности овражной эрозии. Обобщение большого материала позволило прийти к некоторым выводам теоретического и практического характера.

Коллектив авторов настоящей монографии состоит из сотрудников кафедры физической географии Казанского университета (Ф.Ф.Бойко, Г.П.Бутаков, А.П.Двинских, А.П.Дедков, О.П.Ермолаев, Н.Н.Лаптева, В.И.Мозжерин, Р.М.Тукаев), кафедры физической географии Удмуртского университета (И.И.Рысин), кафедры географии Ульяновского пединститута (Н.М.Коротина), ПГО "Уралгеология" (Н.Н.Назаров). Общее руководство работой над монографией осуществлялось Г.П.Бу- таковым, А.П.Дедковым, В.И.Мозжериным.

1.2. Характеристика исходного материала

Измерения длины овражной сети проводились по элементарным речным бассейнам, которые выделялись по топографическим картам масштаба 1:50000 и 1:100000. По аэрофотоснимкам масштаба в основном 1:17500, реже масштабов 1:12000, 1:25000, 1:30000 на весь элементарный бассейн проводилось камеральное дешифрирование оврагов и балок, которое контролировалось проведением полевых исследований на характерных участках различных районов Среднего Поволжья и Прикамья. Процент соответствия форм овражной эрозии на аэрофотоснимках формам в поле составляет 95 - 97 %.

Циркулем-измерителем с раствором в 2, а иногда и 1 мм, проводилось определение длины овражной сети. Эти данные в дальнейшем пересчитаны в густоту овражной сети, понимаемой как отношение суммарной длины оврагов к площади бассейна.

В итоге получены данные об овражной эрозии на площади почти 300 тыс. км² (табл. I.1, I.2). Детальность выделения элементарных бассейнов при этом сохранилась примерно одинаковой - в среднем площадь одного бассейна колеблется в разных частях территории от 34 до 63 км² (табл. I.2). Хотя общий размах в площадях бассейнов составляет значительную величину: минимальные площади равны 7 - 8 км², максимальные - почти 400 км², все же основная часть бассейнов имеет вполне сопоставимую площадь. Распределение количества бассейнов по интервалам площадей показано в табл. I.3. Всего

Распределение изученных элементарных бассейнов
по административным единицам востока Русской равнины

| Административные единицы | Площадь областей, тис. км ² | Площадь с изученной обратностью, тис. км ² | Кол-во элементарных бассейнов | Средняя площадь элементарного бассейна, км ² |
|--------------------------|--|---|-------------------------------|---|
| | | | | |
| Ульяновская обл. | 37,3 | 28,0 | 600 | 47 |
| Чувашская АССР | 18,3 | 16,0 | 629 | 25 |
| Татарская АССР | 68,0 | 63,1 | 1673 | 38 |
| Марийская АССР | 23,2 | 22,2 | 477 | 46 |
| Кировская обл. | 120,8 | 32,0 | 562 | 57 |
| Удмуртская АССР | 42,1 | 42,4 | 1193 | 36 |
| Пермская обл. | 160,6 | 90,2 | 1461 | 62 |
| Всего | 470,3 | 293,9 | 6595 | 44 |

Т а б л и ц а 1.2

Распределение изученных элементарных бассейнов
по отдельным регионам востока Русской равнины

| Физико-географическое подразделение | Площадь с изученной обратностью, тис. км ² | Количество элементарных бассейнов | Средняя площадь элементарного бассейна, км ² |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| | | | |
| Предволжье | 47,3 | 1379 | 34 |
| Волго-Вятское междуречье | 45,3 | 1051 | 43 |
| Закамье | 39,2 | 995 | 39 |
| Вятско-Камское междуречье | 112,0 | 2372 | 47 |
| Пермское Закамье | 50,1 | 798 | 63 |
| Всего | 293,9 | 6595 | 44 |

Т а б л и ц а 1.3

Распределение количества бассейнов по интервалам площадей

| Интервалы площадей, км ² | < 20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 | 100-120 | >120 | Площадь, км ² | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|--------|---------|------|--------------------------|--------------|------|--|----|
| | | | | | | | | сред- няя | мед- iana | мода | макс- имни- си - мель- ная | |
| Ульяновская обл. | 60 | 277 | 141 | 40 | 51 | 11 | 20 | 47 | 37 | 32 | 274 | 8 |
| Чувашская АССР | 342 | 197 | 58 | 26 | 5 | 0 | 1 | 25 | 18 | 14 | 383 | 7 |
| Татарская АССР | 370 | 721 | 364 | 153 | 45 | 10 | 10 | 38 | 33 | 30 | 376 | 7 |
| Марийская АССР | 37 | 165 | 168 | 77 | 29 | 1 | 0 | 46 | 44 | 41 | 120 | 8 |
| Кировская обл. | 14 | 127 | 202 | 136 | 61 | 17 | 5 | 57 | 54 | 51 | 149 | 9 |
| Удмуртская АССР | 259 | 576 | 272 | 67 | 19 | 0 | 0 | 36 | 32 | 30 | 100 | 10 |
| Пермская обл. | 41 | 204 | 518 | 421 | 190 | 57 | 30 | 62 | 59 | 55 | 194 | 8 |
| Предволжье | 439 | 549 | 241 | 84 | 43 | 10 | 13 | 34 | 29 | 25 | 383 | 7 |
| Волго-Вятское междуречье | 126 | 442 | 292 | 135 | 46 | 2 | 8 | 43 | 38 | 34 | 376 | 8 |
| Закамье | 228 | 393 | 227 | 83 | 45 | 9 | 10 | 39 | 34 | 30 | 274 | 8 |
| Вятско-Камское междуречье | 319 | 781 | 656 | 389 | 170 | 40 | 17 | 47 | 40 | 36 | 149 | 8 |
| Пермское Закамье | 11 | 102 | 307 | 229 | 96 | 35 | 18 | 63 | 59 | 54 | 194 | 8 |
| Восток Русской равнины | 1123 | 2267 | 1723 | 920 | 400 | 96 | 66 | 44 | 39 | 34 | 383 | 7 |

на территории выделено и охарактеризовано оценкой овражности 6 595 бассейнов.

Кроме длины овражной сети для каждого бассейна определено еще II характеристик. Рассмотрим вкратце методику их получения.

1. Площадь бассейна. Вычислялась методом палетки по крупномасштабным топокартам, а для территории Среднего Поволжья в основном взята из справочника "Площади водосборных бассейнов..." (1960). Точность определения - $0,1 \text{ км}^2$.

2. Длина балочной сети. Подсчитана по аэрофотоснимкам и ре - же - по крупномасштабным картам (1:25000, 1:50000). К балкам от - несены также крупные лощины. Определение длины велось циркулем-измерителем с раствором в 2 мм. Данные по длине пересчитывались в густоту балочной сети ($\text{км}/\text{км}^2$).

3. Длина речной (долинной) сети. Определялась аналогично балочной сети, но для территории Среднего Поволжья данные взяты из справочника "Материалы по длинам..." (1959). Конечным показателем также являлась густота речной сети.

4. Суммарное эрозионное расчленение. Находилось как сумма длин речной, балочной и овражной сети или сумма их густоты. Для всех показателей густоты сети точность определения составляла $0,01 \text{ км}/\text{км}^2$.

5. Литология пород, слагающих бассейн. Определена по полевым наблюдениям и различным геологическим данным (картам, разрезам, описаниям). Выделено 6 типов пород: а) глинисто-мергельная и глинисто-известняковая пачка татарского яруса, белебеевской свиты и уфимского яруса пермской, триасовой систем; б) известняки и доломиты карбона и перми; в) песчано-глинистые образования при и нижнего мела; г) мел-мергельная и песчано-кремнистая голца верхнего мела и палеогена; д) песчано-суглинистая пачка неогена и плейстоцена; е) пески и супеси неогена и плейстоцена.

6. Степень развития склоновых деллювиально-солифлюкционных отложений плейстоцена. Определена по карте мощности склоновых шлейфов, составленной Г.П.Бутаковым (1986). Определялась по следующей шкале: а) мощность менее 5 м; б) от 5 до 10 м; в) от 10 до 15 м; г) более 15 м; д) склоновые шлейфы отсутствуют.

7. Глубина расчленения находилась по топокартам в виде раз - ницы между максимальными и минимальными отметками в речном бас - сейне (с точностью до 1 м).

8. Уклон поверхности водосбора определялся методом палетки по топокартам (Волков, 1950). Результаты выражены с точностью до $0,1^{\circ}$.

9. Средний многолетний сток воды за год (л/с км²). Находился по карте изолиний годового стока, опубликованной в "Ресурсах поверхностных вод СССР" (т. II и т. I2, вып. I). Принятая точность $0,1$ л/с км².

10. Средний многолетний сток за половодье. Также рассчитывался по картам "Ресурсов поверхностных вод СССР" с аналогичной точностью.

11. Залесенность бассейна. Определена подсчетом площади леса (методом палетки) в элементарном бассейне и делением этой площади на площадь бассейна. Выражена в процентах и определена с точностью до 1 %.

1.3. Обработка материала

Исходные данные на первых стадиях их получения оформлялись в виде журналов - каталогов, где помимо указанных в разделе 1.2 характеристик давалась также географическая привязка бассейна и его номер. Эти же номера дублировались на составляемой карте элементарных бассейнов. Дубликатом журнала - каталога являлся банк перфокарт ручной перфорации, с которого все данные вводились в микроЭВМ. Предварительно они были разбиты на блоки, включающие бассейны более или менее крупных и обособленных физико-географических или административных частей территории. Всего сформировано 22 массива данных по этим районам (рис. 2.2).

Обработка данных на ЭВМ включала в себя определение важнейших статистических параметров для каждого участка и всей территории в целом (средней величины какого-либо показателя, его медианного, модального, максимального и минимального значения, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации, распределения количества бассейнов и их площадей по различным интервалам показателя), расчет тесноты связи между разными показателями, регрессионный, дисперсионный и факторный анализ.

В качестве самостоятельного способа выражения результатов принято составление карты густоты овражной сети масштаба 1:1000000, прилагаемой к данной монографии.

2. РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР

2.1. Общие сведения

На востоке Русской равнины овражная сеть получила очень неравномерное развитие. Об этом прежде всего свидетельствует состав - ленная нами карта густоты овражной сети. Значения густоты овражной сети по отдельным элементарным бассейнам колеблются от 0 до $4,65 \text{ км/км}^2$, составляя в среднем $0,14 \text{ км/км}^2$.

На большие различия в густоте овражной и всей эрозионной сети указывают также данные таблицы 2.1 и гистограммы распределения элементарных бассейнов по интервалам густоты оврагов, балок и рек (2.1).

Общая протяженность всех оврагов равна $40,1 \text{ тыс. км}$, что составляет лишь $8,6 \%$ протяженности всех эрозионных форм ($465,7 \text{ тыс. км}$). На долю балок приходится $62,1 \%$ ($289,4 \text{ тыс. км}$), рек - $29,3 \%$ ($136,2 \text{ тыс. км}$).

Распределение площадей и количества элементарных бассейнов по интервалам густоты овражной сети является крайне несимметричным (рис. 2.1). Около 40% территории востока Русской равнины лишены овражного расчленения. По мере возрастания густоты овражной сети уменьшается количество характеризуемых ею бассейнов. Совершенно иной характер имеет распределение количества бассейнов по интервалам густоты балочной и речной сети (рис. 2.1). Максимальное количество бассейнов характеризуется интервалами густоты балочной и речной сети $0,5 - 1,0 \text{ км/км}^2$. При изменении густоты в обоих направлениях число бассейнов уменьшается.

Неравномерное развитие всей эрозионной сети определяется различиями природных условий - рельефа, климата, жидкого стока, геологического строения, почв и растительности. Для овражной сети первостепенное значение приобретает степень хозяйственной освоенности территории, очень неодинаковая в различных частях рассматриваемой территории.

Распространение оврагов рассмотрено нами по основным крупным районам (рис. 2.2; табл. 2.1).

Т а б л и ц а 2.1

Основные количественные характеристики эрозивной сети востока Русской равнины

| Регион | Количество бассейнов | Площадь, тыс. км ² | Сеть | Суммарная длина, тыс. км | Плотность, км/км ² | | | | коэффициент вариации, % | |
|---------------------------|----------------------|-------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------------|--------------|------------------------|-------------|-------------------------|-----|
| | | | | | средняя арифметическая | максимальная | стандартное отклонение | коэффициент | | |
| Предволжье | 1379 | 47,3 | овражная | 23,5 | 0,50 | 0,39 | 0,41 | 4,65 | 0,38 | 95 |
| | | | балочная | 35,0 | 0,74 | 0,64 | 0,45 | 3,00 | 0,62 | 76 |
| | | | речная | 17,4 | 0,37 | 0,40 | 0,38 | 4,28 | 0,41 | 111 |
| Закамье | 995 | 39,2 | овражная | 4,62 | 0,12 | 0,07 | 0,08 | 1,68 | 0,15 | 127 |
| | | | балочная | 21,8 | 0,56 | 0,54 | 0,47 | 3,50 | 0,35 | 63 |
| | | | речная | 15,6 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 1,75 | 0,23 | 58 |
| Волго-Витское междуречье | 1051 | 45,3 | овражная | 8,55 | 0,20 | 0,46 | | 3,25 | 0,28 | 133 |
| | | | балочная | 23,4 | 0,54 | 0,45 | 0,50 | 2,87 | 0,62 | 115 |
| | | | речная | 22,3 | 0,49 | 0,45 | 0,42 | 3,75 | 0,37 | 76 |
| Вятско-Камское междуречье | 2372 | 112,0 | овражная | 3,31 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 2,48 | 0,13 | 444 |
| | | | балочная | 108,6 | 0,98 | 0,57 | 0,42 | 4,50 | 0,22 | 22 |
| | | | речная | 52,69 | 0,48 | 0,45 | 0,44 | 2,15 | 0,13 | 27 |
| Пермское Закамье | 798 | 50,1 | овражная | 0,13 | 0,003 | 0,005 | 0,00 | 0,30 | 0,14 | 553 |
| | | | балочная | 100,6 | 2,01 | 2,22 | 2,04 | 5,00 | 0,89 | 44 |
| | | | речная | 28,0 | 0,56 | 0,56 | 0,58 | 3,75 | 0,27 | 48 |
| В целом | 6595 | 293,9 | овражная | 40,1 | 0,14 | 0,02 | 0,00 | 4,65 | 0,26 | 213 |
| | | | балочная | 289,4 | 0,98 | 0,62 | 0,49 | 5,00 | 0,84 | 85 |
| | | | речная | 136,2 | 0,46 | 0,44 | 0,42 | 4,28 | 0,31 | 67 |

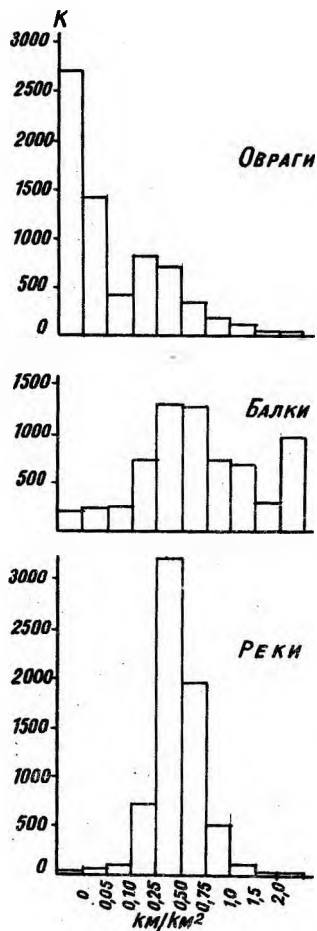


Рис. 2.1. Распределение количества элементарных бассейнов по интервалам густоты эрозионной сети: К - количество элементарных бассейнов

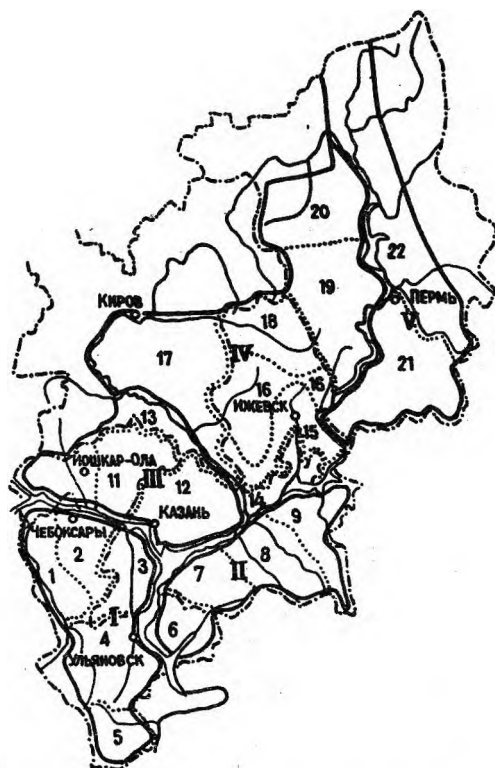


Рис. 2.2. Схема районирования востока Русской равнины, используемая при региональном обзоре овражной сети:

I - границы областей и республик; 2 - границы регионов; 3 - границы районов; I - У - регионы; I - 22 - районы. Регионы и районы:
 I. Предволжье: I - Зап.Чувашия; 2 - Вост.Чувашия; 3 - Предволжье Татарии; 4 - север Ульяновского Предволжья; 5 - юг Ульяновского Предволжья. II. Закамье: 6 - Ульяновское Заволжье; 7 - Зап.Закамье Татарии; 8 - Зай-Шешминское Закамье; 9 - Икское Закамье. III. Волго-Вятское междуречье: 19 - Запад Марийской АССР; II - Восток Марийской АССР; 12 - Западное Предкамье Татарии; 13 - Кировское правобережье Вятки. IV. Вятско-Камское междуречье: 14 - Восточное Предкамье Татарии; 15 - Южная Удмуртия; 16 - Средняя Удмуртия; 17 - Кировское левобережье Вятки; 18 - Северная Удмуртия; 19 - Южное Пермское Предкамье; 20 - Северное Пермское Предкамье. У. Пермское Закамье: 21 - Южное Пермское Закамье; 22 - Северное Пермское Закамье

2.2. Предволжье

Включает территории Чувашской АССР, предволжских (правобережных) частей Татарской и Марийской АССР, почти всей правобережной части Ульяновской области. Общая площадь региона составляет 47 343 км².

Предволжье - наиболее сильно пораженный овражной эрозией регион востока Русской равнины. Средняя густота овражной сети составляет 0,50 км/км², ее максимальное значение - 4,65 км/км².

Площадь Предволжья составляет всего 16 % площади востока Русской равнины, однако на нее приходится более половины (59 %) всей протяженности оврагов (табл. 2.1). Еще более значительной является густота балочной сети - 0,82 км/км². Густота речной сети характеризуется наименьшими для Востока значениями - 0,37 км/км². Общая структура эрозионного расчленения показана на рис. 2.3. В таблице 2.1 приведены общие данные о густоте эрозионного расчленения для всего региона.

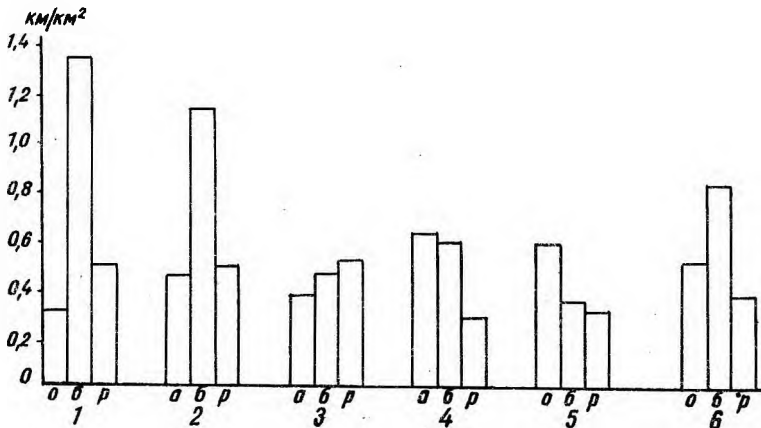


Рис. 2.3. Структура эрозионной сети Предволжья:

о - овраги; б - балки; р - реки; 1 - Зап. Чувашия; 2 - Вост. Чувашия; 3 - Предволжье Татарии; 4 - Север Ульяновского Предволжья; 5 - Юг Ульяновского Предволжья; 6 - регион в целом

Интенсивной овражной эрозии в регионе благоприятствуют следующие условия.

1. Возвышенный глубоко расчлененный речными долинами рельеф. Относительные высоты достигают здесь максимальных для всей рассматриваемой территории значений (соответственно 360 и 290 м), по абсолютным высотам Предволжье уступает лишь Бугульминскому плато.

2. Широкое распространение крутых склонов асимметричных долин. Большая крутизна правых склонов долин крупных и средних рек (Волги, Суры в низовьях, Свияги, Сызрани, Цивили, Улемы) обусловлена длительными односторонними смещениями русел рек. Для долин многочисленных малых рек характерна реликтовая инсоляционная (климатическая) асимметрия с крутыми склонами южной и западной экспозиции (Дедков, 1970). Средний уклон поверхностей элементарных бассейнов достигает значительных величин (до $4,5^{\circ}$).

3. Значительная роль в сложении поверхности сравнительно малостойчивых к эрозии пород. Среди них - песчано-глинистые породы верхней юры, нижнего мела и плиоцена, плейстоценовые делювиально-солифлюкционные и покровные суглинки. Наиболее подвержены эрозии в этом комплексе суглинки плейстоцена.

4. Достаточно обильный и интенсивный сток талых и дождевых вод. Водный баланс района характеризуется следующими средними величинами: осадки 450 мм, испарение 340 мм, сток 110 мм, коэффициент стока 0,25. Модули годового стока колеблются в пределах 2 - 6 л/с км² (Дедков и др., 1970). На время весеннего половодья приходится около 70 % годового стока, наименьшие модули весеннего стока колеблются от 1,4 до 3,3 л/с км². На летне-осенний период падает в среднем 23 % годового стока, максимальные модули стока летних паводков достигают 120 л/с⁻¹ км⁻². В соответствии с этим, как показывают стационарные наблюдения Н.М.Коротиной (1978), овражная эрозия на две трети связана со стоком талых вод и лишь на одну треть - ливневых.

5. Хорошая сельскохозяйственная освоенность территории и как следствие - сравнительно небольшая залесенность (Чувашия - 31 %, Ульяновское правобережье - 29 %, Предволжье Татарии - 10,5 %).

Незалесенные земли, как правило, распаханы, заняты другими сельскохозяйственными угодьями, населенными пунктами и дорогами (табл. 3.1).

В рассматриваемом регионе густота овражной сети, как и густо-

та других эрозионных форм, весьма изменчива. В целях удобства обработки и анализа материала регион был разделен на 5 различных по географическому положению районов (рис. 2.2): I - Западная Чувашия; 2 - Восточная Чувашия; 3 - Предволжье Татарии; 4 - Север Ульяновского Предволжья; 5 - Юг Ульяновского Предволжья.

Статистические данные о густоте эрозионной сети этих районов приведены в таблицах 2.2 - 2.3, в приложениях I,2.

Т а б л и ц а 2.2

Основные статистические характеристики густоты овражной сети Предволжья

| Статистические характеристики | Запад Чувашии | Восток Чувашии | Пред - волжье Тата - рии | Север Улья - новск. Пред - волжья | Юг Улья - яновск. Пред - волжья | Регион в целом |
|---------------------------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Средняя, км/км ² | 0,32 | 0,46 | 0,37 | 0,63 | 0,59 | 0,50 |
| Медиана -"- | 0,17 | 0,34 | 0,12 | 0,55 | 0,55 | 0,39 |
| Мода -"- | 0,16 | 0,37 | 0,00 | 0,46 | 0,45 | 0,41 |
| Максимальная -"- | 1,25 | 1,75 | 1,38 | 4,65 | 2,37 | 4,65 |
| Стандартное отклонение -"- | 0,24 | 0,26 | 0,24 | 0,48 | 0,37 | 0,38 |
| Коэффициент вариации, % | 134,9 | 96,6 | 62,5 | 75,6 | 62,3 | 95 |
| Суммарная длина оврагов, тыс.км | 1,94 | 4,55 | 3,29 | 8,50 | 5,25 | 23,53 |

В пределах описываемого региона густота овражной сети уменьшается в направлении с юга на север. В этом же направлении заметно возрастает густота балочной и речной сети. Таким образом, структура эрозионного расчленения в различных районах существенно неодинакова (рис. 2.3).

Все районы, кроме первого, характеризуются умеренной и слабой залесенностью и значительной распаханностью. Поэтому уменьшение густоты овражности в северном направлении в основном может быть

Т а б л и ц а 2.3

Основные статистические характеристики густоты балочной сети Предволжья

| Статистические характеристики | Запад Чувашии | Восток Чувашии | Пред - волжье Татари | Север Ульяновского Предволжья | Юг Ульяновского Пред - волжья | Регион в целом |
|-------------------------------|---------------|----------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Средняя, км/км ² | 1,35 | 1,13 | 0,47 | 0,59 | 0,37 | 0,74 |
| Медиана --" | 1,32 | 1,01 | 0,40 | 0,55 | 0,36 | 0,64 |
| Мода --" | 1,81 | 1,23 | 0,35 | 0,48 | 0,36 | 0,45 |
| Максимальная --" | 3,00 | 3,00 | 1,79 | 1,82 | 1,15 | 3,00 |
| Стандартное отклонение --" | 0,78 | 0,60 | 0,34 | 0,29 | 0,19 | 0,61 |
| Коэффициент вариации, % | 57,6 | 52,6 | 72,3 | 48,4 | 52,4 | 74,4 |
| Суммарная длина балок, тыс.км | 8,24 | 11,3 | 4,18 | 7,96 | 3,29 | 35,0 |

объяснено изменениями рельефа - уменьшением в этом направлении глубины расчленения и крутизны склонов. Инсоляционная асимметрия рельефа в северо-западном регионе выражена значительно слабее, чем в южных районах. Имеет значение и увеличение в северных районах густоты речной сети и, как следствие, уменьшение ширины водоразделов и длины их склонов. Последнее не способствует большей концентрации склонового стока и развитию широкого пояса овражной эрозии. Поверхностный сток в северных районах увеличивается, но уменьшает степень его неравномерности.

Возрастание в северном направлении густоты речной сети обусловлено увеличением количества осадков. Подавляющее большинство балок имеет плейстоценовый возраст и изменение их густоты не может быть связано только с современными условиями. Однако можно полагать, что их значительная часть образовалась в результате отмирания верхних звеньев речной сети, вызванного вырубкой лесов и распашкой земель. Каждый район характеризуется своими особенностями эрозионного расчленения.

1. Западная Чувашия охватывает правобережье нижней Суры и Волги до устья Цивили. В район входит также небольшая правобережная часть Марийской АССР. Сравнительно небольшая средняя густота овражной сети ($0,32 \text{ км/км}^2$), характерная для этого района, отчасти связана с тем, что район включает песчаное Лесное Засурье, где до сих пор хорошо сохраняются леса. Поэтому 22 % территории (I 343 км^2) совершенно лишены оврагов. Это больше, чем во всех остальных четырех районах Предволжья вместе взятых (прилож. I). Если же исключить эту лесную безовражную территорию, то средняя густота оврагов возрастет до $0,4 \text{ км/км}^2$, то есть до густоты соседнего слабозалесенного района. Сильному овражному расчленению не способствует также малая глубина расчленения рельефа, не превышающая 150 м, преобладание пологих склонов. Самая густая сеть оврагов (более $0,5 \text{ км/км}^2$) характерна для правого склона долины р.Волги.

Вместе с тем район отличается самой густой в Предволжье балочной сетью, по протяженности в 4,5 раза превосходящей овражную (рис. 2.3).

2. Восточная Чувашия включает бассейны рек Цивили и Свяги, а также прилегающее правобережье Волги в пределах Чувашской АССР. Средняя густота оврагов возрастает до средней для всего Предволжья величины ($0,46 \text{ км/км}^2$), максимальная — до $1,75 \text{ км/км}^2$. Как и в первом районе здесь невелика глубина расчленения рельефа, преобладающее развитие имеют пологие склоны со шлейфами делювиально-солифлюкционных суглинков. В отличие от всех других районов Предволжья на водоразделах широко развиты покровные суглинки. Среди коренных пород преобладают глины, мергели и песчаники татарского яруса верхней перми, глины верхней кры. Слабая залесенность, сильная распашанность, широкое развитие суглинков определили самое значительное в северной части Предволжья развитие овражной эрозии. В географической литературе этот район известен под названием Чувашское овражное плато.

В структуре эрозионного расчленения района преобладают балки, густота которых вдвое превосходит густоту оврагов (рис. 2.3).

3. Предволжье Татарии охватывает всю правобережную часть республики. Средняя густота овражной сети ($0,37 \text{ км/км}^2$) района ниже средней густоты всего Предволжья. По средней и максимальной густоте овражной сети район превосходит лишь Западную Чувашью.

Значительной овражной эрозии здесь благоприятствуют слабая залесенность (10,5%), обилие крутых склонов, преобладание пород малой и средней противэрозионной устойчивости, сравнительно большая глубина эрозионного расчленения (до 200 м), относительно раннее заселение и сильная распаханность.

Самое густое овражное расчленение характеризует полосу правого склона долины р. Волги между Верхним Услоном и Урюмом. Особенно интенсивно растут овраги в мощных суглинках, выполняющих погребенные плиоценовые долины у г. Тетиши, у пос. Камское Устье (рис. 2.4) и с. Пролей-Каша. Во многих местах овраги врезаны непосредственно в коренные породы (рис. 2.5).

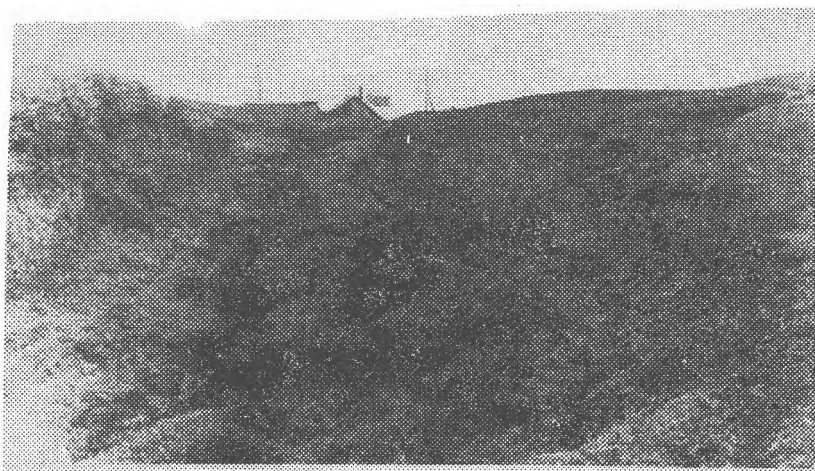


Рис. 2.4. Промоины и овраги в плейстоценовых суглинках на правом берегу Волги у пос. Камское Устье (фото В.И. Вяткина)

На правом берегу Волги развита также густая балочная сеть. В районе в целом по густоте она превосходит овражную сеть (табл. 2.3).

4. Север Ульяновского Предволжья включает бассейны рек Барыша и Свяги, а также прилегающее правобережье Волги. Это самый крупный район Предволжья, занимающий почти треть его площади (13557 км²).

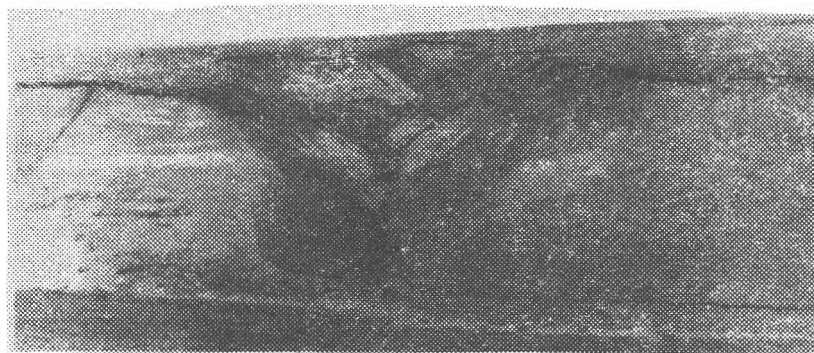


Рис.2.5. Овраг в глинисто-карбонатных породах татарского яруса на Волго-Свияжском междуречье в верховьях р. Улемы

Район характеризуется самым сильным в Предволжье овражным расчленением, в среднем составляющим $0,63 \text{ км/км}^2$. Максимальные значения густоты овражной сети достигают $4,65$. Этому способствует глубокая вертикальная расчлененность рельефа, во многих бассейнах превышающая 200 м , широкое распространение легко поддающихся эрозии песчано-глинистых пород нижнего мела и плейстоценовых суглинков, почти повсеместное развитие крутых склонов резкоасимметричных долин, значительная распаханность территории.

Интенсивность овражной эрозии в пределах района сильно зависит от степени залесенности (рис. 2.6). Самая густая сеть оврагов (более 1 км/км^2) характерна для высокого правобережья Волги и бассейна среднего течения р.Свияги, отличающегося незначительной ($3 - 4 \%$) залесенностью, самой сильной распаханностью и наиболее широким распространением песчано-глинистых пород нижнего мела.

Наименьшая густота овражной сети (менее $0,5 \text{ км/км}^2$) отмечена в бассейнах верхних течений Барыша и Свияги, все еще хорошо залесенных и сложенных сравнительно стойкими к эрозии песчаниками, песками и кремнистыми опоками палеогена. В залесенные палеогеновые массивы овражная эрозия проникает преимущественно по пологим склонам северной и восточной экспозиции, затянутым мощными делювиально-солифлюкционными суглинками. При сведении лесов развитие на па-

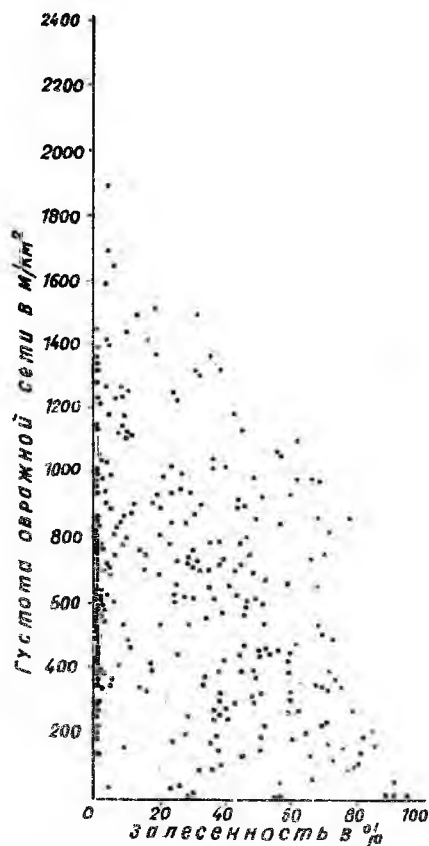


Рис.2.6. График зависимости плотности овражной сети от лесенности по элементарным бассейнам северной части Ульяновского Предволжья

леогеновых породах легкие серые лесные почвы также быстро становятся добычей эрозии. Средние для района значения плотности овражной сети (0,5 - 1,0 км/км²) типичны для безлесных меловых склонов. Как и в других районах, развитию оврагов способствуют дорожные выемки и колеи старых дорог. По структуре эрозионных форм рассматри-

ваемый район существенно отличается от северных районов (рис.2.3). Здесь преобладают овраги (42 %), балки играют меньшую роль (39 %), густота речной сети ($0,28 \text{ км/км}^2$) сокращается почти вдвое. Причинами является уменьшение стока и преобладающая роль в сложении поверхности хорошо водопроницаемых пород палеогена и верхнего мела. Соответственно возрастает ширина водоразделов и длина их склонов, что благоприятствует усилению концентрации склонового стока и расширению пояса овражной эрозии.

Густота овражной и балочной сети выражается близкими значениями (рис. 2.3; табл. 2.4). В наиболее залесенном бассейне р.Барыша преобладает балочная сеть, на более распаханых территориях - овражная.

Т а б л и ц а 2.4

Средняя густота овражной и балочной сети в некоторых районах Предволжья (в км/км^2)

| Районы | Овражная сеть | | | Балочная сеть |
|---|------------------|------------------|---------|---------------|
| | первичные овраги | вторичные овраги | в целом | |
| Правобережье Волги от Ундор до Сенгилея | 0,51 | 0,38 | 0,89 | 0,88 |
| Бассейн р.Арбуги | 0,52 | 0,47 | 0,99 | 0,84 |
| Бассейн Свяги (в Ульяновской обл.) | 0,32 | 0,32 | 0,64 | 0,60 |
| Бассейн Барыша | 0,35 | 0,18 | 0,53 | 0,55 |

Все овраги подразделяются на первичные и вторичные. Последние врезаны в днища балок. Балки концентрируют поверхностный сток и выступают поэтому как фактор, способствующий оврагообразованию. Как показывают данные таблицы 2.4, первичные овраги во многих районах преобладают над вторичными. Однако это преобладание не является значительным.

5. Юг Ульяновского Предволжья включает бассейны рек Сызрана, верхней Терешки и прилегающее правобережье Волги.

Район характеризуется сильным овражным расчленением, лишь немного уступающим расчленению центрального района. Средняя густота овражной сети составляет $0,59 \text{ км/км}^2$, максимальная – $2,37$. Значительному развитию овражной эрозии способствует большое относительное превышение водоразделов над днищами долин (до 250 – 300 м – максимальное во всем Предволжье), значительное развитие в восточной части района неустойчивых к эрозии глин нижнего мела и плейстоценовых суглинков (рис. 2.7), повсеместное развитие крутых склонов, на востоке района – сильная распаханность. Особенно густая сеть оврагов расчленяет крутые и высокие правые склоны долин рек Волги и Сызрана. Наименьшее овражное расчленение характерно для залесенных палеогеновых массивов верховий Сызрана и Терешки.

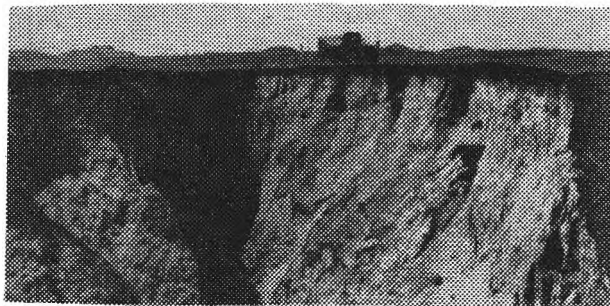


Рис. 2.7. Растущий овраг в делювиально–солифлюкционных суглинках у ст.Томышево Ново – спасского района (фото А.В.Дмитриева)

Как и в северной части Ульяновского Предволжья здесь также преобладают овраги (46 %), затем следуют балки (29 %) и реки (25 %). Характерной особенностью района является самая малая в Предволжье густота балочной сети – $0,37 \text{ км/км}^2$ (табл. 2.3).

Во многих районах Предволжья, особенно в зоне правобережья Волги в конце 40–х и в 50–х годах были осуществлены в значительных масштабах насаждения лесных полос, что привело к заметному уменьшению интенсивности овражной и почвенной эрозии. Однако, судя по стоку взвешенных наносов и заилению прудов, интенсивность эрозии остается очень высокой в бассейнах Терешки, среднего течения Свияги, в северной части Чувашии и некоторых других районах.

2.3. Закамье

Включает южную и юго-восточную часть территории Татарской АССР, расположенную к востоку от Волги и к югу от Камы, - Западное и Восточное Закамье, а также часть левобережной территории Ульяновской области - Ульяновское Заволжье. Регион вытянут с юго-запада на северо-восток почти на 400 км, общая площадь его 39,2 тыс.км². Закамье характеризуется средними значениями густоты овражной сети для Востока Русской равнины и в то же время это наименее расчлененные овражной эрозией части Татарии и Ульяновской области. Преобладают элементарные речные бассейны с густотой овражной сети от 0,025 до 0,25 км/км² при среднем значении 0,12 и максимальном - 1,68 км/км² (табл. 2.5; прил. I,2). Такое (среднее) развитие овражной эрозии определяется как особенностями природных условий территории, так и влиянием антропогенного фактора.

Т а б л и ц а 2.5

Основные статистические характеристики густоты овражной сети Закамья

| Статистические характеристики | Ульяновское За-волжье | Западное Закамье Татарии | Зай-Шеш-минское Закамье | Икское Закамье | Весь регион |
|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Средняя арифметическая, км/км ² | 0,15 | 0,09 | 0,14 | 0,12 | 0,12 |
| Медиана -- | 0,06 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,07 |
| Мода -- | 0,0 | 0,03 | 0,13 | 0,04 | 0,08 |
| Максимальная -- | 1,68 | 0,95 | 1,30 | 0,64 | 1,68 |
| Стандартное отклонение -- | 0,24 | 0,14 | 0,16 | 0,11 | 0,15 |
| Коэффициент вариации, % | 157,3 | 163,1 | 114,6 | 94,1 | 127 |
| Суммарная длина оврагов, тыс.км | 0,87 | 1,13 | 1,39 | 1,23 | 4,62 |

Рельеф Закамья неоднороден. Западная часть региона (Ульяновское Заволжье и Западное Закамье Татарии) представляет собой низменную равнину со средней высотой IIO - II2 м, протянувшуюся вдоль левых берегов Волги и нижней Камы. Восточная часть отличается возвышенным глубоко расчлененным речными долинами рельефом с абсолютными высотами до 380 м при средней высоте I60,8 м (Сементовский, 1963). Здесь расположено Бугульминское плато. Общая амплитуда колебания высот достигает 327 м, что определяет довольно значительные глубины местных базисов эрозии. Если в западной части региона преобладают глубины расчленения в 50 - 100 м и лишь в пятой части бассейнов более 100 м, то в Восточном Закамье три четверти территории характеризуется глубинами местных базисов эрозии 100 - 200 и даже 200 - 250 м на крайнем юго-востоке. Столь значительные абсолютные и относительные высоты рельефа должны способствовать развитию более интенсивного овражного расчленения региона при отсутствии влияния других факторов.

Этому же должны способствовать и значительные величины средних уклонов поверхности элементарных бассейнов, особенно на востоке территории. Если в западной части региона преобладают уклоны $0^{\circ}30' - 1^{\circ}$ (60 % бассейнов) и в одной трети их $1 - 2^{\circ}$, то в Восточном Закамье более 80 % бассейнов характеризуется уклонами свыше 1° , а уклоны свыше 2° ($2 - 4^{\circ}$, $4 - 8^{\circ}$) имеют место в 40 % всех элементарных бассейнов. Подавляющая часть бассейнов с большими уклонами приурочена к правобережьям почти всех достаточно крупных и средних рек (Шешма, Степной Зай, Лесной Зай и др.), имеющих глубокие хорошо разработанные резко асимметричные долины. Однако, как правило, водосборная площадь таких элементарных бассейнов и участков крутых склонов очень невелика, что препятствует образованию значительных овражных систем ввиду малой величины поверхностного стока.

Геологическое строение благоприятствует развитию процессов овражной эрозии, особенно в западной части региона. Большую роль в сложении Западного Закамья Татарии и Ульяновского Заволжья играют рыхлые породы - пески, глины, суглинки неоген-четвертичного возраста, а в Восточном Закамье преобладают более устойчивые к размыву карбонатные породы казанского и татарского ярусов перми, а также глинисто-мергельные породы татарского яруса и неоген-четвертичные пески, глины и суглинки.

Достаточное количество осадков (около 440 мм), возрастающее с 400 - 410 мм на западе и юго-западе до 440 - 460 мм на востоке и юго-востоке (на Бугульминском плато), и интенсивный сток талых и дождевых вод, максимум которого приходится на время весеннего половодья, также являются факторами, способствующими развитию овражной эрозии. Модуль годового стока составляет 2,8 - 4 л/с км² для западной части региона и 4 - 5 л/с км² для Восточного Закамья, при этом модуль весеннего стока достигает величины от 2,3 - 2,5 до 3,2 л/с км². Это обуславливает развитие овражной эрозии главным образом в период весеннего снеготаяния.

Велико и антропогенное воздействие человека на всей территории Закамья: вырубка лесов и распашка земель (в отдельных хозяйствах до 70 - 80 %), уничтожение естественной степной растительности, интенсивная эксплуатация недр (добыча нефти и газа) при недостаточном внимании к природоохранным мероприятиям. В то же время территория Закамья была освоена и заселена значительно позже, чем другие природные районы Татарии. Так, за 170 лет с конца XVIII столетия лесистость Закамья сократилась с 47,3 до 18 %, то есть в 2,6 раза, в то время как в целом по Татарии за тот же период она снизилась более чем в 3 раза (Бойко, 1976). В настоящее время степень залесенности Закамья, расположенного в лесостепной зоне, даже несколько выше, чем в Предкамье Татарии, относящемся к лесной зоне. Плотность населения Закамья остается самой низкой в Татарии вплоть до последних 2 - 3 десятилетий. Благодаря более позднему освоению территории здесь еще сохранились довольно крупные лесные массивы в бассейнах рек Сульчи, Большого и Малого Черемшана, Кичуя, в междуречье Шешмы и Степного Зая, что тормозит развитие овражной эрозии почти на всех этих участках.

Для удобства обработки исходного материала Закамье было разделено на 4 района: 1. Ульяновское Заволжье, 2. Западное Закамье Татарии, 3. Зай-Шешминское Закамье, 4. Ижское Закамье (рис.2.2). Общие данные о густоте овражной, балочной и речной сети Закамья приведены в таблице 2.1, а на рис. 2.8 показана структура эрозийного расчленения каждого из выделенных районов и всего региона.

Анализ приведенных данных и карты густоты овражной сети свидетельствует, что распространение оврагов и других эрозийных форм в Закамье неравномерно и заметно меняется в пространстве.

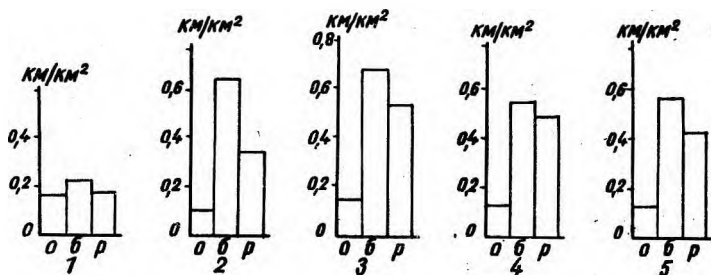


Рис.2.8. Структура эрозионной сети Закамья:
 о - овраги; б - балки; р - реки; 1 - Ульяновское Заволжье;
 2 - Зап. Закамье Татарии; 3 - Зай-Шешминское Закамье;
 4 - Икское Закамье; 5 - Закамье в целом

Неодинакова и структура эрозионного расчленения в различных районах. Характерным для всех районов является явное преобладание балок в общей структуре эрозионной сети. Средняя плотность балочного расчленения Закамья - $0,56 \text{ км/км}^2$ - превосходит плотность овражной сети почти в 5 раз (табл. 2.5; 2.6), а суммарная длина

Т а б л и ц а 2.6
 Основные статистические характеристики плотности балочной сети Закамья

| Статистические характеристики | Ульяновское Заволжье | Западное Закамье Татарии | Зай-Шешминское Закамье | Икское Закамье | Весь регион |
|--|----------------------|--------------------------|------------------------|----------------|-------------|
| Средняя арифметическая, км/км^2 | 0,21 | 0,63 | 0,67 | 0,54 | 0,56 |
| Медиана -" | 0,16 | 0,59 | 0,61 | 0,49 | 0,54 |
| Мода -" | 0,21 | 0,55 | 0,49 | 0,44 | 0,47 |
| Максимальная -" | 0,90 | 2,12 | 3,50 | 2,00 | 3,50 |
| Стандартное отклонение -" | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,32 | 0,35 |
| Коэффициент вариации, % | 93,3 | 47,8 | 59,8 | 58,0 | 63 |
| Суммарная длина балок, тыс.км | 1,19 | 8,04 | 6,75 | 5,82 | 21,8 |

балок составляет более половины общей длины всех эрозионных форм (52 %). Густота речной сети во всех районах несколько меньше балочной, длина ее составляет 37 % суммарной длины эрозионной сети региона. Прослеживается закономерное возрастание густоты речной сети с юго-запада на северо-восток, что связано и с большей абсолютной высотой территории восточных районов, и с увеличением количества осадков над Бугульминским плато. В распределении овражной сети региона не выявляется такой четкой закономерности изменения ее в каком-то определенном направлении, как у речной сети, густота оврагов довольно изменчива. Хотя в целом восточная часть региона отличается несколько большей густотой овражной сети, чем западная, в то же время каждому из районов присущи свои характерные особенности эрозионного расчленения.

У л ь я н о в с к о е З а в о л ж ь е – наименьший из районов, занимающий лишь седьмую часть общей площади, характеризуется самыми высокими для региона показателями средней и максимальной густоты овражной сети (соответственно 1,15 и 1,68 км/км²) (табл. 2.5). Пятая часть всех бассейнов района характеризуется овражным расчленением более 0,25 км/км² (прил. I). Довольно высокие показатели овражной расчлененности на столь низменной равнинной территории объясняются, по-видимому, особенностями геологического строения – поверхность Заволжья сложена почти исключительно песчано-глинистыми отложениями неоген-четвертичного возраста, легко размываемыми даже при небольших уклонах поверхности. Большая часть глубоких растущих оврагов с крутыми склонами и плоским дном приурочена к поверхности и крутому уступу высокой среднечетвертичной надпойменной террасы р.Волги и особенно к поверхности позднеплиоценовой равнины, где песчано-глинистые отложения перекрыты плащом четвертичных покровных суглинков и сырцовыми глинами. Участки с наибольшим расчленением находятся в междуречье р.Майны и р.Черемшана, в бассейнах реки Красной – левого притока р.Майны и реки Б.Авраль – левого притока р. Б.Черемшана. Наряду с такими оврагопораженными участками 40 % территории района вообще не имеет оврагов, то есть Ульяновское Заволжье отличается самыми большими контрастами в распространении оврагов по территории. Свообразен этот район и по структуре эрозионного расчленения: здесь самая низкая густота балочной (0,21 км/км²) и речной сети в Закамье (табл. 2.6; рис. 2.8).

Несколько меньшим овражным расчленением характеризуются Зай-Шешминское и Икское Закамье, где средняя густота оврагов составляет соответственно 0,14 и 0,12 км/км², а максимальная - 1,30 и 0,64 км/км² (табл.2.5). Эти два района весьма близки и по своим природным условиям, и по степени расчленения, и поэтому мы рассматриваем в дальнейшем их вместе под единым названием Восточное Закамье. Это самый высокий район во всем Закамье, занимающий более половины площади региона. Значительное овражное расчленение (более 0,25 км/км²) имеет место в 12 % элементарных бассейнов, третья часть их характеризуется показателем 0,10 - 0,25 км/км² и более половины всех бассейнов (57 %) имеют густоту овражной сети, не превышающую 0,10 км/км² (прил. I). Наибольшая овражная расчлененность (0,2 - 0,4 км/км²) характерна для бассейнов рек Шешмы, Степного Зая в его среднем течении и верховьев р.Мензели (рис. 2.9). Значительному развитию овражной эрозии здесь способствуют большие абсолютные и относительные высоты, сложение территории в основном по -

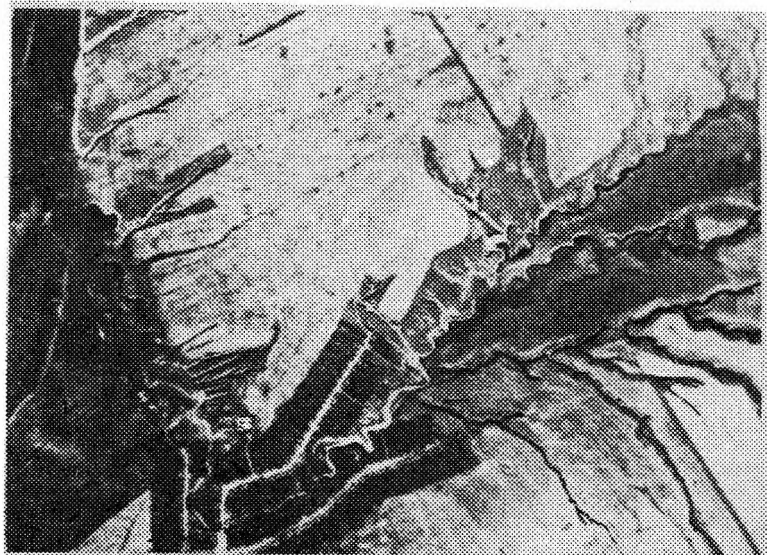


Рис. 2.9. Овражная сеть на левом берегу р.Камы у с. Нижн. Афанасово

родами татарского яруса и распространение рыхлых неоген-четвертичных отложений, широкое развитие серых лесных почв, неустойчивых к эрозии, и сильное обезлесение и распахка территории. Заметно поражены оврагами многие бассейны малых рек в среднем течении р.Ика, сложенные главным образом неоген-четвертичными отложениями, полностью лишенные естественного растительного покрова. Самые малые для Восточного Закамья показатели густоты овражной сети приурочены к бассейнам верхнего и нижнего течения р.Ика. В верховьях р.Ика геоморфологические условия должны были способствовать значительному развитию сети оврагов (максимальные в регионе глубины местных базисов эрозии - до 250 м, широкое распространение высоких крутых склонов). Однако тормозящее действие оказывают, видимо, геологическое строение (территория сложена в основном известняками и песчаниками верхней перми, достаточно устойчивыми к эрозии), наличие на склонах структурных террас, горизонтальные площадки которых ослабляют поверхностный сток (Хабидуллина, 1950), и господство черноземных почв. В нижнем течении р.Ика условия для развития овражной эрозии иные: здесь господствуют низкие молодые равнины с небольшими абсолютными и относительными высотами, не способствующими росту оврагов. Заметную противоэрозионную роль играют также коренные породы и структурные черноземные почвы, устойчивые к размыву. Однако совокупность других условий оказывает противоположное действие. Наряду с верхнепермскими отложениями на значительных площадях развиты неоген-четвертичные песчано-глинистые и суглинистые породы, неустойчивые к размыву. Распространение глинистых и тяжело-суглинистых серых лесных и дерново-подзолистых почв, высокий процент их распаханности, отсутствие на больших пространствах естественной растительности - все это благоприятствует развитию линейной эрозии. Поэтому на общем фоне относительно слабо расчлененных территорий выделяются участки и отдельные речные бассейны с довольно густой сетью оврагов до 0,3 - 0,4 км/км².

В структуре эрозионного расчленения Восточного Закамья резко преобладают балки. Как видно из гистограммы (рис.2.8), в Зай-Шешминском и Икском Закамье соотношение густоты балочного и овражного расчленения отражает общую картину для всего региона: густота балочной сети в 4,7 - 4,9 раза больше, чем овражной. Несколько меньше балочной развита здесь речная сеть, но и ее гус -

тота в 4 раза превосходит густоту овражной сети и является наибольшей во всем регионе.

Самым слабым овражным расчленением характеризуется район Западного Закамья Татарии. При средней густоте овражной сети $0,09 \text{ км/км}^2$ здесь преобладают участки с показателями расчленения от $0,01$ до $0,1 \text{ км/км}^2$, и почти пятая часть всех элементарных речных бассейнов и площади района вовсе не имеет оврагов (прил. 1,2). Размещены эти участки пятнами почти по всей территории, но больше всего их в бассейне реки Малого Черемшана, в левобережье р.Шешмы в среднем ее течении, на террасах р.Волги в бассейнах ее притоков - р.р. Утки, Майны. Значительное расчленение ($0,3 - 0,4 \text{ км/км}^2$) характерно для бассейнов нижнего течения р.Шешмы, бассейна р.Чебоксарки, левобережья Камы от г.Чистополя до с.Алексеевское и других участков, сложенных рыхлыми неоген-четвертичными отложениями и наиболее сильно распаханых (рис. 2.10).

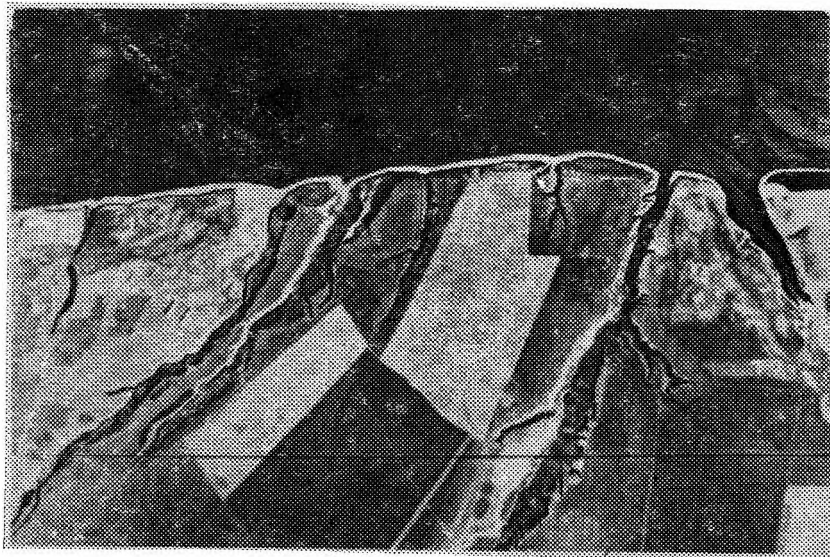


Рис.2.10. Овраги на берегу Куйбышевского водохранилища между г.Чистополь и с.Галактионовка

Наиболее благоприятны условия для развития оврагов в прикамской и приволжской части Западного Закамья, где распространены мощные толщи суглинков, подстилаемых нижнечетвертичными песками, а высота склона, опускающегося к водохранилищу, достигает 35 – 40 м (Дутлав, 1966). Часто встречаются овраги вблизи населенных пунктов, где интенсивность их роста больше, чем в других местах. Однако в целом район Западного Закамья Татарии выделяется на карте более светлыми тонами, чем другие части региона, что соответствует слабому овражному расчленению. Относительно слабое развитие овражной эрозии в этом районе по сравнению с Восточным Закамьем объясняется равнинностью рельефа, небольшими абсолютными и относительными высотами, малыми глубинами вертикального расчленения, более засушливым климатом (это самый сухой район Татарии) и довольно широким распространением черноземных почв, устойчивых к эрозии. Кроме того, здесь сохранились самые крупные в Закамье массивы лесов в бассейнах рек Сульчи, Большого и Малого Черемшана, сдерживающие развитие овражной эрозии.

Западное Закамье Татарии в то же время характеризуется широким развитием балочной сети, густота которой в 7 раз превосходит густоту овражной (табл. 2.6). Большая густота балочной сети в самом равнинном и засушливом районе с относительно высокой степенью залесенности свидетельствует о том, что это древняя сеть, сформировавшаяся в иных ландшафтных условиях.

2.4. Волго-Вятское междуречье

Волго-Вятское междуречье занимает территорию левобережья среднего течения Волги, правобережья нижнего течения Камы и правобережья Вятки в пределах Марийской АССР, левобережной части Чувашской АССР, северо-запада Татарской АССР (западное Предкамье) и юго-запада Кировской области. Общая площадь региона 45 тыс. км².

В регионе по эрозионному расчленению выделяются четыре района: Запад Марийской АССР (включает часть Чувашской АССР в левобережье Волги), Восток Марийской АССР (граница между ними проведена по рекам М.Кокшага и М.Ошла), Западное Предкамье Татарской АССР и Кировское правобережье Вятки (рис. 2.2).

Регион характеризуется неравномерным развитием оврагов – от

полного их отсутствия до $3,25 \text{ км/км}^2$ (максимальное значение для всего региона) (табл. 2.7). Овраги развиты локально, они приурочены к придолинным участкам правобережий Камы, Вятки, малым рекам возвышенности Вятского Увала и Кукморской возвышенности (рис. 2.11; 2.12). Геолого-геоморфологические и гидро-климатические условия в целом благоприятствуют развитию овражной эрозии.

Т а б л и ц а 2.7

Основные статистические характеристики густоты овражной сети Волго-Вятского междуречья

| Статистические характеристики | Запад МАССР | Восток МАССР | Запад Предка-мья ТАССР | Киров - ское правобережье Вятки | Регион в целом |
|--|-------------|--------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| Всего бассейнов | 230 | 247 | 434 | 140 | 1051 |
| Средняя арифметическая, км/км^2 | 0,02 | 0,06 | 0,36 | 0,26 | 0,20 |
| Медиана —" | 0,00 | 0,03 | 0,30 | 0,16 | 0,46 |
| Мода —" | 0,00 | 0,03 | 0,31 | 0,33 | 0,02 |
| Максимальная —" | 0,42 | 0,29 | 2,34 | 3,25 | 3,25 |
| Стандартное отклонение —" | 0,04 | 0,06 | 0,31 | 0,35 | 0,28 |
| Коэффициент вариации, % | 260,7 | 100,2 | 84,3 | 133,2 | 133,3 |
| Суммарная длина оврагов, тыс.км | 0,18 | 0,6 | 6,1 | 1,62 | 8,55 |

По рельефу регион возвышенно-равнинный. С севера на юг протянулась возвышенность Вятского Увала, на востоке — Кукморская возвышенность, они характеризуются значительной глубиной (до 100 — 150 м) и густотой расчленения, уклонами $1^\circ - 2^\circ$, до 4° и даже до 8° . Запад территории — низменная равнина с малыми глубинами расчленения (0 — 50 м), с уклонами менее 1° и наименьшей для региона густотой расчленения.

На большей части территории под относительно тонким чехлом рыхлых четвертичных отложений развиты глины и мергели, в меньшей

степени – песчаники и известняки верхней перми, что в целом благоприятствует процессам размыва. Четвертичные пески большой мощности на западе региона и в волжской долине, наоборот, не способствуют процессам размыва.



Рис.2.II. Овражное расчленение приводораздельных склонов в бассейне среднего течения р. Свияги

Регион характеризуется значительным количеством осадков (от 600 мм на западе, 550 мм на севере до 480 – 460 на востоке), обуславливающим высокие модули половодного (от 4 на юге до 6,5 л/с км² на севере) и годового (6,0 – 4,5 л/с км² – на западе; 4,4 л/с км² – на северо-востоке) стока.

Различная густота овражной сети объясняется главным образом неравномерным хозяйственным освоением, что выразилось в уменьшении залесенности территории. Лесопокрытая площадь в Западном Предкамье ТАССР наименьшая в регионе – 17,8 %, в Кировском правобережье Вятки изменяется от 30 до 45 %, в восточном районе МАССР составляет 44 % и наибольшая для региона лесопокрытая пло-

щадь наблюдается в западном районе МАССР - 68,6 %. Плотность сельского населения изменяется от I - 10 человек/км² на западе, до 10 - 20 на севере и 10 - 25 (50) на востоке региона.



Рис.2.12. Первичный овраг в отложениях татарского яруса в окрестностях пос. Высокая Гора

Густота оврагов в регионе очень неравномерна (табл.2.7 ; прил. I). Менее 1/5 части территории оврагов не имеет, около 3/5 территории имеет очень слабое и слабое эрозионное расчленение, 1/10 - имеет сильное расчленение. Максимальная густота достигает 3,25 км/км² в бассейне р.Бурца (правобережье Вятки). Некоторая асимметрия распределения густоты оврагов подтверждается расхождением значений средней арифметической, моды и медианы и довольно значительными (от 84 до 260) различиями коэффициента вариации (табл. 2.7). Суммарная длина оврагов в регионе значительна - 8551 км.

Пространственный анализ показывает существенные различия в густоте оврагов западной части региона, слабо освоенной и низинной по рельефу, и остальной территорией, характеризующейся как значительным хозяйственным освоением, так и возвышенно-равнинным

рельефом. На западе 60 % бассейнов оврагов не имеет, более 30% - имеют длину оврагов от 10 до 50 м, а максимальная густота оврагов всего 0,42 км/км². Для большей части региона процент бассейнов, не имеющих оврагов, изменяется от 2 до 10. В восточной части Марийской АССР отмечается незначительная густота оврагов - совсем нет бассейнов с густотой более 50 м/км². Запад Предкамья Татарской АССР характеризуется преобладанием густоты оврагов от 10 до 50 м/км². В Кировском правобережье Вятки отмечается весь диапазон густоты оврагов, но густота более 75 м/км² имеет место только в пяти бассейнах, в одном из которых достигает максимального для региона значения 3250 м/км² (прил. I,2).

Распределение балок в регионе в целом имеет много общего с распределением оврагов (табл. 2.8). Так, в Западной части Марийской АССР более половины бассейнов (53 %) балок не имеют, в ос-

Т а б л и ц а 2.8
Основные статистические характеристики густоты балочной
сети Волго-Вятского междуречья

| Статистические характеристики | Запад МАССР | Восток МАССР | Запад Предкамья ТАССР | Кировское правобережье Вятки | Регион в целом |
|--|-------------|--------------|-----------------------|------------------------------|----------------|
| Всего бассейнов | 230 | 247 | 434 | 140 | 1051 |
| Средняя арифметическая, км/км ² | 0,13 | 0,35 | 0,76 | 0,85 | 0,54 |
| Медиана -" | 0,00 | 0,26 | 0,70 | 0,81 | 0,45 |
| Мода -" | 0,00 | 0,28 | 0,64 | 0,92 | 0,50 |
| Максимальная -" | 1,46 | 1,76 | 2,87 | 2,58 | 2,87 |
| Стандартное отклонение -" | 0,93 | 0,32 | 0,41 | 0,46 | 0,62 |
| Коэффициент вариации, % | 719,4 | 93,3 | 53,8 | 54,1 | 114,8 |
| Суммарная длина балок, тыс.км | 1,42 | 3,87 | 12,49 | 5,27 | 23,42 |

тальных районах число бассейнов без балок незначительно или все бассейны имеют балки. Минимальная густота балок наблюдается на западе региона, а к востоку и северо-востоку увеличивается, дос-

тигая максимального значения 2870 м/км^2 на западе Предкамья ТАССР. Как среднее значение густоты балочной сети, так и ее суммарная длина (более 23000 км) более чем в три раза превосходят соответствующие значения овражной сети (рис. 2.13).

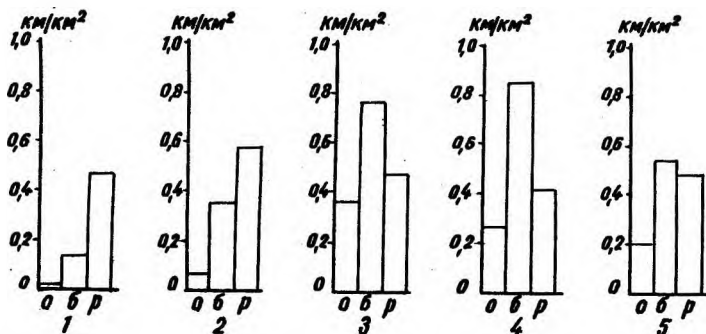


Рис.2.13. Структура эрозионной сети Волго-Вятского междуречья: о - овраги; б - балки; р - реки; 1 - Западная часть МАССР; 2 - Восточная часть МАССР; 3 - Зап. Прикамье Татарии; 4 - Кировское правобережье Вятки; 5 - Волго-Вятское междуречье в целом

Распределение густоты балок в регионе в целом как по числу бассейнов (прил. 3), так и по площади (прил. 4) характеризуется хорошей симметрией. В то же время внутри региона, в его районах, в распределении густоты балок имеет место резко выраженная асимметрия, о чем свидетельствуют значения коэффициентов вариации (от 54 до 719), средних арифметических, моды и медианы (табл.2.8).

2.5. Вятско-Камское междуречье

Вятско-Камский регион включает в себя южную часть междуречья Вятки и Камы до долины р.Чепцы и северной границы Удмуртии, правобережье р.Камы в пределах Пермской области. Он вытянут с юго-запада (от устья р.Вятки) на северо-восток (до верховьев р.Кельтмы) более чем на 650 км.

В целом регион характеризуется слабым развитием овражной

эрозии, несмотря на преобладание возвышенного, сильно расчлененного рельефа. В западной части региона располагается наиболее возвышенная часть Вятских Увалов, на юге - Можгинская и Сарапульская, на севере - Верхнекамская, Оханская возвышенности, абсолютные высоты водоразделов которых достигают 250 - 300 м и более. Это определяет довольно значительные глубины местных базисов эрозии. Велики здесь и средние уклоны элементарных бассейнов. Средняя густота оврагов (по районам) колеблется от 1 - 2 м/км² в Пермской области до 390 м/км² в Восточном Предкамье Татарии (табл. 2.9).

Большая часть региона сложена с поверхности терригенными песчано-глинистыми образованиями перми и триаса, обладающими малой водопроницаемостью и средней противозерозионной устойчивостью, что должно способствовать усилению линейной эрозии. Довольно значительное количество осадков (от 450 мм на юге региона до 650 - 700 мм на севере), высокий модуль годового (от 4,0 до 9,0 л/с км²) и половодного (3,0 - 5,7 л/с км²) стока также являются факторами, способствующими эрозии.

Невысокая степень развития оврагов (средняя по всему региону 30 м/км²) объясняется расположением региона в таежной зоне (южная и средняя тайга) с довольно хорошо сохранившейся лесной растительностью. Залесенность отдельных частей региона колеблется от 57 до 68 %. Относительно низкой также является степень хозяйственной освоенности территории. Доля пахотных земель в Пермской области составляет 13 %, в Кировской - 22,2 % и лишь в Удмуртии возрастает до 37,6 % (Бутаков, Чирков, 1982). Средняя густота сельских населенных пунктов в Пермской области - 9, в Кировской - 8, в Удмуртии - 20 на 1000 км² территории.

Распределение оврагов по интервалам густоты во всем регионе имеет резко асимметричный вид (прил. 1,2). Почти 70% всех элементарных бассейнов (аналогично и площадей) вообще не имеют оврагов. Это северные районы. Максимальная для элементарного бассейна густота оврагов - 2,48 км/км² наблюдается на самом юге региона - в Восточном Предкамье Татарии.

Территориальный анализ густоты оврагов выявляет существенные различия. Повышение значения густоты (более 500 м/км²) характерно для правобережья Камы - в Восточном Предкамье Татарии и в южной Удмуртии, где доля бассейнов с такой густотой достигает 30 %

Основные статистические характеристики густоты овражной сети
Вятско-Камского междуречья

| Статистические характеристики | Восточное Предкамье Татарии | Левобережье Вятки | Южная Удмуртия | Средняя Удмуртия | Северная Удмуртия | Южное Пермское Прикамье | Северное Пермское Прикамье | Весь регион |
|--|-----------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Средняя арифметическая, км/км ² | 0,39 | 0,02 | 0,08 | 0,01 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,030 |
| Медиана | 0,28 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Мода | 0,36 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Максимальная | 2,48 | 0,75 | 1,10 | 0,66 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 2,48 |
| Стандартное отклонение | 0,42 | 0,06 | 0,16 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,13 |
| Коэффициент вариации, % | 112,8 | 255,9 | 244,1 | 404,9 | 311,3 | 376,0 | 636,0 | 444,0 |
| Суммарная длина оврагов, тыс.км | 1,42 | 0,57 | 1,11 | 0,14 | 0,013 | 0,039 | 0,02 | 3,31 |

(прил. I, 2). Средние для данного региона значения густоты (от 100 до 500 м/км²) характерны для левобережья Вятки в бассейне р.Вои (поднятие Вятского Увала) и для Южной Удмуртии. Малая густота (менее 100 м/км²) характерна для юго-запада и центра Удмуртии, левобережья Чепцы и Вятки (Бутаков, Рысин, 1979). В Пермском Прикамье овраги развиты фрагментарно вблизи населенных пунктов, главным образом в юго-западной части (Бутырина, Назаров, 1982; Назаров, 1984).

Соответственно густоте изменяется по отдельным частям региона и суммарная длина оврагов (табл. 2.9). Максимальная она в Восточном Предкамье Татарии - 1,42 тыс.км и в Южной Удмуртии - 1,11 тыс.км. Наименьшие суммарные длины овражной сети на Севере Удмуртии и в северной части Пермского Прикамья. Общая длина оврагов на Вятско-Камском междуречье 3,31 тыс.км.

Среди разных типов оврагов в Вятско-Камском регионе явно преобладают первичные склоновые - 73,6 % (рис. 2.14). Вторичные донные составляют 19,4 %, а вершинные едва достигают 7,0 % (рис. 2.15). Глубина вреза оврагов чаще всего от 4 до 7 м, средняя длина склоновых около 100 м, а вторичные в 2,5 раза длиннее.

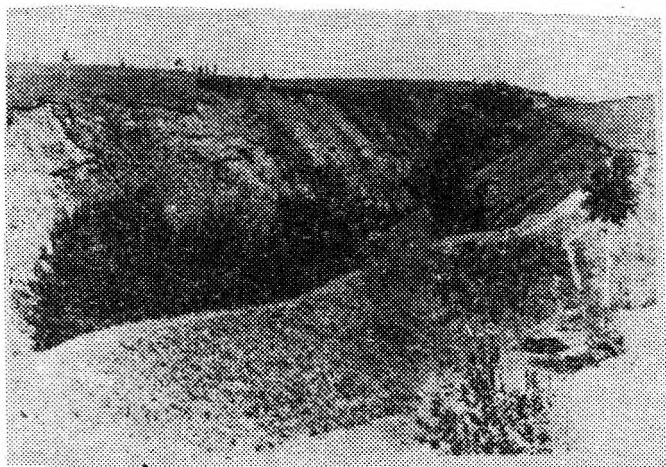


Рис. 2.14. Первичный овраг на левом склоне долины р.Кобылки севернее с.Кулошево Каракулинского района Удмуртии (фото И.И.Рысина)

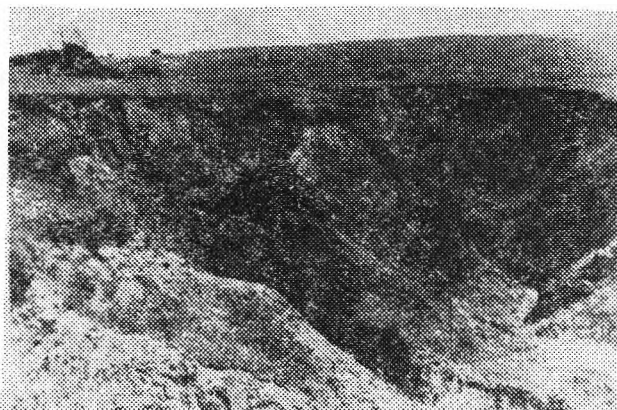


Рис.2.15. Верховья донного оврага у с.Черное Воткинского района Удмуртии (фото И.И. Рысина)

Приведенные количественные характеристики распространения оврагов существенно отличаются от ранее опубликованных данных (табл. 2.10).

Существенно иное распространение по территории междуречья имеют балки. Если густота оврагов в направлении на север резко сокращается до почти полного исчезновения, то густота балок, наоборот, возрастает (табл. 2.11). При средней величине густоты балок (во всем регионе $0,98 \text{ км/км}^2$) в Предкамье Татарии и Южной Удмуртии густота их не превышает $0,5 \text{ км/км}^2$, на севере Удмуртии приближается к $1,0$, а в Пермском Прикамье более $1,0$ и даже достигает $2,25 \text{ км/км}^2$. Аналогичным образом изменяются по региону и максимальные значения густоты, превышающие $2,0$ и даже $4,0 \text{ км/км}^2$.

Распределения как числа бассейнов (прил. 3), так и площадей (прил.4) в зависимости от густоты балок имеют более симметричный вид, чем распределения оврагов. Это хорошо подтверждается близкими значениями средней арифметической, медианы и моды, а также не очень большими значениями коэффициента вариации (табл. 2.11).

Высокие значения густоты балочной сети определяют и большие величины общей длины этих эрозионных форм. Если на юге региона они составляют первые тысячи километров, то в северных частях де-

сятки тысяч. Общая длина всех балок на Вятско-Камском междуречье достигает 108,61 тыс.км, что более чем в 30 раз превышает суммарную длину оврагов.

Т а б л и ц а 2.10

Средняя густота овражной и балочной сети в различных районах Вятско-Камского края (по данным различных авторов, км/км²)

| Регион | Тип сети | С.С.Соболев (1948) | Региональные системы... (1972) | Б.Ф.Косов, Г.С.Константинова (1973) | По нашим данным |
|---------------------------------------|----------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Пермская обл. (равнинная часть) | овраги | нет данных | север менее | север | север |
| | | | юг | юг | юг |
| | | | 0,02 | 0,1-0,2 | 0,0015 |
| | | | 0,09-0,12 | 0,01-0,1 | 0,0024 |
| | балки | | | | 1,886 |
| Кировская обл. (левобережье Вятки) | овраги | 0,0-0,1 | север | север | |
| | | | юг | юг | |
| | | | 0,09-0,12 | 0,1-0,4 | |
| | | | 0,18-0,26 | 0,4-0,6 | 0,022 |
| | балки | | | | 0,56 |
| Удмуртская АССР | овраги | 0,1-0,2 | 0,18-0,26 | 0,4-0,6 | 0,022 |
| | балки | | | | 0,505 |

Таким образом, во всем Вятско-Камском регионе среди эрозионных форм явно преобладает балки, средняя густота которых почти в 30 раз превышает густоту оврагов (рис. 2.16). На втором месте по густоте находится речная сеть. Такое же соотношение характерно почти для всех крупных районов, кроме Восточного Предкамья Татари и Средней Удмуртии, где густота речной сети несколько превышает густоту балочной.

Основные статистические характеристики густоты балочной сети
отдельных районов Вятско-Камского междуречья

| Статистические характеристики | Восточ- ное Прециа- лье Та- тари | Левое Сере- жье Вятки | Южная Удмур- тия | Средняя Удмур- тия | Север- ная Удмур- тия | Южное Перм- ское При- камье | Север- ное Перм- ское Прикамье | Весь регион |
|---|--|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|--|----------------|
| Средняя арифметическая, км/км ² | 0,50 | 0,56 | 0,47 | 0,28 | 0,89 | 2,06 | 1,27 | 0,98 |
| Медиана | 0,40 | 0,45 | 0,38 | 0,19 | 0,70 | 1,96 | 0,72 | 0,57 |
| Мода | 0,23 | 0,22 | 0,34 | 0,26 | 0,36 | 1,84 | 0,63 | 0,42 |
| Максимальная | 2,77 | 2,32 | 2,30 | 2,07 | 3,09 | 4,50 | 3,75 | 4,50 |
| Стандартное отклонение | 0,42 | 0,47 | 0,38 | 0,28 | 0,71 | 0,71 | 0,92 | 0,87 |
| Коэффициент вариацнн, % | 87,20 | 84,80 | 80,90 | 101,40 | 80,50 | 31,40 | 71,10 | 88,40 |
| Суммарная длина балок, тыс. км | 1,82 | 14,47 | 6,53 | 3,84 | 11,59 | 44,38 | 25,98 | 108,61 |

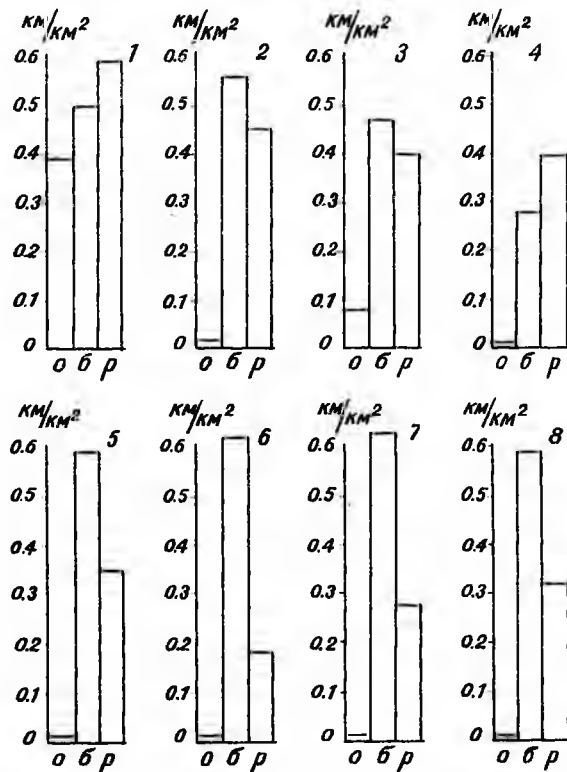


Рис.2.16. Структура эрозивной сети Вятско-Камского междуречья:

о - овраги; б - балки; р - реки; 1 - Восточное Предкамье Татарии; 2 - левобережье р.Вятки; 3 - Южная Удмуртия; 4 - Средняя Удмуртия; 5 - Северная Удмуртия; 6 - Южное Пермское Прикамье; 7 - Северное Пермское Прикамье; 8 - Вятско-Камское междуречье в целом

2.6. Пермское Закамье

Пермское Закамье занимает равнинную территорию между предгорьями Урала и средним течением р. Камы в пределах Пермской области. Сюда же отнесена и небольшая закамская часть Удмуртии (рис. 2.2). Общая площадь региона 50,1 тыс. км², а число водосборных бассейнов почти 800. В пределах региона выделено два крупных района: Северный и Южный, граница между которыми проходит по р. Сылве.

В целом регион характеризуется очень незначительным развитием оврагов – самым малым во всей рассматриваемой территории востока Русской равнины (табл. 2.12). Средняя плотность оврагов составляет всего лишь 3 м/км². Характерной особенностью является локальность, фрагментарность их распространения главным образом в придолинных участках рек Камы, Сылвы и их южных притоков, вблизи населенных пунктов (Бутырина, Назаров, 1982; Назаров, 1984), хотя геолого-геоморфологические и гидролого-климатические условия благоприятствуют развитию линейной эрозии.

Территория отличается преобладанием возвышенного рельефа. На юге находится северное окончание Уфимского плато – Сылвенский край и Тулвинская возвышенность, на севере – ближние отроги Среднего Урала. Они характеризуются значительной глубиной (в среднем 140 м) и густотой расчленения, большими уклонами – до 5 – 7° и даже более 10°.

Под тонким плащом рыхлых четвертичных отложений на больших пространствах встречаются трудноразмываемые скальные и полускальные нижнепермские породы – известняки, доломиты, песчаники. Легко размываемые четвертичные отложения приурочены к долинам рек и нижним частям относительно более пологих склонов северо-восточной экспозиции. Именно к таким участкам обычно и приурочены овраги (Назаров, 1984).

Регион характеризуется довольно значительным количеством осадков (от 500 мм на юге до 1000 мм на севере), обуславливающим высокие модули половодного (от 4,4 до 5,7 л/с км²) и годового (от 5,0 до 10,0 л/с км²) стока.

Малая плотность овражной сети объясняется еще более слабым, по сравнению с предыдущим регионом, хозяйственным освоением Пермского Закамья. Лесопокрытая площадь колеблется от 30 % на юге до

80 - 90 % на севере, составляя в среднем 65 %. Общая площадь сельскохозяйственных угодий уменьшается от 50 % на юге до 1 - 2% на севере. Сельские населенные пункты удалены здесь друг от друга на 10 - 15 км и более.

Распределение густоты оврагов во всем регионе как по числу элементарных бассейнов (прил. 1), так и по площади (прил.2) имеет резко асимметричный вид. Около 90% бассейнов лишены оврагов вообще, а максимальная густота достигает всего 0,3 км/км². Асимметричность распределения четко подтверждается существенными расхождениями значений средней арифметической, моды и медианы, очень большими величинами (более 500 %) коэффициента вариации (табл. 2.12). Суммарная длина оврагов во всем регионе незначительна - 129,3 км.

Т а б л и ц а 2.12

Основные статистические характеристики овражной сети Пермского Закамья

| Статистические характеристики | Южная часть | Северная часть | Регион в целом |
|--|-------------|----------------|----------------|
| Средняя арифметическая, км/км ² | 0,004 | 0,001 | 0,0026 |
| Медиана | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Мода | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Максимальная | 0,30 | 0,04 | 0,30 |
| Стандартное отклонение | 0,02 | 0,005 | 0,014 |
| Коэффициент вариации, % | 509 | 401 | 552 |
| Суммарная длина оврагов, км | 105,6 | 23,7 | 129,3 |

Территориальный анализ показывает слабые различия между северным, почти неосвоенным, и южным, более освоенным, районами. На юге 1 % бассейнов имеет густоту более 50 м/км², именно здесь и наивысшая для всего региона густота овражной сети. На севере вообще нет бассейнов с густотой более 50 м/км², а максимальная густота достигает только 0,04 км/км².

Существенно иные характеристики в регионе имеют балки. Средняя их густота составляет 2,01 км/км², несколько уменьшаясь на

пге (1,86 км/км²) и возрастая до 2,19 км/км² на севере (табл. 2.13). Аналогично изменяется и максимальная их густота, достигая 4,5 км/км² в северной части Закамья. Суммарная длина балок во всем регионе превышает 100 тыс. км.

Т а б л и ц а 2.13

Основные статистические характеристики балочной сети Пермского Закамья

| Статистические характеристики | Южная часть | Северная часть | Регион в целом |
|--|-------------|----------------|----------------|
| Средняя арифметическая, км/км ² | 1,86 | 2,19 | 2,01 |
| Медиана -" | 2,22 | 2,23 | 2,22 |
| Мода -" | 2,40 | 2,49 | 2,44 |
| Максимальная -" | 4,50 | 3,00 | 4,50 |
| Стандартное отклонение -" | 0,80 | 0,89 | 0,89 |
| Коэффициент вариации, % | 43 | 45 | 44 |
| Суммарная длина балок, тыс.км | 49,0 | 51,6 | 100,6 |

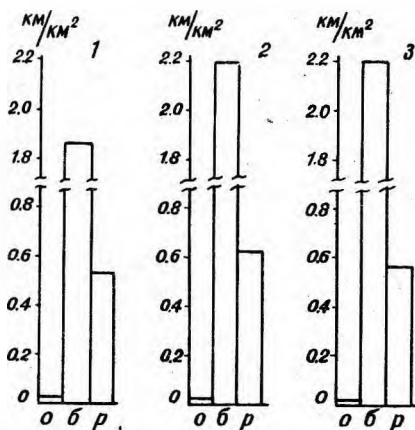


Рис.2.17. Структура эрозивной сети Пермского Закамья:
о - овраги; б - балки; р - реки; 1 - Южное Пермское Закамье; 2 - Северное Пермское Закамье; 3 - Пермское Закамье в целом

Распределение густоты балок как по числу бассейнов(прил.3), так и по площади (прил.4) характеризуется полимодальностью, хотя и более симметрично, чем распределение оврагов. Резко выделяется интервал густоты 2 – 3 км/км², составляющий более 60 %, менее резко, но достаточно отчетливо выражен интервал 0,50–0,75 км/км², достигающий 13 – 14 %. Близкие значения средней арифметической, моды и медианы, а также не очень большие величины коэффициентов вариации (чуть более 40 %) свидетельствуют о большей симметричности в распределении.

Сопоставление средней густоты овражной, балочной и речной сети (рис. 2.17) показывает явное преобладание балочного расчленения, более чем в 3 раза превышающего речное и во много раз – овражное.

3. ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ

3.1. Общая оценка факторов

Региональный обзор овражной сети, проведенный в предыдущем разделе, уже показал зависимость густоты оврагов от целого ряда факторов. Для более точной оценки относительной роли факторов в изменении густоты овражной сети весь имеющийся массив элементарных бассейнов обработан методами корреляционного и дисперсионного анализов.

Сводная матрица коэффициентов прямолинейной корреляции (r) приведена в табл. 3.1. Она позволяет говорить, что густота оврагов наиболее тесно связана с залесенностью бассейнов ($r = -0,42$), отражающей прежде всего хозяйственную деятельность человека, глупиной расчленения ($r = 0,32$), мощностью и степенью развития склоновых суглинистых шлейфов ($r = 0,35$). Эти результаты согласуются с существующими представлениями о механизме и динамике развития овражной эрозии. Корреляционный анализ просто подтвердил ведущую роль трех указанных факторов.

Однако результаты корреляционного анализа других факторов нуждаются в более детальной расшифровке. Обращает внимание обратная связь между жидким стоком и густотой оврагов, но в то же время модули водного стока и залесенность имеют коэффициент корреляции $+0,761$ и при оценке роли стока в изменении овражности необходимо исключить влияние залесенности. Такое исключение уже выявляет прямую зависимость густоты оврагов от величины стока ($r = 0,151$), хотя и не выводит этот фактор в число ведущих.

Аналогичная ситуация наблюдается и с выявлением уклонов. При исключении роли залесенности и жидкого стока обнаруживается прямая связь этого фактора с овражностью, но коэффициенты корреляции невысокие и в этом случае (не выше $+0,05$).

Довольно высокий коэффициент корреляции между густотой овра-

гов и густотой балок свидетельствует об их общей зависимости от одних и тех же факторов (табл. 3.1).

Дисперсионный анализ в целом подтвердил полученные выводы, однако он кроме того позволил оценить роль состава горных пород, которую трудно выразить количественно и, следовательно, невозможно обработать корреляционным анализом. После однофакторного дисперсионного анализа 7 основных факторов по силе влияния (η^2) разделились на две группы: 1) сильного влияния (мощность и степень развития склоновых суглинков $\eta^2 = 0,34$, состав горных пород $\eta^2 = 0,23$, залесенность $\eta^2 = 0,22$); 2) слабого влияния (годовой сток $\eta^2 = 0,13$, глубина расчленения $\eta^2 = 0,09$, уклон $\eta^2 = 0,07$, густота речного расчленения $\eta^2 = 0,02$). Расчеты по двух- и трехфакторным комплексам не вносят каких-либо существенных изменений в это разделение. Коэффициент множественной корреляции (R) между овражностью и всеми проанализированными факторами равен 0,74, учет же в множественной корреляции только залесенности и мощности суглинков снижает коэффициент лишь ненамного ($R = 0,56$).

Следует, однако, проявлять осторожность при использовании приведенных коэффициентов для точной оценки роли отдельного конкретного фактора. Как будет показано ниже, влияние одних факторов иногда не является прямым и непосредственным, а проявляется через другие вовлеченные в анализ факторы. Так уменьшение мощности склоновых суглинков влияет на сокращение овражной сети не только непосредственно, но и благодаря тому, что в этом же направлении сокращаются залесенность и длина склонов. Можно полагать, что без "помощи" этих важных факторов сила влияния мощности суглинков могла бы быть существенно иной. В следующих разделах настоящей главы будут рассмотрены и другие подобные примеры.

Суммируя результаты различных видов математической обработки материала, можно, несмотря на некоторые различия в оценке отдельных факторов, выделить три главных фактора развития овражной эрозии на востоке Русской равнины: хозяйственную деятельность человека (выражаемую залесенностью), геологическое строение (включая мощность склоновых суглинков) и рельеф.

3.2. Залесенность как отражение хозяйственной деятельности человека

Хозяйственная деятельность человека явилась важнейшим фактором, определившим развитие овражной эрозии на рассматриваемой территории. Это положение неоднократно отмечалось нами при региональном обзоре овражной сети. На это указывают также результаты выполненного нами статистического анализа (табл. 3.1).

С уверенностью можно полагать, что в доагрикультурное время эрозионно опасные поверхности рельефа ограничивались крутыми обнаженными или ползуадернованными склонами, площадь которых в бассейнах равнинных рек незначительна. Об этом свидетельствуют, в частности, наблюдения в районах хорошо сохраняющейся в настоящее время лесной растительности.

По мере вырубки лесов и распашки земель площади, благоприятные для развития почвенной и овражной эрозии, значительно увеличились. К ним относятся пашни, дороги и придорожные полосы, населенные пункты. В то же время в каждом элементарном речном бассейне сохраняются и эрозионно неактивные земли, представленные лесами, лугами, озерами и болотами. Среди них главная роль принадлежит лесам.

Лучшим интегральным показателем хозяйственной деятельности человека как фактора развития овражной эрозии является суммарная площадь эрозионно активных или эрозионно неактивных земель в каждом бассейне. Однако получение таких данных для всех бассейнов представляет собой очень трудную задачу. Поэтому для оценки антропогенного фактора мы использовали самый доступный показатель — степень залесенности каждого бассейна. Чем интенсивней проявлялась на той или иной территории сельскохозяйственная деятельность человека, тем меньше залесенность. Справедливость этого положения подтверждается данными о сельскохозяйственной освоенности и залесенности территорий различных областей и автономных республик востока Русской равнины (табл. 3.2).

Следует отметить, что в лесостепной части рассматриваемой территории (Ульяновская область, Чувашия, часть Татарии) в доагрикультурное время леса никогда не занимали всю площадь. Были степные участки, которые подверглись распашке в первую очередь.

Поэтому и в лесостепи современная залесенность служит обобщенным показателем антропогенной измененности ландшафта.

Т а б л и ц а 3.2

Некоторые характеристики хозяйственной освоенности территории по административным районам востока Русской равнины

| Район | Залесенность, % | Сельскохозяйственные угодья, % | Пахотные земли, % | Средняя плотность сельского населения, чел/км ² | Плотность сельских населен. пунктов, шт/1000 км ² |
|------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|--|--|
| Пермская обл. | 68,0 | 21,0 | 13,0 | 4,7 | 9 |
| Кировская обл. | 53,5 | 35,1 | 22,2 | 4,6 | 8 |
| Удмуртская АССР | 57,7 | 46,2 | 37,7 | 14,3 | 20 |
| Татарская АССР | 16,0 | 60,7 | 54,1 | 17,6 | 31 |
| Марийская АССР | 56,0 | 32,4 | 27,3 | 10,4 | 44 |
| Чувашская АССР | 33,0 | 54,4 | 44,7 | 36,6 | 62 |
| Ульяновская обл. | 28,0 | 63,3 | 52,4 | 11,9 | 18 |

Анализ всего массива данных показывает очень ясную обратную зависимость густоты овражной сети от степени залесенности (табл. 3.3).

Т а б л и ц а 3.3

Средняя густота овражной сети в различных интервалах залесенности

| Интервалы залесенности, % | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Средняя густота, км/км ² | 0,089 | 0,219 | 0,178 | 0,151 | 0,100 | 0,071 | 0,039 | 0,024 | 0,019 | 0,008 |
| Число бассейнов | 1573 | 753 | 552 | 483 | 478 | 434 | 398 | 409 | 493 | 941 |

Средняя плотность овражной сети (0,14) примерно соответствует средней залесенности территории (41 %).

Графически рассматриваемая зависимость выражена кривой, близкой параболической (рис. 3.1).

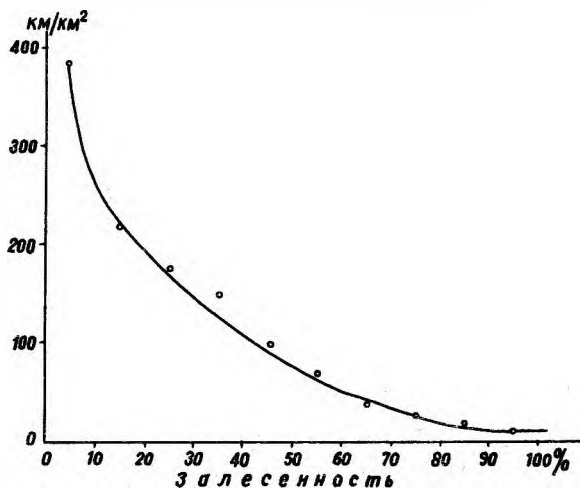


Рис.3.1. График зависимости плотности овражной сети (км/км²) от степени залесенности (%) для всего востока Русской равнины

Еще более отчетливо влияние залесенности на плотность овражной сети проявляется в условиях сравнительно однородного геологического строения и рельефа (табл. 3.4).

Влияние антропогенного фактора, выраженного степенью залесенности, настолько велико, что подавляет во многих случаях влияние других – естественных факторов. Последние обычно получают заметное выражение лишь в условиях сравнительно однородной залесенности.

В течение последних столетий леса рассматриваемой территории подверглись значительному уничтожению. Так, только за последние 200 лет залесенность территории Татарии сократилась в 3 раза (Бойко, 1976), Ульяновской области – в 2,5 раза (Часовникова, 1978). В областях и республиках лесной зоны площади лесов сокра-

тились в 1,5 - 2 раза. История развития овражной сети тесно связана с историей хозяйственного освоения территории.

Т а б л и ц а 3.4.

Густота овражной сети (км/км²) при различной залесенности в относительно однородных условиях геологического строения и рельефа

| Другие факторы | | Залесенность, % | | |
|---------------------|---|-----------------|---------|-------|
| | | < 33 | 33 - 66 | > 66 |
| Состав горных пород | Глины, мергели, песчаники, доломиты P_2^t | 0,238 | 0,052 | 0,008 |
| | Известняки и доломиты P_2^{kz} | 0,127 | 0,030 | 0,003 |
| | Глины и песчаники $J-K_1$ | 0,486 | 0,316 | 0,275 |
| | Мел, песчаники, опоки K_2-Q | 0,678 | 0,460 | 0,182 |
| | Пески, глины, суглинки $N-Q$ | 0,163 | 0,047 | 0,015 |
| | Пески Q | 0,050 | 0,019 | 0,015 |
| Средний уклон | < 1° | 0,223 | 0,094 | 0,028 |
| | 1 - 4° | 0,280 | 0,092 | 0,015 |
| | > 4° | 0,342 | 0,059 | 0,004 |

3.3. Состав горных пород

Статистический анализ дает основание считать этот фактор вторым по значению после антропогенного. Овраги врезаются в слагающие поверхность горные породы. Густота и скорость развития оврагов во многом зависит от свойств горных пород - их механического состава, степени цементации и механической прочности, водопроницаемости. Состав пород во многом определяет также характер развитых на этих породах почв, прежде всего - механический состав. Поэтому рассматриваемый фактор в определенной степени является фактором комплексным - геолого-почвенным.

Все горные породы, слагающие восток Русской равнины, объединены нами в 6 литолого-стратиграфических комплексов.

1. Известняки и доломиты казанского яруса верхней перми. Встречаются на небольших площадях в Татарской и Марийской АССР, а также более широко в Пермской области. Развиты щебенчатые перегнойно-карбонатные и дерново-подзолистые почвы.

2. Толща переслаивающихся красноцветных и пестроцветных глин, мергелей, известняков и песчаников верхней перми (уфимский и татарский ярусы, белебеевская свита). Имеет самое широкое повсеместное – кроме Ульяновского Предволжья – распространение. На этих породах развиты преимущественно тяжелые глинистые почвы – подзолистые на севере, деградированные и выщелоченные черноземы на юге.

3. Глины с прослоями песков и песчаников верхней юры и нижнего мела. Распространены только в Предволжье. На них повсеместно развиты тяжелые почвы – деградированные черноземы, серые лесные.

4. Мел и мелоподобные мергели верхнего мела, опоки, пески и песчаники палеогена. Развиты лишь в Ульяновском Предволжье. Вся мощная (до 400 м) толща отличается хорошей водопроницаемостью. Характерны маломощные перегнойно-карбонатные и серые лесные почвы легкого состава.

5. Пески, суглинки и глины плиоцена и плейстоцена. Особенно широко распространены в Предволжье и Закамье, где слагают плиоценную равнину и четвертичные террасы Волги и Камы. Преимущественное развитие на них имеют черноземы и серые лесные почвы.

6. Пески неогена и плейстоцена. Аллювиальные, озерные, флювиогляциальные и эоловые пески встречаются в различных районах. Характерны легкие серые оподзоленные и подзолистые почвы с хорошо сохранившимися сосновыми и сосново-широколиственными лесами.

Данные о средней густоте овражной сети и количестве элементарных бассейнов каждого литолого-стратиграфического комплекса приведены в таблице 3.5.

Еще более показательны данные о средней густоте овражной сети в породах и почвах различных комплексов, полученные для условно сравнительно одинаковой залесенности (рис. 3.2). Они показывают такое же расположение различных комплексов горных пород по их расчлененности оврагами, как и таблица 3.5.

Т а б л и ц а 3.5

Средняя густота овражной сети в горных породах
разных литолого-стратиграфических комплексов

| Литолого-стратиграфические комплексы горных пород | Кол-во бассейнов | Средняя густота овражной сети, км/км ² |
|---|------------------|---|
| 1. Известняки и доломиты P_2^{KZ} | 415 | 0,064 |
| 2. Глины, мергели, песчаники, известняки P_2 | 3877 | 0,128 |
| 3. Глины $J-K_1$ | 396 | 0,454 |
| 4. Мел, опоки, пески и песчаники K_2-Q | 407 | 0,574 |
| 5. Глины, суглинки, пески $N-Q$ | 748 | 0,119 |
| 6. Пески $N-Q$ | 744 | 0,021 |

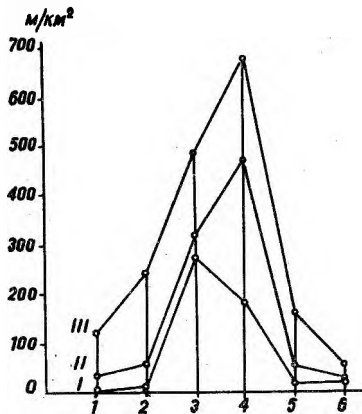


Рис. 3.2. График зависимости густоты овражной сети (км/км²) от состава горных пород при различной залесенности

I — известняки перми; 2 — глины, мергели, известняки и песчаники татарского яруса верхней перми; 3 — глины юры и нижнего мела; 4 — мел, опоки, пески и песчаники верхнего мела и палеогена; 5 — глины, суглинки и пески плиоцена и плейстоцена; 6 — пески плиоцена и плейстоцена. Интервалы залесенности: I — 67 — 100 %; II — 33 — 67 %; III — 0 — 33 %

Горные породы разных комплексов слагают различный по высоте, глубине расчленения, крутизне склонов рельеф. Так, плейстоценовые и плиоценовые пески обычно образуют равнины, редко достигающие высоты 200 м. Мезозойские глины слагают денудационные равнины среднего уровня (180 - 220 м). Опоки, песчаники и пески палеогена слагают самые высокие и глубоко расчлененные поверхности Предволжья (280 - 360 м). Для исключения влияния таких особенностей рельефа была определена густота овражной сети в различных комплексах пород при сравнительно близкой глубине расчленения (рис. 3.3). Результаты оказались прежними, хотя различия между мезозойским и палеогеновым комплексами сильно сократились, а для интервала самых больших глубин расчленения исчезли. Это позволяет заключить, что сильная овражность в породах верхнего мела - палеогена является в некоторой степени следствием значительных абсолютных и относительных высот слагаемого этими породами рельефа.

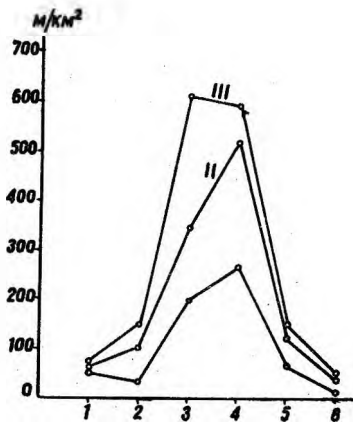


Рис. 3.3. График зависимости густоты овражной сети ($\text{км}/\text{км}^2$) от состава горных пород при различной глубине расчленения рельефа:

Значения комплексов пород те же, что на рис.3.2.
 Глубина расчленения: I - менее 50 м; II - 50-100 м;
 III - более 100 м

Суммируя все эти данные, можно расположить выделенные выше литолого-стратиграфические комплексы пород по мере увеличения их пораженности оврагами в следующей последовательности: I - пески неогена и плейстоцена (комплекс 6); 2 - известняки и доломиты перми (I); 3,4 - глинисто-мергельно-карбонатная толща верхней перми (2) и песчано-глинисто-суглинистые породы неогена и плейстоцена (5); 5 - песчано-глинистые породы юры и нижнего мела (3); 6 - карбонатно-песчано-кремнистые породы верхнего мела и палеогена (4).

Эта последовательность комплексов пород на их противоэрозионной устойчивости не вполне соответствует той последовательности, которая была установлена нами в Среднем Поволжье по стоку взвешенных наносов (Дедков, Можжерин, 1981). Сопоставление этих данных приведено в таблице 3.6, при этом сопоставлении исключены комплексы I и 5, по которым нет данных о стоке взвешенных наносов.

Т а б л и ц а 3.6

Сопоставление относительной противоэрозионной устойчивости комплексов горных пород, определенной по густоте овражной сети и стоку взвешенных наносов

| Степень относительной устойчивости | По стоку взвешенных наносов | По густоте овражной сети |
|------------------------------------|--|--|
| Очень большая | пески N - Q | пески N - Q |
| Большая | мел, песчаники и опоки K ₂ - P | глинисто-мергельно-карбонатная толща P ₂ ^t |
| Средняя | глинисто-мергельно-карбонатная толща P ₂ ^t | глины J - K ₁ |
| Малая | глины J - K ₁ | мел, песчаники и опоки K ₂ - P |

Оба метода дают некоторые общие результаты: неоген-четвертичные пески в наименьшей степени подвержены эрозии, а глинисто-мергельно-карбонатная толща верхней перми более устойчива к эрозии, чем глины мезозоя. Однако существенно различна оценка проти-

возрозионной устойчивости толщи верхнего мела-палеогена: весьма устойчивой по стоку взвешенных наносов и самой неустойчивой по густоте овражной сети. Для объяснения этого несоответствия некоторые значения могут иметь следующие обстоятельства.

1. Действительно устойчивые к эрозии пески, песчаники и ополки палеогена объединены нами в один комплекс с менее устойчивыми мел-мергельными породами верхнего мела. Рассматривать эти толщи отдельно нет возможности, ибо мощность верхнемеловых пород составляет всего 70 – 100 м, вследствие чего они почти нигде полностью не слагают элементарных бассейнов.

2. Породы верхнего мела и палеогена неблагоприятны для формирования стока взвешенных наносов. Кварцевые пески, обломки сливных песчаников и кремнистых опок транспортируются в основном в виде влекомых наносов. Они выдерживают транспортировку на весьма далекие расстояния (Бутаков, Дедков, 1971). Белый мел дает много тонких частиц, которые легко истираются и переходят в раствор. Иными словами, палеоген-верхнемеловая толща дает много влекомых и растворенных наносов и сравнительно мало взвешенных. Мезозойские и верхнепермские глины, наоборот, формируют много взвешенных наносов и мало влекомых.

3. Густота речной сети в породах палеогена и верхнего мела вследствие их хорошей водопроницаемости и самого сухого (на рассматриваемой территории) в районе развития этих пород климата характеризуется наименьшими значениями. Это определяет самую большую длину водораздельно-долинных склонов и, вследствие этого, самые благоприятные условия для развития широкого овражного пояса. Подробнее это рассмотрено в разделе 3.4.

Наблюдения показывают, что особенно густая сеть оврагов характерна для лессовидных суглинков делювиально-солифлюкционного происхождения в виде шлейфов, покрывающих нижние части пологих склонов преимущественно северной и восточной экспозиции. Овраги в суглинках имеют также самые большие скорости роста (табл. 4.7; 4.10). Наибольшая мощность склоновых суглинков характерна для южных районов Предволжья и всей Татарии (Бутаков, 1986). В северном направлении их мощности закономерно сокращаются и на широте Кирова и Перми не превышают 2 м (рис. 3.4).

Статистический анализ показывает хорошую прямую связь густоты овражной сети и средней максимальной мощности склоновых суг –

линков (рис. 3.5). Можно полагать, что эта связь в какой-то мере обусловлена тем обстоятельством, что в направлении уменьшения мощности суглинков изменяются значения и двух других важных для

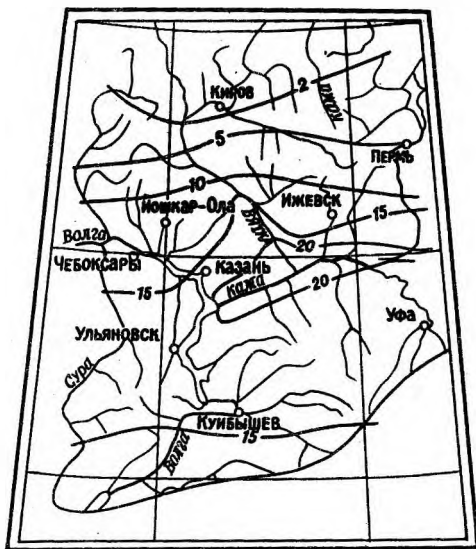


Рис. 3.4. Средние значения максимальных мощностей делювиально-солифлюкционных суглинков на востоке Русской равнины (по Г.П.Бутакову, 1986):

I - менее 2 м; 2 - от 2 до 5; 3 - от 5 до 10;
 4 - от 10 до 15; 5 - от 15 до 20; 6 - более
 20 м; границы разной мощности шлейфов

развития оврагов факторов - возрастает залесенность и укорачиваются склоны. Три важных для овражной эрозии фактора изменяются в одном - северном - направлении и все эти изменения ведут к сокращению эрозии. Между залесенностью и мощностью суглинков имеется хорошая обратная связь (рис. 3.6), отнюдь не являющаяся причинно-следственной. Однако отчетливая зависимость густоты овражной сети от степени развития шлейфов суглинков сохраняется и в условиях близкой залесенности (рис. 3.5). Отсутствие в северных районах

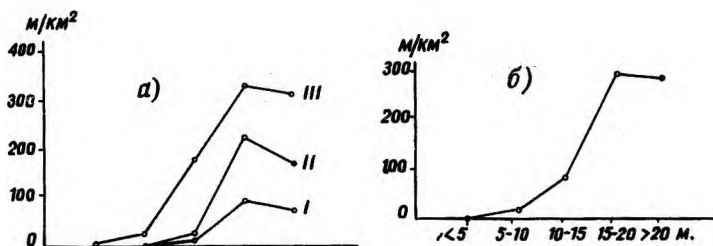


Рис.3.5. Графики зависимости густоты овражной сети (M/KM^2) от мощности склоновых суглинков (интервалы мощности в м):

а. При залесенности: I. 67 - 100 %; II. 33 - 67 %; III. 0 - 33 %; б. В целом

Вятско-Камского края хорошо развитых делювиально-солифлюкционных шлейфов является одной из причин отсутствия оврагов даже на пахотных землях.

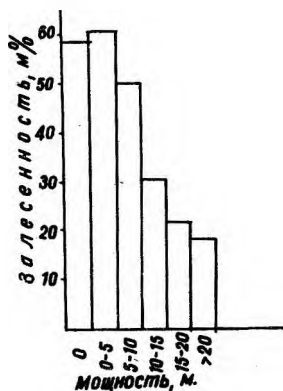


Рис.3.6. Гистограмма связи залесенности (%) и мощности склоновых суглинков (интервалы в м)

3.4. Рельеф

Рельеф влияет на степень концентрации, водность и скорость потоков талых и дождевых вод – то есть на параметры, определяющие энергию и эродирующую способность потоков.

Для оценки влияния рельефа на интенсивность овражной эрозии

нами использованы 4 количественных показателя: глубина расчленения, средние уклоны бассейнов, длина склонов, определяемая в основном густотой речной сети, густота балочной сети.

Г л у б и н а р а с ч л е н е н и я рельефа является наиболее интегральным показателем, ибо она определяет в значительной мере крутизну и длину склонов. На большое значение этого показателя указывал еще С.С.Соболев (1948), называвший его глубиной местных базисов эрозии. На рассматриваемой территории глубина расчленения рельефа элементарных бассейнов колеблется от 10 до 300 м, составляя в среднем 110 м.

Зависимость густоты овражной сети от глубины расчленения выражена очень отчетливо как в целом (табл.3.7; рис.3.7), так и в одинаковых комплексах горных пород (рис.3.3) и одинаковой залесенности (рис.3.8).

Т а б л и ц а 3.7

Зависимость густоты овражной сети от глубины расчленения рельефа

| Глубина расчленения, м | 25 | 25-50 | 50-100 | 100-150 | 150-200 | 200-250 | 250 |
|---|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|
| Количество бассейнов | 113 | 568 | 3101 | 2170 | 531 | 97 | 15 |
| Средняя густота овражной сети, км/км ² | 0,023 | 0,032 | 0,123 | 0,232 | 0,238 | 0,257 | 0,836 |

Особенно сильно зависимость овражной эрозии от глубины расчленения проявляется в слабо залесенных, хорошо освоенных районах: Ульяновском и Татарском Предволжье, Восточном Предкамье Татарии и Южной Удмуртии. Во всех этих районах, прилегающих к высоким правобережным склонам долины Волги и Камы, глубины расчленения изменяются в значительных пределах и становятся важнейшим фактором, определяющим интенсивность овражной эрозии. И наоборот, очень слабым является влияние этого фактора в сильно залесенных районах

(Пермское Прикамье и Закамье, Северная Удмуртия, Марийская АССР и др.), где лесная растительность препятствует его реализации.

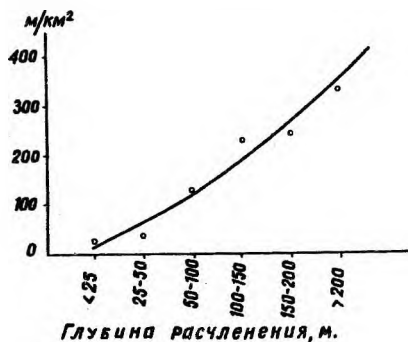


Рис.3.7. График зависимости плотности овражной сети ($м/км^2$) от глубины расчленения рельефа (интервалы в м)

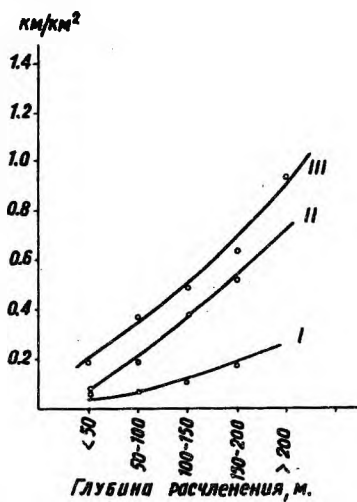


Рис.3.8. График зависимости плотности овражной сети ($м/км^2$) от глубины расчленения рельефа (интервалы в м) в Предволжье при разной заделанности: I. 100-67%; 2. 33 - 67%; 3. 0 - 33%

Уклон поверхности прямо и тесно связан с глубиной расчленения (табл.3.8), эта связь является вполне закономерной. Средний уклон для всех бассейнов составляет 3-4°. При глубинах расчленения до 50 м преобладают самые малые уклоны (1°), при глубинах 50 - 100 м - уклоны 1 - 4°, при глубинах более 100 м - уклоны более 4° (табл.3.6).

Т а б л и ц а 3.8

Распределение элементарных бассейнов по интервалам глубин расчленения и уклонов поверхности

| Уклоны | 1° | | 1 - 4° | | 4° | | Всего | |
|-------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|-----|
| | кол-во бас - сейнов | % | кол-во бас - сейнов | % | кол-во бас - сейнов | % | кол-во бас - сейнов | % |
| Менее 50 м | 484 | 71,1 | 163 | 23,1 | 34 | 15,0 | 681 | 100 |
| 50-100 м | 1444 | 46,7 | 1061 | 34,3 | 588 | 19,0 | 3093 | 100 |
| Более 100 м | 898 | 31,9 | 957 | 34,0 | 958 | 34,1 | 2813 | 100 |
| Всего | 2826 | 42,9 | 2181 | 33,1 | 1580 | 24,0 | 6587 | 100 |

Несмотря на тесную связь глубин расчленения и уклонов, густота овражной сети не обнаруживает от уклонов такой же ясной, прямой зависимости, как от глубин расчленения. Для слабо залесенных территорий она является прямой, для бассейнов со средней и большой залесенностью - скорее обратной (табл. 3.4). Хорошая прямая зависимость характерна для Ульяновского и Татарского Предволжья, Южной Удмуртии. Очень слабой и разнозначной она является в Пермском Прикамье и Закамье, Северной Удмуртии, Восточном Закамье Татари.

Длина водораздельно-долинных склонов (линий стока) зависит в основном от густоты речной сети. Длина склона, по которому талая и дождевая вода стекает в речное русло (L), примерно равна половине обратной величины густоты речной сети (Хортон, 1948)

$$L = \frac{1}{2D},$$

где D - густота речной сети.

Такая зависимость позволяет использовать данные о густоте речной сети для оценки влияния долины склонов на развитие овражной эрозии.

В целом густота овражной сети обнаруживает отчетливую обратную зависимость от густоты речной сети (табл.3.9).

Т а б л и ц а 3.9

Зависимость густоты овражной сети от густоты речной сети

| Густота речной сети, км/км ² | 0,05-0,1 | 0,1-0,25 | 0,25-0,5 | 0,5-0,75 | 0,75-1,0 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Количество бассейнов | 73 | 727 | 3140 | 1932 | 489 |
| Густота овражной сети | 0,260 | 0,236 | 0,167 | 0,137 | 0,115 |

Примечание: для крайних значений густоты речной сети данные не приводятся вследствие их малой обеспеченности материалом.

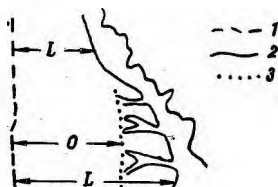
По-видимому, два обстоятельства формируют эту обратную зависимость. Во-первых, на рассматриваемой территории густота речной сети возрастает в том же северном направлении, что и залесенность. Увеличение залесенности сокращает овражную сеть. Однако эта причина недостаточна для объяснения обратной зависимости, ибо густота оврагов в северном направлении убывает и на пахотных землях.

Главное же заключается в упомянутой выше связи густоты речной сети и длины склонов. Чем гуще речная сеть, тем уже водоразделы и короче водораздельно-долинные склоны, что не создает благоприятных условий для концентрации склонового стока, достаточной для интенсивной линейной эрозии.

Овражная эрозия даже на пахотных землях не начинается у водораздельной линии. С удалением от этой линии увеличивается объем и концентрация стока, обычно возрастает также уклон поверхности.

И на каком-то расстоянии от водораздельной линии мелкоручейко - вая почвенная эрозия переходит в овражную. При прочих равных условиях, чем больше длина склона, тем более благоприятны условия для наращивания стока и тем более широким может быть пояс овражной эрозии в нижней части склона (рис. 3.9).

Рис.3.9. Схема, показывающая зависимость развития оврагов от длины склона (L):
 0 - пояс отсутствия овражной эрозии;
 I - водораздельная линия; 2 - линия подошвы склона; 3 - нижняя граница пояса отсутствия овражной эрозии. Овраги развиваются при $L > 0$



Приведем некоторые расчеты применительно к условиям рассматриваемой территории, используя данные О.П.Ермолаева (1987) и приведенную выше формулу Р.Хортон.

На юге региона в песчано-кремнистых породах палеогена густота речной сети составляет всего $0,2 \text{ км/км}^2$. На севере в глинисто-мергельных породах татарского яруса она возрастает до $0,6 \text{ км/км}^2$. Следовательно, длина водораздельно-долинных склонов на юге составит примерно $2,5 \text{ км}$, на севере - всего около $0,8 \text{ км}$.

Между водораздельной линией и поясом овражной эрозии О.П.Ермолаев выделяет три пояса эрозии, которые названы им поясами капельно-дождевой деструкции, мелко-ручейковой эрозии и струйчатой эрозии. Эти три пояса могут быть объединены в единый пояс отсутствия овражной эрозии. В таблице 3.10 приведены данные о средней ширине различных поясов эрозии в различных геологических и топографических условиях севера и юга описываемой территории.

На юге ширина пояса отсутствия овражной эрозии значительно меньше длины склонов, что создает благоприятные условия для развития оврагов.

На севере ширина пояса отсутствия овражной эрозии при углах до 2° примерно равна длине склонов и для пояса овражной эрозии практически нет места. Иными словами, склоны слишком коротки для овражной эрозии. Последняя может развиваться лишь при углах более 2° или при наличии древних ложбин и балок, усиливающих концентрацию стока.

Т а б л и ц а 3.10

Средняя ширина различных поясов эрозии в северных и южных районах

| Район | Геологическое строение | Пояса эрозии | Ширина поясов (м) в различных интервалах крутизны склонов | | |
|-------|--|------------------------------------|---|-----------|----------|
| | | | 0-0,5° | 0,5°-1,0° | 1,0-2,0° |
| Юг | пески, песчаники и опоки палеогена | капельно-дождевой | 196 | 186 | 127 |
| | | мелкоручейковой | 441 | 404 | 301 |
| | | струйчатой | 511 | 227 | 321 |
| | | отсутствие овражной эрозии в целом | 1148 | 817 | 749 |
| Север | глины, мергели, известняки и песча-ники татарского яруса верхней перми | капельно-дождевой | 86 | 83 | 58 |
| | | мелкоручейковой | 361 | 300 | 277 |
| | | струйчатой | 540 | 490 | 471 |
| | | отсутствие овражной эрозии в целом | 987 | 873 | 806 |

Такова одна из причин, определяющих отсутствие оврагов на пологосклонных пахотных землях севера Вятско-Камского края.

Б а л о ч н а я с е т ь по густоте значительно превосходит речную и овражную (густота соответственно - 0,91, 0,46 и 0,14 км/км²). Между густотой овражной и балочной сети в целом выявлена неплохая прямая связь, особенно тесная во всем Предволжье, Южной Удмуртии и на востоке Марийской республики. Это объясняется, прежде всего, зависимостью как оврагов, так и балок от одного и того же фактора - рельефа. Но для оврагов эта зависимость может реализоваться лишь при слабой залесенности. В этих условиях балки часто переуглублены вторичными (донными) оврагами, что усиливает существующую прямую связь густоты овражной и балочной сети.

В основной своей массе балки представляют собой древние плейстоценовые и голоценовые образования. Их развитие не связано с влиянием антропогенного фактора и современной залесенности. Поэтому удивительной на первый взгляд может показаться очень тесная

связь густоты балочной сети и залесенности (табл. 3.I). Это явление находит вполне удовлетворительное объяснение в том, что в поясах развития балок, особенно на крутых склонах долин Волги и Камы, очень хорошо сохранились леса. И если овражная сеть имеет с залесенностью только обратную связь, то балочная сеть – не менее тесную прямую.

В целом рельеф является одним из ведущих факторов оврагообразования, но сила влияния этого фактора прямо пропорциональна степени хозяйственной освоенности территории.

3.5. Водный сток

Водный сток, в суммарном выражении дающий представление о роли климато-ландшафтных условий в формировании овражной сети, является единственным учтенным типично зональным фактором. Для его характеристики взяты модули среднемноголетнего годового и весеннего стока, которые сняты с карт (Ресурсы..., 1971, 1973). Корреляционный анализ показал, что между годовым и весенним стоком существует очень тесная связь (коэффициент корреляции равен 0,94), поэтому в дальнейшем рассматривается только роль весеннего стока. Величина этого стока меняется от 2,2 – 2,5 на юге Ульяновской области до 6 – 7 л/с км² на севере Пермского Приуралья, однако основная часть бассейнов (более 70 %) расположена в районах среднего половодного стока от 2,5 до 4 л/с км² (табл. 3.II). К этому интервалу стока приурочено более 37 тыс. км овражной сети (97 % от ее общей длины на востоке Русской равнины).

Т а б л и ц а 3.II

Распределение элементарных бассейнов по интервалам модулей весеннего водного стока

| Модули стока, л/с км ² | < 3 | 3 – 4 | 4 – 5 | > 5 |
|--|-------|-------|-------|------|
| Количество бассейнов | 2724 | 2619 | 947 | 305 |
| Площадь бассейнов, тыс.км ² | 107,8 | 118,2 | 49,1 | 18,8 |
| Длина оврагов, тыс.км | 24,7 | 12,7 | 1,0 | 0,1 |

Такая слабая изменчивость величин стока у основной части бассейнов и приуроченность бассейнов с овражной сетью к очень узкому интервалу модулей стока сильно затрудняют выявление роли рассматриваемого фактора.

Расчет средней густоты оврагов по отдельным интервалам стока выявляет устойчивое снижение овражности по мере увеличения увлажненности бассейнов (табл. 3.12). Это согласуется с реальным распределением овражности на востоке Русской равнины. Предволжье, Татария, юг Удмуртии, восток Марийской АССР и юг Кировской области, имея невысокий жидкий сток, обладают густой овражной сетью. К северу от этих районов модули стока возрастают в 2 - 3 раза, а овражность уменьшается на I - 2 порядка.

Т а б л и ц а 3.12

Средняя густота овражной сети (км/км²) по интервалам модулей весеннего стока (л/с км²)

| Модули стока | < 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | > 5 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Густота оврагов | 0,249 | 0,146 | 0,005 | 0,004 |
| Количество бассейнов | 2724 | 2619 | 947 | 305 |

Исключение различий в залесенности бассейнов не приводит к сколько-нибудь принципиальным изменениям в зависимости овражности от жидкого стока. Как было показано в предыдущих разделах, уменьшение густоты оврагов в северном направлении контролируется одновременно несколькими факторами, в основе своей азональными, и действие этих факторов практически полностью нивелирует влияние жидкого стока.

Оценить роль стока в некоторой мере удастся только при рассмотрении овражности по отдельным небольшим районам с примерно одинаковыми прочими условиями формирования оврагов, но заметными различиями в водном стоке (табл. 3.13). По этим данным видно, что при увеличении весеннего стока примерно в 1,5 раза густота оврагов возрастает в 1,5 - 2, а в западной Чувашии даже в 6,2 раза. Очевидно, это соотношение ближе к истине, чем получаемое по обобщенным данным для всего востока Русской равнины (табл. 3.12).

Т а б л и ц а 3.13

Средняя густота оврагов (км/км²) по интервалам модулей
весеннего стока (л/с км²) для отдельных районов

| Модули стока | < 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | > 5 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Запад Татарского Предкамья | 0,256 | 0,389 | - | - |
| Восток Татарского Предкамья | 0,237 | 0,572 | - | - |
| Низкое Закамье Татарии | 0,068 | 0,152 | - | - |
| Высокое Закамье Татарии | 0,117 | 0,170 | - | - |
| Западная Чувашия | 0,082 | 0,510 | - | - |
| Восточная Чувашия | 0,385 | 0,726 | - | - |
| Восток Марийской АССР | 0,033 | 0,064 | - | - |
| Пермское Закамье | 0,002 | 0,001 | 0,004 | 0,010 |
| Пермское Прикамье | 0,003 | 0,002 | 0,004 | 0,005 |

В целом же выявленное подчиненное значение водного стока в дифференциации густоты овражной сети, видимо, отражает не только объективную картину, но и требует включения в анализ кроме половодного и годового стока величин неравномерности стока, его максимальных половодных и паводочных значений и т.д.

4. МЕХАНИЗМ И ДИНАМИКА СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗНОЙ ЭРОЗИИ

Карта густоты оврагов показывает общую пораженность территории процессами линейной эрозии временных водотоков. Эта пораженность является итогом длительного развития процессов, зачастую охватывающего несколько столетий. Однако подобная карта не позволяет оценить современную динамику эрозионных процессов. Для данной цели необходимо определять скорости роста оврагов в различных условиях в настоящий момент.

Современную динамику оврагов можно оценивать различными характеристиками:

- линейными (прирост вершины оврага, изменение ширины, глубины);
- площадными (увеличение площади, занятой оврагом);
- объемными (определение объема материала, выносимого оврагом).

Поскольку второй и третий показатели являются производными от первых, то чаще всего в литературе и публикуются данные по линейным характеристикам - обычно вершинный прирост (Миронова, Сетунская, 1974).

Для получения количественных данных о скоростях роста оврагов используются разные пути:

- 1) специально организованные или попутно проводившиеся стационарные наблюдения над единичными оврагами или их группой;
- 2) камеральный анализ разновременных картографических и аэрофотосъемочных материалов;
- 3) опрос местных жителей и использование другой информации.

Первый способ, дающий наиболее точную и объективную информацию, имеет существенный недостаток - полученные данные характеризуют один или несколько оврагов. Вследствие этого возникает вопрос о репрезентативности локальных данных для более или менее значительных территорий.

Второй метод позволяет с небольшими затратами времени и средств получить данные на большие территории, анализировать подряд все овраги, находящиеся в различных условиях и на разной стадии развития. Однако и данный способ не лишен недостатков. Отрицательным моментом здесь является то, что получаются лишь средние скорости для какого-либо интервала времени, а конкретный, ежегодный, тем более сезонный прирост неизвестен. Чем короче промежуток времени между повторной аэрофотосъемкой, тем ценнее получаемая информация. Однако это может войти в противоречие с возможностью определения прироста на АФС разного масштаба. Реально объективно можно установить изменение размеров объекта, если он на АФС изменится не менее чем на 0,2 - 0,3 мм. Исходя из наблюдающихся скоростей роста оврагов в таблице 4.1 показаны вычисленные минимальные интервалы времени между повторными залетами, позволяющие определять прирост оврагов по снимкам разного масштаба.

Т а б л и ц а 4.1

Минимальные интервалы между залетами для получения надежных данных прироста оврагов по АФС (в годах)

| Скорости роста оврагов, м/год | Масштаб снимков | | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| | I:10000 | I:15000 | I:20000 | I:30000 | I:50000 |
| 0,5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 20 |
| 1,0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 |
| 2,5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5,0 | - | - | 1 | 1 | 2 |
| 7,5 | - | - | - | 1 | 2 |
| 10,0 | - | - | - | - | 1 |

Имеющиеся до сих пор данные о скоростях роста оврагов на востоке Русской равнины чаще всего отрывочны, касаются, главным образом, северной половины Приволжской возвышенности. Получены они различными методами. Специальные стационарные наблюдения проводятся явно недостаточно, охватывают короткий ряд лет. Используемая методика наблюдений также зачастую различается, что затруд-

няет сопоставление получаемых результатов. В одних случаях наблюдения ведутся за всеми оврагами подряд (Миронова, Сетунская, 1974, 1980), а в других – лишь за активно растущими вершинами (Коротина, 1981; Сироткина, 1966; Рысин, 1982). Несколько больше данных, полученных с использованием АФС (Дутлав, 1966; Ступишин, Дутлав, Лаптева, 1980; Бутырина, Назаров, 1982; Назаров, 1984; Рысин, 1982; Рысин, Дутлав, 1987; Бутаков, Бабанова и др., 1987; Бутаков, Двинских и др., 1987).

Наилучшие результаты при сборе данных о скоростях роста оврагов дает сочетание стационарных наблюдений с дешифрированием АФС разных лет съемок. Это позволяет, во-первых, путем ретроспективного анализа значительно удлинить период исследования; во-вторых, проверить точность и объективность данных, полученных по АФС; в-третьих, оценив репрезентативность материалов АФС, распространить выводы на всю территорию, охваченную съемкой. Именно таким путем происходил сбор материалов на рассматриваемой территории.

4.1. Пространственный анализ скоростей роста оврагов

Анализ данных выявляет большой диапазон средних скоростей роста оврагов за последние два с половиной десятилетия. При этом в первую очередь заметны различия в скоростях роста первичных (береговых и склоновых) и вторичных (донных) оврагов, поэтому анализ проводился для этих групп (табл. 4.2). По результатам стационарных наблюдений у первичных оврагов минимальные скорости среднего прироста за несколько лет 0,2 м/год характерны для районов пос. Кукмор и верховьев р.Улемы – Тетюшский район Татарской АССР. Наибольшие средние скорости этой же группы оврагов (4,80, 4,10 и 3,58 м/год) наблюдались у д.Усть-Кемаль Пермской области, с. Янзакасы Чувашской АССР и с.Ишеевка Ульяновской области. С учетом результатов дешифрирования разновременных АФС диапазон колебания средних скоростей годового прироста оврагов за период с начала 50-х годов по 80-е годы резко расширяется: от 0,97 м/год в бассейне р.Шаквы (правый приток р.Сылвы) до 12 м/год в районе устья р.Обвы (табл. 4.3). Однако в большинстве случаев средние скорости годовых приростов оврагов на территории востока Русской равнины колеблются в более узких интервалах (рис. 4.1).

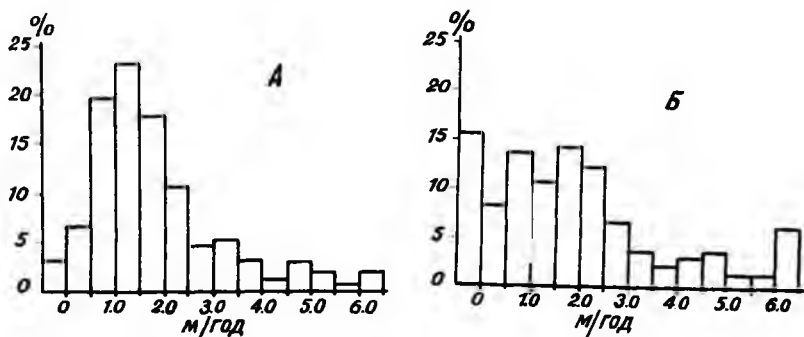


Рис.4.1. Гистограммы распределения скоростей ежегодного прироста первичных оврагов на востоке Русской равнины по результатам стационарных наблюдений (А) и дешифрирования аэрофотоснимков 50-80-х годов (Б)

Какой-либо пространственной дифференциации скоростей, несмотря на значительную территорию, расположение ее в нескольких ландшафтных зонах, не выделяется (рис. 4.2). Небольшие скорости прироста соседствуют с весьма значительными и это наблюдается в различных регионах. В южных и западных районах Ульяновской области скорости составляют 0,5 (Тереньга), 1,1 - 1,2 м/год (Б.Нагаткино, Барыш), в то же время в приволжской полосе они возрастают до 2,6 (Шиловка, Ульяновск) и даже 3,6 м/год (Ишеевка). В Татарской АССР несколько более значительные скорости прироста (3 м/год) характерны для более возвышенного Восточного Закамья и существенно меньше в Предволжье (1,32 м/год) и Предкамье (1,49 м/год) (табл. 4.4; рис. 4.3). На территории Удмуртской АССР скорости более однородные, в среднем в пределах 1,0 - 2,0 м/год. Наиболее резко различаются средние скорости прироста в пределах Пермской области.

Аналогичные выводы можно сделать и по вторичным оврагам. Здесь скорости колеблются тоже весьма существенно: от 0,2 м/год в районе пос. Кукмор Татарской АССР до 10,6 м/год в Оханском районе Пермской области. Однако четкой пространственной дифференциации и по этим оврагам не установлено (рис. 4.2, 4.3). Частота встречаемости различных скоростей прироста вторичных оврагов в значительной степени аналогична первичным оврагам со сдвигом в сторону больших величин (рис. 4.2).

Скорости роста оврагов в различных районах Предволжья
 Е.А.Мионовой, Л.Е.Сетунской (1980), М.М.Сироткиной (1966).

| Район наблюдений | Тип оврага | К-во оврагов | Характер пород | Ежегодный | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------|----------------|-------------|-------------|------|-------------|
| | | | | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 |
| 1. Терентульский р-н Ульяновской обл. | перв. втор. | 43 | корен. | | | | |
| 2. с.Барыш Ульяновской обл. | - | 5 | - | | 2,00 | 1,20 | 1,90 |
| 3. с.Шиловка Ульяновской обл. | - | 9 | - | | 2,00 | 1,30 | 1,90 |
| 4. с.Б.Ключицы Ульяновской обл. | - | 5 | - | | 1,40 | 0,90 | 0,90 |
| 5. г.Ульяновск | - | 12 | - | 3,20 | 3,50 | 1,00 | 1,70 |
| 6. с.Ишеевка Ульяновской обл. | - | 5 | - | | 7,10 | 5,50 | <u>9,60</u> |
| 7. с.Б.Богаткино Ульяновской обл. | - | 11 | - | | 1,60 | 0,90 | 0,80 |
| 8. с.Янзакасы Чувашской АССР | перв. | 5 | рыхл. | 3,50 | 3,80 | 4,12 | 4,67 |
| 9. с.Козловка Чувашской АССР | перв. | 2 | рыхл. | <u>3,30</u> | 2,40 | 1,30 | 1,50 |
| 10. с.Итаки Чувашской АССР | перв. | 3 | рыхл. | 2,80 | 3,77 | 1,60 | 1,80 |
| 11. г.Чебоксары | перв. | 5 | рыхл. | 2,88 | <u>3,50</u> | 1,84 | 2,16 |
| 12. г.Новочебоксарск | перв. | 14 | рыхл. | <u>5,24</u> | 4,86 | 2,24 | 2,66 |

Т а б л и ц а 4.2

(по результатам стационарных наблюдений, с использованием данных
Выделены экстремальные значения скоростей)

| прирост, м/год | | | | | | | | | | | Средняя скорость, м/год |
|----------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|-------------------------------|
| 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | |
| 0,38 | 0,60 | 0,78 | 0,62 | 0,41 | <u>0.26</u> | <u>0.88</u> | 0,45 | 0,30 | 0,45 | 0,30 | 0,47 |
| 1,33 | 1,43 | 1,80 | 0,98 | 1,37 | 0,53 | 2,77 | 0,67 | 0,59 | 1,72 | | 1,24 |
| 2,30 | 1,80 | 0,90 | 1,40 | 0,90 | <u>0.00</u> | 1,10 | 0,90 | 0,60 | | 0,43 | 1,25 |
| 1,90 | <u>3.40</u> | 2,00 | <u>3.40</u> | 1,80 | <u>0.00</u> | 1,90 | 1,40 | 1,30 | | | 1,85 |
| 1,10 | 1,40 | 1,30 | <u>1.50</u> | 0,90 | <u>0.00</u> | 0,90 | 1,00 | 0,70 | | | 1,00 |
| 1,50 | 3,60 | 3,10 | <u>3.80</u> | 1,70 | <u>0.00</u> | 1,40 | 1,00 | | | | 2,10 |
| 6,70 | 4,80 | 2,30 | 2,80 | 1,30 | <u>0.00</u> | 1,20 | 1,00 | 0,60 | | | 3,58 |
| 1,00 | 2,00 | 1,30 | <u>2.10</u> | 1,00 | <u>0.00</u> | 0,80 | 0,90 | 0,70 | | | 1,09 |
| <u>3.12</u> | 5,12 | <u>5.58</u> | | | | | | | | | 4,10 |
| <u>0.85</u> | 2,00 | 2,15 | | | | | | | | | 1,92 |
| 1,37 | 3,57 | 4,20 | | | | | | | | | 2,73 |
| <u>1.00</u> | 1,84 | 2,02 | | | | | | | | | 2,51 |
| <u>2.08</u> | 4,56 | 4,84 | | | | | | | | | 3,38 |

Скорости роста оврагов в различных районах Татарской, Удмуртской

| Район наблюдений | Тип оврага | К-во оврагов | Характер пород | Ежегодный | | |
|--|------------|--------------|----------------|-----------|-------------|------|
| | | | | 1978 | 1979 | 1980 |
| 1. Тетлишский р-н ТАССР | перв. | 2 | рыхл. | | | |
| | втор. | 2 | рыхл. | | | |
| 2. д.Шали Татарской АССР | перв. | 10 | рыхл. | | | |
| | перв. | 2 | корен. | | | |
| | втор. | 15 | рыхл. | | | |
| 3. пос.Кукмор Татарской АССР | перв. | 4 | рыхл. | | | |
| | перв. | 2 | корен. | | | |
| | втор. | 1 | рыхл. | | | |
| 4. Кизнерский р-н Удмуртской АССР | перв. | 23 | рыхл. | 1,73 | 2,43 | 1,73 |
| 5. Каракулинский р-н Удмуртской АССР | перв. | 5 | рыхл. | 1,70 | 2,60 | 1,30 |
| | перв. | 18 | корен. | 1,50 | 2,50 | 1,20 |
| 6. с.Варзи-Ятчи Удмуртской АССР | перв. | 8 | рыхл. | 1,20 | 2,20 | 1,00 |
| 7. с.Ниж.Юри Удмурт. АССР | перв. | 2 | рыхл. | 2,10 | 3,00 | 2,50 |
| 8. Сарапульский р-н Удмуртской АССР | перв. | 21 | рыхл. | 1,55 | 2,32 | 1,27 |
| 9. Завьяловский р-н Удмуртской АССР | перв. | 10 | рыхл. | 1,70 | 2,65 | 1,50 |
| | перв. | 2 | корен. | 1,30 | 2,00 | 0,60 |
| 10. Малопургинский р-н Удмуртской АССР | перв. | 14 | рыхл. | 1,50 | 2,40 | 1,30 |
| 11. Вавожский р-н Удм. АССР | перв. | 4 | рыхл. | 1,60 | 2,50 | 1,50 |
| 12. Воткинский р-н Удм. АССР | перв. | 2 | рыхл. | 1,40 | 2,30 | 1,30 |
| | втор. | 5 | рыхл. | 2,00 | 3,10 | 2,20 |
| 13. Шарканский р-н Удм. АССР | перв. | 4 | рыхл. | 1,80 | 2,80 | 2,10 |
| 14. с.Селты Удмуртской АССР | перв. | 3 | рыхл. | 1,30 | 2,40 | 1,50 |
| 15. д.Усть-Кемаль Пермской обл. | перв. | 1 | рыхл. | 12,5 | <u>22,5</u> | 0,54 |
| 16. с.Егва Пермской обл. | перв. | 1 | рыхл. | | | |

Т а б л и ц а 4.3

АССР, Пермской области. Выделены экстремальные значения скоростей

| прирост, м/год | | | | | | | | Средняя скорость, м/год |
|----------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | |
| | | <u>0.07</u> | <u>0.40</u> | | 0,37 | 0,35 | 0,15 | 0,22 |
| | | 0,68 | | | 0,27 | 0,30 | 1,33 | 0,43 |
| | | | <u>0.54</u> | 0,58 | 0,92 | 0,80 | <u>0.99</u> | 0,77 |
| | | | | 0,32 | <u>0.10</u> | 0,35 | <u>0.37</u> | 0,29 |
| | | | <u>1.19</u> | 2,60 | <u>2.76</u> | 1,96 | 2,10 | 1,92 |
| | | | <u>0.56</u> | <u>0.14</u> | 0,32 | 0,23 | 0,53 | 0,36 |
| | | | <u>0.50</u> | 0,15 | 0,15 | 0,22 | <u>0.10</u> | 0,22 |
| | | | 0,40 | 0,10 | <u>0.00</u> | <u>0.00</u> | <u>0.50</u> | 0,20 |
| | 1,60 прирост с 1982 по 1988 на 7,7м | | | | | | | 1,38 |
| | 1,10 прирост с 1982 по 1988 на 2,1 м | | | | | | | 0,80 |
| | 1,10 прирост с 1982 по 1988 на 2,8 м | | | | | | | 0,82 |
| | 1,10 прирост с 1982 по 1988 на 3,5 м | | | | | | | 0,81 |
| | 2,00 прирост с 1982 по 1988 на 7,7 м | | | | | | | 1,57 |
| | 1,27 прирост с 1982 по 1988 на 4,2 м | | | | | | | 0,96 |
| | 1,55 прирост с 1982 по 1988 на 2,8 м | | | | | | | 0,93 |
| | 1,10 прирост с 1982 по 1988 на 0,7 м | | | | | | | 0,52 |
| | 1,40 прирост с 1982 по 1988 на 5,6 м | | | | | | | 1,11 |
| | 1,60 прирост с 1982 по 1988 на 7,0 м | | | | | | | 1,29 |
| | 1,20 | | | | | | | 1,60 |
| | 2,10 прирост с 1982 по 1988 на 9,1 м | | | | | | | 1,68 |
| | 1,90 прирост с 1982 по 1988 на 6,3 м | | | | | | | 1,44 |
| | 1,40 прирост с 1982 по 1988 на 2,8 м | | | | | | | 0,85 |
| 0,50 | 0,66 | 0,64 | 1,46 | 7,08 | 5,35 | 1,25 | <u>0.30</u> | 4,80 |
| | | | | | 3,80 | 1,62 | 3,00 | 2,81 |

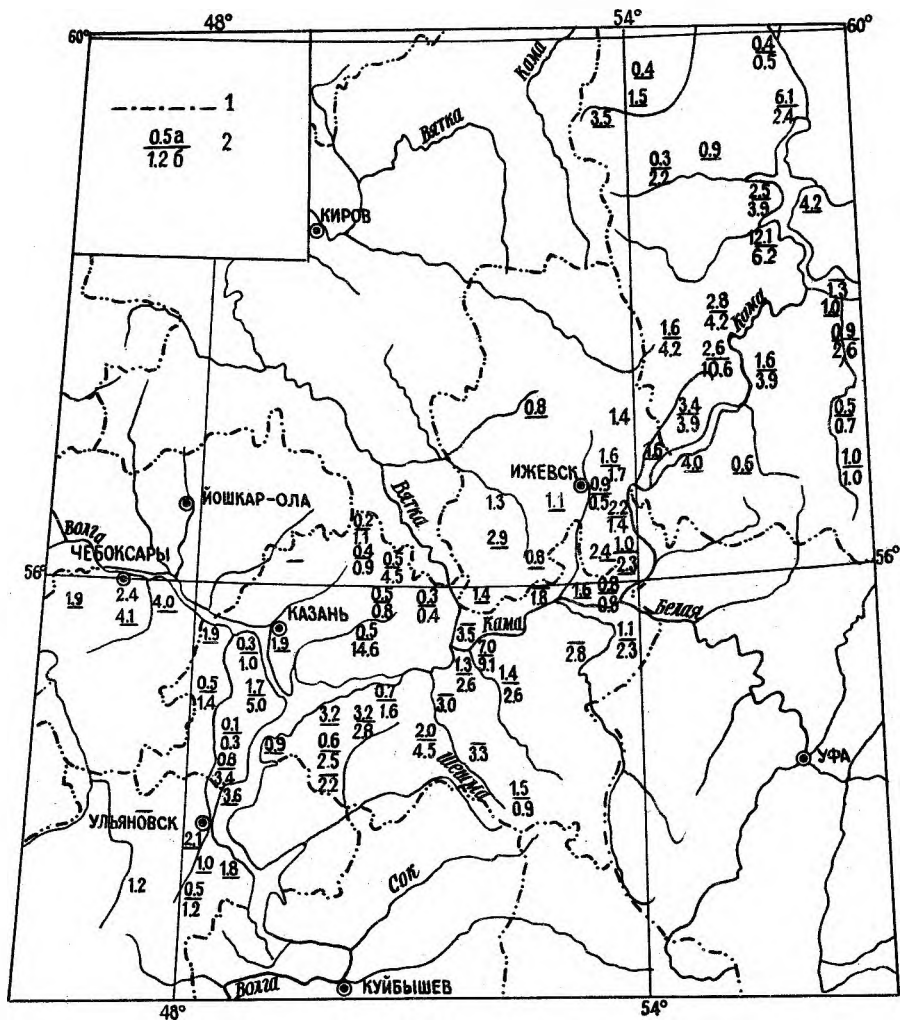


Рис.4.2. Средние многолетние скорости роста оврагов на востоке Русской равнины:

1 - границы областей и республик; 2 - скорости роста, в числителе - первичные, в знаменателе - вторичные овраги

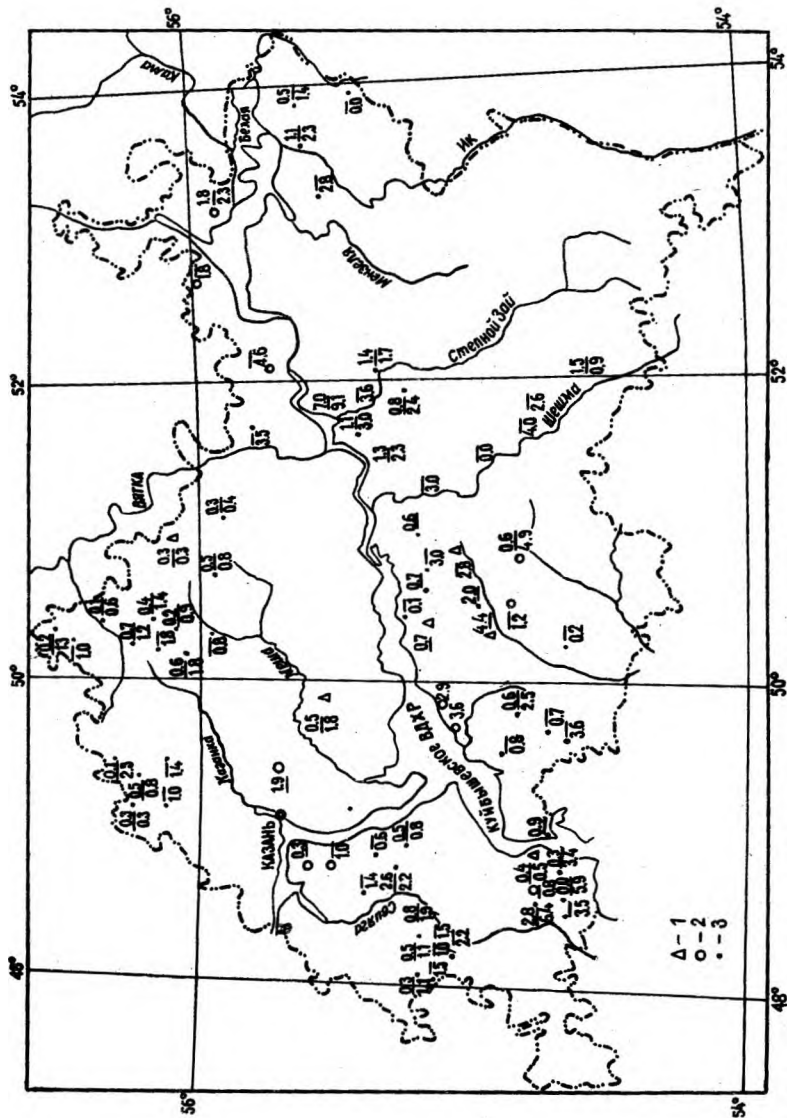


Рис. 4.3. Средние многолетние скорости роста оврагов на территории Татарской АССР:
 1 - стационарные наблюдения; 2 - сравнение АТС и полевых данных; 3 - сравнение АТС
 разных лет залетов. В числителе - первичные, в знаменателе - вторичные овраги

Довольно высокие скорости роста оврагов в Восточном Закамье Татарской АССР (табл. 4.5, рис. 4.3) находятся в противоречии с бытующим мнением о слабом развитии эрозии на юго-востоке республики (Хасибуллина, 1950; Сементовский, 1963; Петрова, 1975 и др.). Приведенные во второй главе материалы показывают Восточное Закамье как регион незначительной густоты овражного расчленения, хотя здесь наблюдаются максимальные высоты и значительные уклоны поверхности.

Т а б л и ц а 4.4

Скорости роста оврагов по результатам дешифрирования АФС
в различных районах востока Русской равнины

| Район наблюдений | Период между годами | Тип оврагов | Кол-во оврагов (вер - шин) | Характер пород | Средн. ско - рост, м/год |
|-------------------------------|---------------------|-------------|----------------------------|----------------|--------------------------|
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. г.Березняки Пермской обл. | 1958-1977 | перв. | 1 | рыхл. | 1,2 |
| 2. г.Чермоз Пермской обл. | 1958-1977 | перв. | 15 | "- | 2,05 |
| | 1977-1983 | "- | 9 | "- | 3,37 |
| | 1958-1977 | втор. | 3 | "- | 3,90 |
| 3. п.Висим Пермской обл. | 1959-1977 | перв. | 2 | "- | 4,25 |
| 4. Устье р.Обвы | 1961-1969 | "- | 3 | "- | 9,67 |
| | 1969-1977 | "- | 2 | "- | 3,90 |
| | 1977-1980 | "- | 2 | "- | 9,15 |
| | 1961-1969 | втор. | 1 | "- | 6,20 |
| 5. Восточнее г.Перми | 1950-1977 | "- | 1 | "- | 1,30 |
| 6. г.Нытва Пермской обл. | 1954-1976 | перв. | 2 | "- | 2,75 |
| | | втор. | 4 | "- | 4,12 |
| 7. Оханский р-н Пермской обл. | 1954-1976 | перв. | 3 | "- | 2,16 |
| | | втор. | 1 | "- | 10,60 |
| | | 1971-1976 | перв. | 1 | корен. |
| 8. с.Сташково Пермской обл. | 1954-1976 | "- | 6 | рыхл. | 0,90 |

Т а б л и ц а 4.4 (продолжение)

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------------|-----------|-------|----|--------|------|
| | 1976-1980 | перв. | 4 | рыхл. | 0,18 |
| | 1954-1976 | втор. | 1 | "- | 3,90 |
| | | "- | 1 | корен. | 1,30 |
| 9. с.Частые Пермской обл. | 1968-1976 | перв. | 12 | рыхл. | 2,62 |
| | 1976-1980 | "- | 10 | "- | 1,71 |
| | 1968-1976 | "- | 2 | корен. | 2,50 |
| | | втор. | 1 | рыхл. | 3,90 |
| | 1968-1971 | перв. | 2 | рыхл. | 7,30 |
| | 1971-1976 | "- | 2 | "- | 3,40 |
| | 1976-1981 | "- | 2 | "- | 5,25 |
| 10. д.Глотово Пермской обл. | 1968-1976 | "- | 2 | "- | 2,60 |
| | 1976-1980 | "- | 2 | "- | 1,50 |
| 11. г.Оса Пермской обл. | 1954-1976 | "- | 1 | рыхл. | 4,20 |
| | 1954-1971 | "- | 4 | "- | 3,08 |
| | 1971-1976 | "- | 6 | "- | 3,83 |
| | 1976-1980 | "- | 2 | "- | 0,20 |
| | 1963-1976 | "- | 1 | корен. | 4,00 |
| 12. с.Денисовка Пермской обл. | 1949-1961 | втор. | 1 | "- | 0,70 |
| 13. с.Шульдиha Пермской обл. | 1968-1971 | перв. | 15 | рыхл. | 4,16 |
| | 1971-1976 | "- | 12 | "- | 1,22 |
| | 1976-1981 | "- | 13 | "- | 2,78 |
| | 1971-1976 | втор. | 1 | корен. | 1,00 |
| | 1976-1981 | "- | 2 | "- | 3,05 |
| 14. г.Очер Пермской обл. | 1968-1977 | перв. | 3 | "- | 0,43 |
| | 1968-1976 | втор. | 4 | рыхл. | 3,02 |
| | 1968-1976 | "- | 1 | корен. | 0,75 |
| 15. г.Соликамск | 1977-1982 | перв. | 3 | "- | 0,43 |
| 16. р.Шаква, прав.при-ток Сылвы | 1959-1967 | "- | 1 | рыхл. | 1,00 |
| | 1967-1976 | "- | - | рыхл. | 1,80 |
| | 1976-1982 | "- | - | рыхл. | 0,00 |
| 17. Воткинский р-н Удмуртской АССР | 1959-1974 | "- | 2 | "- | 2,00 |
| | 1974-1980 | "- | 2 | "- | 1,8 |
| | 1981-1987 | "- | 2 | "- | 0,4 |

Т а б л и ц а 4.4 (продолжение)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------|-----------|-------|----|-------|------|
| | 1959-1974 | втор. | II | рыкл. | 2,8 |
| | 1974-1980 | "- | - | "- | 2,2 |
| 18. Вавожский р-н | 1959-1974 | перв. | 4 | "- | 2,5 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 4 | "- | 1,8 |
| | 1981-1987 | "- | 4 | "- | 1,0 |
| 19. Мало-Пургинский р-н | 1959-1974 | "- | 14 | "- | 2,10 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 14 | "- | 1,60 |
| | 1981-1987 | "- | 14 | "- | 0,80 |
| 20. Завьяловский р-н | 1959-1974 | "- | 10 | "- | 2,40 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 10 | "- | 1,86 |
| | 1981-1987 | "- | 10 | "- | 0,49 |
| | 1959-1974 | втор. | 2 | "- | 1,50 |
| | 1974-1980 | "- | 2 | "- | 1,30 |
| | 1981-1987 | "- | 2 | "- | 0,10 |
| 21. Сарапульский р-н | 1959-1974 | перв. | 14 | "- | 2,70 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 14 | "- | 1,75 |
| | 1981-1987 | "- | 14 | "- | 0,40 |
| 22. Можгинский р-н | 1959-1974 | "- | 2 | "- | 3,20 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 2 | "- | 2,30 |
| | 1981-1987 | "- | 2 | "- | 1,10 |
| 23. с.Селги Удмуртской АССР | 1959-1974 | "- | 3 | "- | 2,30 |
| | 1974-1980 | "- | 3 | "- | 1,80 |
| | 1981-1987 | "- | 3 | "- | 0,40 |
| 24. Шарканский р-н | 1959-1974 | "- | 4 | "- | 3,00 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 4 | "- | 2,00 |
| | 1980-1987 | "- | 4 | "- | 0,9 |
| 25. Кизнерский р-н | 1959-1974 | перв. | 23 | рыкл. | 2,33 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 23 | "- | 1,93 |
| | 1981-1987 | "- | 23 | "- | 1,10 |
| 26. с.Вази-Ятчи | 1959-1974 | "- | 8 | "- | 2,00 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 8 | "- | 1,40 |
| | 1981-1987 | "- | 8 | "- | 0,50 |
| 27. Каракулинский р-н | 1959-1974 | "- | 5 | "- | 2,40 |
| Удмуртской АССР | 1974-1980 | "- | 5 | "- | 2,10 |
| | 1981-1987 | "- | 5 | "- | 0,30 |

Т а б л и ц а 4.4 (продолжение)

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-----------|-------|----|--------|------|
| | 1959-1974 | перв. | 18 | корен. | 2,30 |
| | 1974-1980 | "- | 18 | "- | 1,75 |
| | 1981-1987 | "- | 18 | "- | 0,43 |
| 28. Теренгульский р-н Ульяновской обл. | 1948-1966 | "- | 5 | "- | 2,30 |

Объяснение этого несоответствия заключается, видимо, в истории освоения данного края и времени массового появления оврагов. До недавнего времени юго-восток Татарии был слабо заселен. Здесь господствовали леса, площадь которых до 1800 г. составляла более 50 % (Бойко, 1976). К 1870 г. леса сократились примерно до трети площади, но и до сих пор этот регион отличается в Татарии наивысшей залесенностью - более 18 %. В других частях Татарской АССР более раннее освоение земель способствовало и более раннему заложению оврагов. К настоящему времени большая часть их уже прошла фазу активного роста и сейчас находится в стадии медленного затухания. В Восточном Закамье многие овраги заложились значительно позже, вследствие чего находятся в более активной фазе развития.

Аналогичная картина резкого несоответствия между довольно высокими скоростями прироста оврагов и их редкой сетью наблюдается также по всей Пермской области.

Средние скорости роста первичных и вторичных оврагов, полученные разными способами для крупных административных регионов, приведены в таблице 4.6. При ее составлении использованы также данные Е.А.Мироновой и Л.Е.Сетунской (1980), В.А.Дуглава (1966) и др.

Эти данные не отличаются принципиально от имеющихся материалов по соседним областям. Для Куйбышевской области Н.Ф.Мильков и А.П.Кузнецов (1986) для 80 оврагов приводят следующие скорости: первичные - 0,34, вторичные - 1,02 м/год (для сыртовых суглинков). Однако период наблюдений слишком краток (1982-1985), чтобы можно было говорить об объективности этих цифр. Для территории Саратовской области Ю.В.Горшков и С.А.Макаров за длительный ряд наблюде-

Скорость роста оврагов на территории Татарской АССР
(по АФС 1950 - 1980-х годов)

| Регион | Тип оврагов | Кол-во изученных оврагов | Доля оврагов, % | | | Скорость роста, м/год | | | |
|------------------------|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------------|---------|--------|
| | | | нерас-тущих | растущих, м/год | | средняя | наиболь-шая | | |
| | | | | слабо (<0,5) | средне (0,5-1,0) | | сильно (>1,0) | поросль | корен. |
| Предволжье | первичный | 145 | 53,8 | 3,2 | 7,7 | 35,3 | 1,32 | 0,41 | 8,50 |
| | вторичный | 427 | 35,9 | 4,7 | 13,3 | 46,1 | 1,87 | - | 32,70 |
| Предкамье | первичный | 166 | 59,7 | 15,3 | 16,1 | 8,9 | 1,49 | 0,29 | 3,50 |
| | вторичный | 441 | 36,9 | 16,8 | 16,9 | 28,4 | 1,06 | - | 16,00 |
| Западное Закамье | первичный | 45 | 30,8 | 26,9 | 11,5 | 30,8 | 1,87 | 0,76 | 4,50 |
| | вторичный | 89 | 21,7 | 14,4 | 17,4 | 46,5 | 2,24 | - | 22,10 |
| Восточное Закамье | первичный | 59 | 39,0 | 1,7 | 8,5 | 50,8 | 3,00 | 0,90 | 9,50 |
| | вторичный | 135 | 26,3 | 5,2 | 5,9 | 62,6 | 3,08 | - | 25,00 |
| Татарская АССР в целом | первичный | 415 | 53,3 | 10,0 | 11,7 | 25,0 | 1,65 | 0,65 | 9,50 |
| | вторичный | 1092 | 34,1 | 10,8 | 13,9 | 41,2 | 1,77 | - | 32,70 |

ний, но только над активными оврагами, а не всеми подряд, получили средний прирост 8,43 м/год.

Т а б л и ц а 4.6

Средние скорости роста оврагов в различных породах за многолетний период по административным единицам на востоке Русской равнины, м/год

| Регион | Период наблюдений | Кол-во оврагов - г/в | Овраги | | | |
|------------------|-------------------|----------------------|-----------|--------|-----------|--------|
| | | | первичные | | вторичные | |
| | | | рыкл. | корен. | рыкл. | корен. |
| Пермская обл. | 1954-1982 | 61 | 3,55 | 1,58 | 4,46 | 1,19 |
| Удмуртская АССР | 1959-1981 | 120 | 2,18 | - | 2,62 | 1,44 |
| Татарская АССР | 1950-1988 | 1507 | 1,47 | 0,65 | 1,80 | - |
| Чувашская АССР | 1963-1969 | 29 | 4,20 | 3,00 | 3,33 | - |
| Ульяновская обл. | 1948-1977 | 80 | 1,90 | 1,64 | 1,24 | - |

Соотношение групп оврагов, находящихся на различных стадиях развития и, следовательно, характеризующихся разными скоростями роста, в разных регионах различается. На территории Татарской АССР (табл. 4.4) доля неразвивающихся оврагов среди первичных превышает половину, а среди вторичных составляет лишь треть. Доля активно растущих (то есть более 1,0 м/год) среди первичных оврагов составляет 25 %, среди вторичных - более 40 %. Близкое значение (23 %) активно растущих оврагов установлено Е.А.Мироновой, Л.Е.Сегунской (1980) на плге Ульяновской области. Сходные результаты получены для Среднерусской возвышенности (Курской области) А.И.Скороховым (1981): из общего количества обследованных им оврагов (968) 38 % составили нерастущие и 24 % - активные. Это подтверждает существование общих закономерностей в развитии оврагов - времени их зарождения, механизме функционирования.

4.2. Временной анализ скоростей роста оврагов

Средние показатели прироста оврагов в год дают слишком обобщенную характеристику интенсивности эрозионного процесса, но не позволяют вскрыть динамику процесса, рассмотреть его развитие во времени. Для достижения последней цели необходим анализ конкретных ежегодных величин прироста вершин оврагов, то есть регулярные стационарные наблюдения. Как уже отмечалось выше, длительных рядов таких наблюдений на востоке Русской равнины нет. Наиболее длительные ряды получены Е.А.Мироновой и Л.Е.Сетунской (1980) на юге Ульяновской области, в Терентульском районе (продолжительностью 11 лет) и Н.М.Короткиной (1981) по нескольким районам той же Ульяновской области (продолжительностью 13 лет).

На рисунке 4.4 для разных регионов приведены графики изменения скоростей роста по годам. Различия в значениях скоростей обусловлены не только разницей в интенсивности процесса, но и неодинаковой методикой наблюдений. Стационары в Ульяновской области и Татарской АССР заложены на оврагах, находящихся на разных стадиях развития, в том числе и на старых, с зарастающими вершинами. В то же время в Чувашской и Удмуртской АССР изучались лишь активные овраги (рис. 4.5). В Пермской области подавляющее большинство ныне существующих оврагов проявляет высокую активность.

Несмотря на различия в абсолютных значениях скоростей, общий ход кривых неплохо совпадает, что свидетельствует об объективном характере выявленных закономерностей.

Во-первых, отчетливо наблюдается неравномерный, пульсационный характер роста оврагов. Скорости прироста вершин от года к году могут изменяться в несколько раз, вплоть до полной приостановки процесса, как, например, наблюдалось по всей Ульяновской области в 1972 году. Кроме этого года снижение интенсивности роста наблюдалось в 1965, 1967, 1975, 1978, 1983, 1987 годах, то есть повторялось через 3 - 5 лет. Наоборот, активизация овражной эрозии происходила в 1964, 1968 - 1969, 1973, 1976, 1979, 1988 годах. Такой пульсационный характер роста оврагов чаще всего объясняется влиянием метеорологических условий (Миронова, Сетунская, 1974, 1980; Короткина, 1981 и др.). Подробнее это будет рассмотрено в следующем разделе.

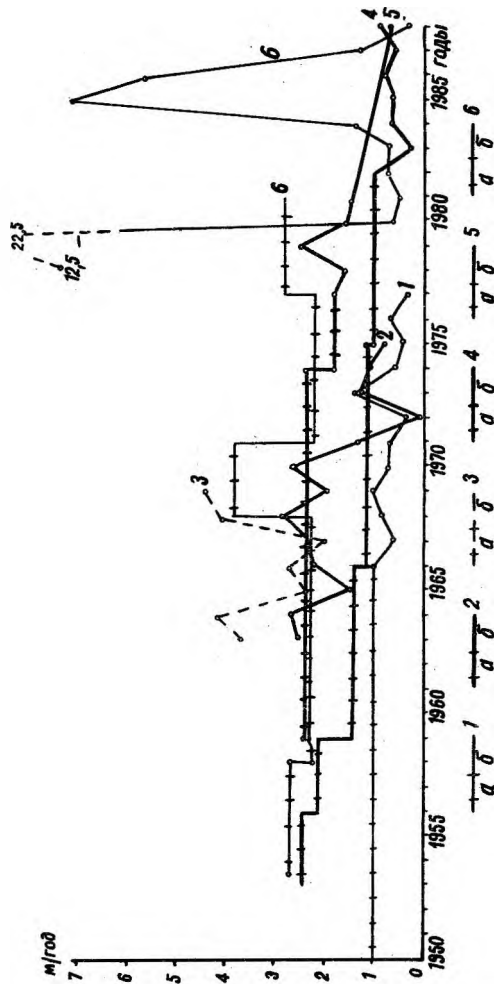


Рис. 4.4. Динамика средних скоростей роста оврагов в различных регионах востока Русской равнины:

1 - Теренгульский район Ульяновской области (по Е. А. Мироновой, Д. Е. Сетунской, 1980); 2 - центр и север Ульяновской области (по Н. М. Королевой, 1981); 3 - север Чувашской АССР (по матери-алам М. М. Сироткиной); 4 - Татарская АССР; 5 - Удмуртская АССР; 6 - Пермская область; а - по АЭС, б - по стационарным наблюде-ниям

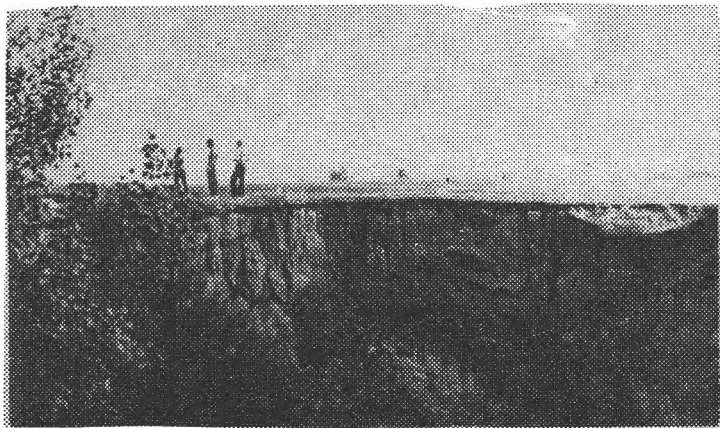


Рис. 4.5. Вершина первичного активно растущего в дельви-ально-солифлюкционных суглинках оврага у с.Старые Быги Шарканского района Удмуртской АССР (фото И.И.Рысяна)

Во-вторых, кроме пульсации скоростей выявляется и их затухание во времени. Особенно отчетливой эта тенденция становится при дополнении сравнительно коротких рядов стационарных ежегодных наблюдений средними скоростями, полученными за предыдущий период по аэрофотоматериалам. Эта тенденция хорошо прослеживается в Ульяновской области. По данным Д.Л.Арманда (1958), полученным путем сравнения картографических материалов, за период с 1865 по 1948 годы среднегодовой прирост оврагов составил 3,0 м/год, с 1948 по 1966 годы он уменьшился до 1,0 м/год, а по результатам стационарных наблюдений Е.А.Мионовой, Л.Е.Сетунской (1980) скорость роста этих же оврагов в 1967 - 1977 годах составляла уже 0,66 м/год.

Аналогичная отчетливая тенденция затухания выявляется и для территории Татарской АССР. Если с 1953 (времени первых массовых аэрофотосъемок республики) по 1956 годы средние скорости роста всех типов оврагов достигали 2,45 м/год, то в начале 60-х годов они составили уже 1,40 м/год, в 70-х годах уменьшились до 1,0 м/год, а в 80-х снизились до 0,62 м/год. Менее отчетливо, но эта же тенденция проявляется и в Удмуртии. По результатам измерений почти 100 оврагов в республике в 1959 - 1974 годах средняя ско -

рость прироста составила 2,17 м/год. В 1974 – 1980 годах она уменьшилась до 1,83 м/год, а в 1980 – 1987 годах составляла уже 0,72 м/год, то есть за 28 лет уменьшилась в три раза. Однако необходимо отметить, что местами в Удмуртии в этот период заложены новые овраги, отличающиеся высокими скоростями роста.

Затухание роста оврагов может быть связано с влиянием разнообразных природоохранительных мероприятий, в первую очередь противозерозийных, которые во все большем масштабе осуществляются в ряде регионов. Однако поскольку данная тенденция проявляется повсеместно, а эффективность противозерозийных мероприятий в разных административных единицах не может быть одинаковой, то выявляется и другая ее причина – естественная стадийность эрозийного процесса. Фактический материал свидетельствует об энергичном приросте оврагов на первых этапах их развития и о последующем плавном-пульсационном затухании эрозии. Этот вывод хорошо подтверждается результатами экспериментального изучения изменения параметров оврагов (Эрозийные процессы, 1984). Опыт показал, что в короткий начальный период, охватывающий 3 – 5 % времени существования всей формы, овраг достигает 50 – 80 % будущей своей длины.

Материалы по востоку Русской равнины позволяют оценить продолжительность активного развития оврагов в 15 – 20 лет, после чего в условиях стабильного состояния всех факторов происходит естественное плавное и медленное затухание процесса. Аналогичные данные получены А.И.Скомороховым (1981) в Курской области, где период активного роста оврагов в лессовидных суглинках составляет в среднем 23 года, после чего происходит их зарастание. Однако общая продолжительность существования отдельных оврагов может достигать 100 – 150 лет.

Замедление роста оврагов объясняется тем, что быстрое продвижение его вершины к водоразделу приводит к еще более быстрому уменьшению водосборной площади в точке роста при фиксированном положении водораздельной линии.

4.3. Анализ факторов развития оврагов

Многочисленные имеющиеся в настоящее время материалы, а также данные предыдущей главы, свидетельствуют, что развитие оврагов является многофакторным процессом, причем на разных этапах разви-

тия роль этих факторов может существенно меняться. Чаще всего в качестве основной причины зарождения и дальнейшего роста оврагов называют деятельность человека по преобразованию земной поверхности. В числе ведущих условий фигурируют также: тип оврага, состав пород, геоморфологические (уклоны, длины линий стока) и климатические условия.

Данные, приведенные в таблицах 4.4 и 4.5 свидетельствуют, что годовые приросты оврагов в первую очередь определяются их типом. Скорости роста вторичных оврагов, закладывающихся по дну или в вершине древних эрозионных понижений (балок, ложи, ложбин) всегда существенно выше. Связано это с тем, что к вершине оврага подходит уже сконцентрированный водный поток, зачастую собранный со значительной площади и обладающий большой размывающей силой. Подсчеты показывают, что площади водосборов вторичных оврагов нередко на один, а иногда и на два порядка больше, чем первичных. Другое обстоятельство, объясняющее быстрый рост вторичных оврагов по сравнению с первичными - врезание их обычно в рыхлые четвертичные отложения, заполняющие эти древние формы, с низкой противозерозионной устойчивостью. Поэтому при определении средних для какой-либо территории скоростей роста оврагов необходимо учитывать соотношение их типов. Оно может существенно меняться, определяя тем самым и средние величины. На востоке Русской равнины первичных оврагов в 2 - 3 раза больше, чем вторичных (табл. 4.7).

И среди первичных, и среди вторичных оврагов наибольшей активностью отличаются те, которые имеют в своей вершине перепад. Высота его может колебаться от 0,4 - 0,5 м до 3 - 5 м и даже больше. Чаще всего вершинный перепад с водобойным колодцем наблюдается в лессовидных суглинках (рис. 4.5), но встречается и в коренных породах (рис. 4.6). Во всех случаях склон или днище ложбины выше вершины имеют дернину, часто она образует нависающий карниз. Овраги, вершина которых находится на пашне, обычно характеризуются более плавным врезом. Дерновый слой резко увеличивает противозерозионную устойчивость грунта и для размыва его требуется значительная концентрация стока. Грунт ниже дернины более легко разрушается, поэтому, раз возникнув, вершинный перепад сохраняется длительное время. На пахотных землях постепенно концентрирующийся сток сразу же начинает эродировать, постепенно углубляя вершину борозды или оврага.



Рис.4.6. Вершинный перепад донного оврага севернее с.Кулошево Каракулинского района Удмуртской АССР, вскрывшего под четвертичными отложениями песчаники пермской системы (фото И.И.Рысина)

Скорость овражной эрозии существенно определяется и литологической пород, которые размываются. В зависимости от противоэрозийной устойчивости пород средние скорости прироста могут различаться в 5 – 10 раз (табл. 4.8).

Наибольшие средние многолетние скорости роста (метры в год) наблюдаются во всех регионах в неоген-четвертичных суглинках и супесях, наименее литифицированных, слабо проницаемых, поэтому обладающих наименьшим сопротивлением размыву: $2 \cdot 10^3$ м (по данным Г.В.Бастракова, 1986). Пропорционально возрастанию противоэрозийной устойчивости уменьшается в 1,5 – 3,0 раза скорость годового

Т а б л и ц а 4.7

Соотношение первичных и вторичных оврагов в различных
регионах востока Русской равнины

| Регион | Доля оврагов, % | |
|---------------------------|-----------------|-----------|
| | первичных | вторичных |
| Ульяновское Предволжье | 56,9 | 43,1 |
| Татарское Предволжье | 74,6 | 25,4 |
| Татарское Предкамье | 72,6 | 27,4 |
| Западное Закамье Татарии | 66,4 | 33,6 |
| Восточное Закамье Татарии | 69,6 | 30,4 |
| Удмуртская АССР | 71,0 | 29,0 |
| Юго-запад Пермской обл. | 64,4 | 35,6 |
| Юго-восток Пермской обл. | 79,1 | 20,9 |
| В среднем | 69,3 | 30,7 |

Т а б л и ц а 4.8

Средние многолетние скорости роста первичных оврагов
в различных породах, м/год

| Литологические группы | Противо- эрозий- ная ус- тойчи- вость, Н | Перм- ская обл. | Удмур- тская АССР | Татар- ская АССР | Чуваш- ская АССР | Ульянов- ская обл. |
|---|--|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Неоген-четвертичные суглинки и супеси | $2 \cdot 10^3$ | 3,86 | 2,62 | 2,78 | 4,20 | 2,66 |
| Карбонатно-глинистые верхней перми | $7 \cdot 10^3$ | 2,20 | 0,60 | 0,84 | 3,00 | 1,10 |
| Карбонатные перми и кремнистые палеогена | $2 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^7$ | 0,60 | 0,30 | 0,40 | - | 0,40 |

прироста оврагов в карбонатно-глинистых породах верхней перми. В известняках и доломитах перми, опоках и песчаниках палеогена скорость роста оврагов еще меньше, но все же существенно выше, чем следовало бы с учетом их сопротивления размыву, которое на I - 3 порядка выше предыдущей группы. Очевидно, в этой литологической группе пород очень велика роль предварительной подготовки материала - выветривания и разуплотнения.

Роль литологии четко проявляется и через другой показатель - среднее расстояние между вершинами балок или оврагов на противоположных водораздельных склонах (табл. 4.9). Наибольшее оно в более прочных и проницаемых кремнистых породах палеогена - от I,0 до I,5 км. В породах верхнего мела расстояние сокращается на 20 - 30 %, а в глинах верхней юры и нижнего мела - в I,5 - 2,0 раза.

Ширина пояса овражной эрозии внутри элементарного бассейна также четко коррелируется с составом пород (табл. 4.10). Максимальной величины она достигает в неоген-четвертичных суглинках - 221 м (17 % от всей средней ширины элементарного бассейна), а наиболее узка в песчаных отложениях - 115 м (10 %).

Т а б л и ц а 4.9

Средние расстояния между вершинами оврагов и балок
в различных литологических условиях

| Литологические группы | Средние расстояния между вершинами, км | |
|--|--|-----------|
| | балки | овраги |
| Глинистые отложения верхней юры и нижнего мела | I,0 - I,2 | 0,6 - 0,7 |
| Карбонатные отложения верхнего мела | I,3 - I,5 | 0,8 - I,0 |
| Кремнистые породы палеогена | I,5 - 2,0 | I,0 - I,5 |

Из геоморфологических условий наиболее отчетливо проявляется роль уклонов, длины линий стока. Влияние уклонов ясно проявляется лишь тогда, когда данный показатель изменяется в больших пределах (табл. 4.11). Если крутизна склона меняется в узком интервале,

Т а б л и ц а 4.10

Средние размеры поясов денудации на склонах в различных породах востока Русской равнины (по данным О.П.Ермолаева)

| Литологические группы | Пояса денудации | | | | |
|--|-------------------|------------------|------------|----------|-----|
| | капельно-дождевой | микро-ручейковой | струйчатой | овражной | |
| Пески четвертичные | м | 216 | 430 | 320 | 115 |
| | % | 20 | 40 | 30 | 10 |
| Карбонатно-кремнистые верхнего мела и палеогена | м | 185 | 406 | 303 | 113 |
| | % | 18 | 40 | 31 | 11 |
| Глинисто-карбонатные верхней перми | м | 79 | 304 | 401 | 131 |
| | % | 9 | 33 | 44 | 14 |
| Глины нижнего мела и верхней перми | м | 76 | 403 | 678 | 202 |
| | % | 5 | 30 | 50 | 15 |
| Суглинки четвертичные | м | 110 | 372 | 590 | 221 |
| | % | 8 | 29 | 46 | 17 |

Т а б л и ц а 4.11

Средние скорости прироста оврагов в зависимости от крутизны склона и состава пород (по материалам М.М. Сироткиной, Н.М. Короткиной)

| Регион | Крутизна склона, град. | Литология пород | Средний прирост, м/год |
|---------------------|------------------------|---|------------------------|
| Чувашская АССР | 5-15° | суглинок | 3,71 |
| | более 15° | "- | 5,07 |
| | 5-15° | карбонатно-глинистые породы верхней перми | 2,61 |
| | более 15° | "- | 3,73 |
| Ульяновская область | 2-5° | суглинок со щебнем | 0,30 |
| | 18-20° | "- | 3,20 |

особенно при небольших углах, то влияние ее невелико (рис. 4.7). В этом случае более отчетливо проявляется влияние площадей ображенных водосборов (рис. 4.8 А). Влияние высоты склона оказывается несущественным (рис. 4.8 Б).

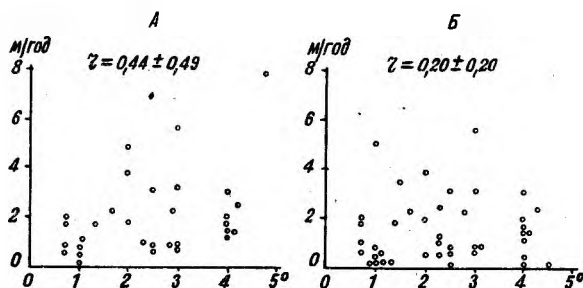


Рис. 4.7. Зависимость среднегодового прироста оврагов от среднего уклона всего водосбора (А) и водосбора у вершины (Б) в Западном Предкамье Татарской АССР

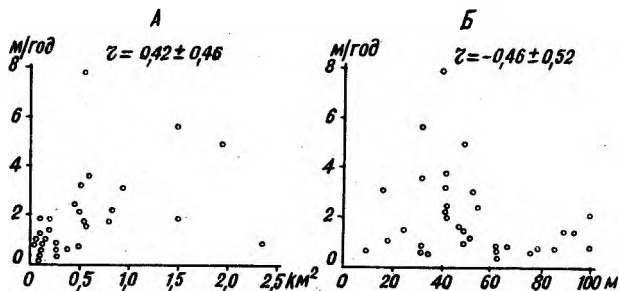


Рис. 4.8. Влияние площади водосбора (А) и высоты склона (Б) на среднегодовой прирост оврагов в Западном Предкамье Татарской АССР

Неравномерный пульсационный характер роста оврагов от года к году (рис. 4.4) обычно увязывается с метеорологическим фоном (Миронова, Сетунская, 1974, 1980; Коротина, 1981; Рысин, 1981; Назаров, Лосев, 1987 и др.). Детальные сезонные (весенние и осенние) наблюдения М.М.Сироткиной на севере Чувашии, а Н.М.Коротинной

вблизи Ульяновска, показывают, что примерно 70 – 80 % годового прироста приходится на весенний период (табл. 4.12), поэтому в первую очередь необходимо анализировать влияние зимне-весенних условий. Аналогичные данные получены И.И.Рысиным (1981) при наблюдениях над сезонным ростом оврагов на территории Удмуртии в 1978 – 1980 годах, А.Ф.Путилиным (1988) на плче Западной Сибири в 1975 – 1979 годах.

Т а б л и ц а 4.12

Средний многолетний сезонный прирост оврагов
в Чувашской АССР и Ульяновской области

| Пункт наблюдений | Период наблюдений | Средний прирост | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|------|---------|------|
| | | май | | октябрь | |
| | | м | % | м | % |
| пос. Козловка | 1963–1967 | 1,32 | 71,5 | 0,54 | 28,5 |
| дер. Новинская | –“– | 2,56 | 65,5 | 1,35 | 34,5 |
| дер. Нерядовка | –“– | 2,31 | 71,4 | 0,92 | 28,6 |
| г.Новочебоксарск | –“– | 2,29 | 70,4 | 0,96 | 29,6 |
| г. Ульяновск | 1963–1975 | 4,48 | 82,1 | 0,98 | 17,9 |
| пос. Винновка | –“– | 9,25 | 75,6 | 2,98 | 24,4 |
| Среднее | | | 72,7 | | 27,3 |

Анализ показал, что среди метеорологических показателей наиболее тесная связь скорости роста оврагов выявляется с интенсивностью снеготаяния – коэффициент корреляции $\tau = 0,79 \pm 0,15$ (рис. 4.9 А). Менее отчетлива связь с запасами воды в снеге к концу зимы ($\tau = 0,55 \pm 0,16$, рис. 4.9 Б). Совершенно не улавливается связь с продолжительностью снеготаяния ($\tau = 0,21 \pm 0,22$, рис.4.9В).

Ведущая роль весеннего стока в развитии оврагов связана с большой массой талых вод, подходящих к вершинам оврагов, их продолжительным воздействием – до 7 – 10 дней и более. Летние ливневые осадки кратковременные. Эрозия, обусловленная ими, редко продолжается несколько часов. Кроме того, летние ливни часто выпада-

ют на поверхность с хорошо развитой естественной или культурной растительностью.

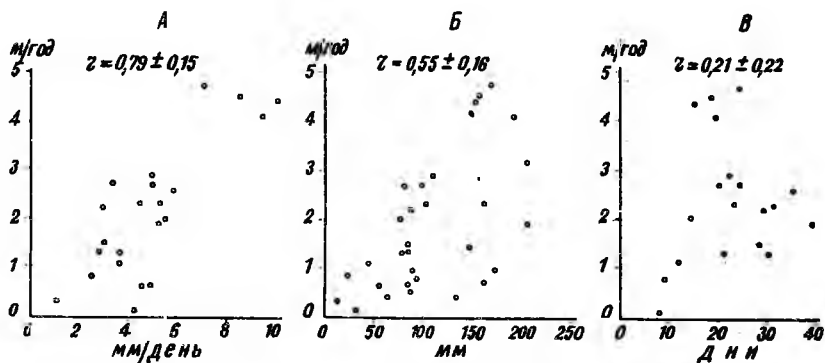


Рис. 4.9. Связь среднегодового прироста оврагов на территории Ульяновской области и Чувашской АССР с интенсивностью снеготаяния (А), запасами воды в снеге (Б) и продолжительностью снеготаяния (В)

Рассмотренные выше показатели характеризуют условия, в которых с той или иной интенсивностью развиваются овраги. Они лишь ускоряют или замедляют процесс развития овражной эрозии. Для современных оврагов решающим фактором возникновения явился человек. Его деятельность, направленная на вырубку (ранее - выжигание) лесов, распашку земель, оказалась тем спусковым крючком, который освободил эрозию от естественного ее тормоза - сплошного покрова травянистой или древесно-кустарниковой растительности. Талые снеговые и, в меньшей степени, ливневые осадки, сконцентрировавшись по естественным понижениям рельефа, оказались в состоянии размывать верхние слои почво-грунтов, прочность которых к тому же оказалась сильно уменьшенной предварительной распашкой.

Таким образом, эрозия на востоке Русской равнины началась давно - с началом эры земледелия. Но характер обработки земель на первых этапах не способствовал развитию оврагов, так как после нескольких лет использования земель без каких-либо удобрений их плодородие истощалось и они забрасывались. Естественная растительность быстро восстанавливалась и эрозия прекращалась. Поэтому в

средних веках крупные овраги могли возникнуть лишь вблизи населенных пунктов (Соболев, 1948). Ситуация изменилась со второй половины XVIII века, когда интенсивно стали вырубаться леса даже на склонах долин, а земли распахиваться сплошь и постоянно. Но еще в начале XIX столетия территория была сильно облесена. По данным Ф.Ф.Бойко (1976) залесенность территории Татарии была не менее 49 %, к 1870 году она сократилась на треть и составила 31,4%. За последующее столетие лесистость сократилась уже в два раза. Именно в это время и заложилась основная часть оврагов в областях их основного современного распространения. В восточных и северных частях анализируемой территории овраги начали закладываться позже - в начале и даже середине этого столетия.

Однако современный этап усиленной антропогенно спровоцированной овражной эрозии не является единственным и первым. В геологической истории региона были периоды, когда линейная эрозия охватывала более значительные пространства. Доказательством этого являются древние балки, многие из которых заложились в виде оврагов или долин небольших речушек в начале позднего плейстоцена (Бутаков, 1986). Часть балок имеет более молодой голценовый возраст (Дедков, 1970). Поскольку в большинстве районов (рис. 2.1) густота балок значительно превышает густоту оврагов, то это свидетельствует о том, что современная эрозия еще не достигла масштабов древней.

Двойное и более преобладание первичных оврагов над вторичными (табл. 4.6) говорит о том, что современная эрозия в большинстве случаев не просто наследует древнюю, а осваивает новые участки, увеличивая общее эрозионное расчленение территории. Причем это характерно как для тех районов, где густота оврагов приближается к густоте балочной сети (Ульяновская область, Татарская АССР), так и для тех, где современная эрозия развита слабо (Пермская и Кировская области, Удмуртская АССР). Освоение современной эрозией новых земель доказывает тот факт, что она спровоцирована человеком, распахавшим в первую очередь более выровненные водораздельные и приводораздельные участки и сохранившим в значительной степени естественную растительность по днищам, склонам балок, а также вблизи их. Это хорошо подтверждается приведенными в предыдущей главе высокими значениями коэффициентов корреляции между густотой балок и залесенностью и, наоборот, слабой корреляцией между гус -

тотой оврагов и лесистостью. Выход оврагов на приводораздельные склоны подтверждается также существенно (в 1,5 - 2,0 раза) меньшим средним расстоянием между вершинами оврагов на противоположных склонах по сравнению с вершинами балок (табл. 4.8), вычисленным Н.М.Короткиной (1987) для Ульяновского Предволжья. Однако о явной независимости нынешней эрозии от древней говорить все же нет оснований, так как положение не только вторичных, но и в значительной степени первичных оврагов предопределено реликтовыми формами. Часть первичных оврагов закладывается по склонам балок.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5.1. Районирование овражной эрозии

В третьей главе с помощью статистических методов был дан анализ главных факторов, определяющих пространственную дифференциацию овражной сети, свидетельствующую о неодинаковой интенсивности овражной эрозии в различных районах рассматриваемой обширной территории. По густоте овражной сети на этой территории можно выделить пять групп районов: I - очень сильной овражной эрозии (густота более $0,5 \text{ км/км}^2$); II - сильной эрозии ($0,25-0,5 \text{ км/км}^2$); III - умеренной эрозии ($0,1 - 0,25 \text{ км/км}^2$); IV - слабой эрозии ($0,02 - 0,1 \text{ км/км}^2$); V - очень слабой эрозии (менее $0,02 \text{ км/км}^2$).

Каждая группа включает несколько районов (рис.5.1). Ниже следует краткая характеристика выделенных районов.

I. Районы очень сильной овражной эрозии.

В эту группу входят четыре различных по площади района, в пределах которых большинство элементарных бассейнов имеет густоту овражной сети более $0,5 \text{ км/км}^2$:

- I - 1. Ульяновское Предволжье;
- I - 2. Чувашское Предволжье;
- I - 3. Правобережье Нижней Вятки;
- I - 4. Елабужское правобережье Камы.

Все эти районы сильно распаханы - в трех из них залесенность не превышает 10 % и только в Ульяновском Предволжье - 20 %. Повсеместно развиты мощные (до 15 - 20 м) плейфы лессовидных суглинков. Все районы тяготеют к крутым и высоким правобережьям крупных рек - Волги, Камы и Вятки, и отличаются большими глубинами расчленения и уклонами.

II. Районы сильной овражной эрозии.

Группа включает шесть районов с густотой овражной сети $0,25 - 0,5 \text{ км/км}^2$ (также расположенных в лесостепной и на юге лесной зон):

- II - 1. Сурская Шипка;
- II - 2. Предволжье Татарии и юг Чувашии;

- П - 3. Марийско-Чувашское Предволжье;
- П - 4. Западное Предкамье Татарии;
- П - 5. Чистопольское Закамье;
- П - 6. Удмуртско-Татарское Предкамье.

В этой группе сочетание главных факторов также благоприятствует сильной эрозии. Но все же некоторые из главных факторов выражены не так сильно, как в первой группе. Возвышенность Сурская Шипка, где лежат истоки Суры, Барыша, Свяги и Сызрана, имеет значительную залесенность. В Западном Предкамье и Предволжье Татарии некоторую роль в сложении рельефа играют известняки и доломиты казанского яруса, очень устойчивые к эрозии. Остальные три района характеризуются умеренной глубиной расчленения. Однако распаханность во всех районах, кроме Сурской Шипки, очень значительна. Повсеместно на пологих склонах развиты шлейфы лессовидных суглинков. Все это и определило сильное развитие эрозии в рассматриваемых районах.

Ш. Районы умеренной овражной эрозии.

Группа состоит из четырех районов, для которых характерны средние значения густоты овражной сети ($0,1 - 0,25 \text{ км/км}^2$):

- Ш - 1. Северо-восток Нижнего Закамья;
- Ш - 2. Бутульминская возвышенность;
- Ш - 3. Правобережье Средней Вятки;
- Ш - 4. Сарапульская возвышенность.

Во всех районах (кроме Ш - 1) преобладают средние значения распаханности и залесенности, глубоко расчлененный рельеф. По поводу сравнительно слабого овражного расчленения Бутульминской возвышенности, обладающей наибольшими абсолютными и относительными высотами и умеренной залесенностью, высказывались разные взгляды. Ф.С.Хабидулина (1950) главную причину видела в широком развитии структурных террас на склонах, приуроченных к пластам стойких пород - известняков, доломитов и песчаников. В.Н.Семёновский (1963) считал это парадоксальное явление (самый высокий рельеф и самая редкая сеть оврагов в Татарии) следствием сравнительно позднего земледельческого освоения этой возвышенности. Очевидно, все эти факторы имеют значение. К ним можно добавить значительную роль в сложении поверхности устойчивых к эрозии пород - нижнеказанских известняков и белбеёвских песчаников. Что касается Нижнего Закамья, то здесь влияние благоприятных для эрозии факторов -

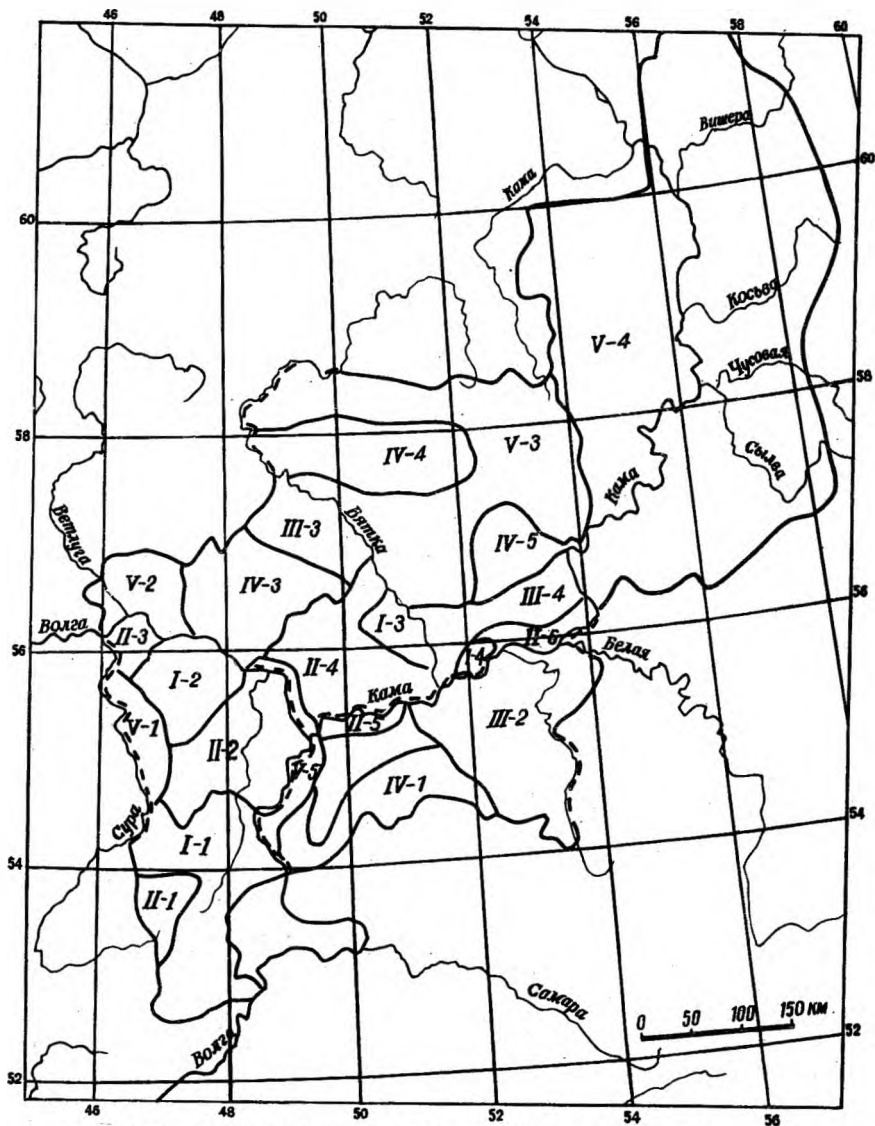


Рис. 5.1. Районирование востока Русской равнины по интенсивности овражной эрозии:

Районы овражной эрозии: I - очень сильной (I - Ульяновское Предволжье; 2 - Чувашское Предволжье; 3 - Правобережье Нижней Вятки; 4 - Елабужское правобережье Камы); II - сильной (I - Сурская Шиханка; 2 - Правобережье Татарии и юг Чувашии; 3 - Марийско-Чувашское Предволжье; 4 - Западное Предкамье Татарии; 5 - Чистопольское Закамье; 6 - Удмуртско-Татарское Предкамье); III - умеренной (I - Северо-восток Низкого Закамья; 2 - Бугульминская возвышенность; 3 - Правобережье Средней Вятки; 4 - Сарапульская возвышенность); IV - слабой (I - Черемшанское Заволжье; 2 - Левобережные террасы Волги; 3 - Юг Вятского Увала; 4 - Центр Вятского Увала; 5 - Средняя Удмуртия); V - очень слабой (I - Лесное Засурье; 2 - Марийское Полесье; 3 - Верхнекамская возвышенность; 4 - Пермское Предкамье и Закамье; 5 - Левобережные террасы Волги ниже устья Камы)

более сильной распаханности и легко размываемых суглинков и глин - компенсируется небольшой глубиной расчленения.

IV. Районы слабой овражной эрозии.

В группе пять районов с преобладающей густотой овражной сети от 0,025 до 0,1 км/км²:

IV - 1. Черемшанское Заволжье;

IV - 2. Левобережные террасы Волги;

IV - 3. Юг Вятского Увала;

IV - 4. Центр Вятского Увала;

IV - 5. Средняя Удмуртия.

Слабая овражная эрозия в этих различных по геолого-геоморфологическим условиям районах обусловлена значительной их залесенностью (более 50 %), сравнительно небольшим развитием суглинков в северных районах. Исключением является юг Вятского Увала, где большая плотность сельского населения, сильная распаханность и хорошо расчлененный возвышенный рельеф сочетается с широким распространением наиболее устойчивых к эрозии пород - известняков и песков.

V. Районы очень слабой овражной эрозии.

В эту группу входят четыре района, густота эрозионной сети в которых в среднем не превосходит 0,025 км/км². Более половины элементарных бассейнов этих районов вообще не имеют оврагов.

- У - 1. Лесное Засурье;
- У - 2. Марийское Полесье;
- У - 3. Верхнекамская возвышенность;
- У - 4. Пермское Прикамье и Закамье;
- У - 5. Левобережные террасы Волги ниже устья Камы.

По геолого-геоморфологическим условиям эти районы неодинаковы. Лесное Засурье и Марийское Полесье представляют собой неглубоко расчлененные равнины, сложенные аллювиальными, флювиогляциальными и эоловыми песками и до сих пор покрыты сосновыми и смешанными лесами. Два других района - возвышенности, сложены пермскими породами. Они сильно залесены, местами заболочены, овраги встречаются лишь кое-где на пахотных землях.

5.2. Соотношение зональных и азональных факторов развития овражной эрозии

Несмотря на отмеченную в предыдущем разделе большую пестроту густоты оврагов существующая овражная сеть зональна. Максимум ее приходится на лесостепь, минимум - на среднюю тайгу. Основным фактором зонального распределения оврагов является степень хозяйственной освоенности бассейнов, которая закономерно изменяется при переходе от одной природной зоны к другой. Усилению зональной дифференциации оврагов способствуют также различия в густоте речной сети и, вероятно, отдельные характеристики жидкого стока.

Достаточно уверенно можно выделить три зональные полосы с неодинаковой густотой оврагов.

Южная полоса протягивается примерно до линии: широтное течение Волги - г.Ижевск. Средняя густота оврагов составляет около $0,16 \text{ км/км}^2$, а средняя залесенность равна 20%. Северная граница полосы одновременно является рубежом более или менее единого ареала высокой плотности сельского населения (не ниже 25 чел/км^2 , часто более 50 чел/км^2).

Средняя полоса охватывает Марийскую АССР, центральные части Кировской области и Удмуртии, юг Пермской области. Средняя густота оврагов уменьшается по сравнению с южной полосой на порядок (около $0,01 \text{ км/км}^2$), что происходит на фоне резкого увеличения залесенности (в среднем она равна 55%) и снижения плотности сельского населения (в основном не более 25 чел/км^2).

Северная полоса имеет залесенность в среднем 73 % при плотности населения не выше 10 чел/км². Уменьшение овражности происходит еще на один порядок (до 0,001 км/км²).

В пределах каждой широтной полосы кроме различий в освоении бассейнов на густоте оврагов сильно проявляется влияние азональных факторов (состава пород и рельефа). Если антропогенный (или зонально-антропогенный) фактор управляет запуском механизма оврагообразования, то рельеф и состав пород корректируют скорость роста оврагов, их морфологию и другие особенности. О подобном соотношении зонально-антропогенных и азональных причин овражности наглядно свидетельствует следующее. В северных районах при заселенности около 60 - 70 % оврагообразование практически прекращается даже на пахотных землях. Возникновение здесь оврагов происходит только вдоль дорог, вблизи населенных пунктов и в других особо благоприятных условиях. В то же время, если человек создает предпосылки для зарождения оврагов, то эти эрозионные формы развиваются в условиях самого различного рельефа и самой разной литологии пород.

5.3. О северной границе овражной эрозии

Густота овражной сети закономерно убывает в северном направлении, что связано с уменьшением в этом направлении плотности населения и распаханности и увеличением залесенности. Овражная эрозия, как выше отмечалось, зональна в той степени, в какой зонален антропогенный фактор и обусловленная им современная залесенность.

Однако наблюдения показывают, что в северном направлении уменьшается густота оврагов и на пахотных землях. При одной и той же залесенности густота оврагов в северных районах значительно меньше, чем в южных (табл. 5.1).

Северная граница распространения оврагов на пахотных землях может быть проведена по субширотному отрезку долины р.Вятки в районе г.Кирова и затем на восток по нижнему и среднему течению р.Чепцы - левого притока р.Вятки - и далее в Пермском Прикамье по водоразделу Иньвы и Обвы.

Эта граница не является климатически обусловленной. Более того, овраги исчезают при движении на север несмотря на увеличение в этом направлении годового и особенно важного для развития

оврагов весеннего стока (раздел 3.5). Можно утверждать, что положение этой границы определяется главным образом геолого-геоморфологическими условиями.

Т а б л и ц а 5.1

Густота овражной сети (км/км²) в породах татарского яруса на севере (Пермская обл. и север Удмуртии) и юге (Предволжье) при одинаковых значениях залесенности и глубины расчленения

| Глубина расчленения | Залесенность, % | | | | | |
|---------------------|-----------------|------|---------|------|--------|------|
| | < 30 | | 30 - 70 | | > 70 | |
| | С | Ю | С | Ю | С | Ю |
| 25 - 50 | | | 0,00002 | | 0,0001 | |
| 50 - 100 | 0,0025 | 0,38 | 0,0013 | 0,19 | 0,0007 | 0,10 |
| 100 - 150 | 0,0014 | 0,39 | 0,0018 | 0,35 | 0,0004 | |
| 150 - 200 | | 0,54 | 0,0087 | 0,75 | 0,0002 | |
| В целом | 0,0022 | 0,40 | 0,0015 | 0,31 | 0,0005 | 0,10 |

Выше отмечалось, что в северном направлении значительно уменьшается степень развития и мощность наиболее легко размываемых пород - лессовидных делювиально-солифлюкционных суглинков (рис. 3.4). Вместе с делювиально-солифлюкционными склоновыми шлейфами постепенно исчезает и генетически связанная с ними инсоляционная асимметрия склонов речных долин (Дедков и др., 1977; Бу-таков, 1986). Крутые склоны долин на севере большая редкость, они сопровождают лишь реки Каму и Вятку, для которых свойственны односторонние смещения русел вправо. Весьма характерно, что сильное и умеренное овражное расчленение наиболее далеко на север проникает по правым крутым склонам долин Вятки и Камы (рис. 5.1). В целом же, на севере Вятско-Камского края господствуют пологие склоны, почти лишенные шлейфов суглинков. Исключением является Пермское Закамье, где в пермских известняках вновь появляются крутые склоны.

Большое значение имеет и то обстоятельство, что эти пологие лишённые суглинков склоны являются также слишком короткими для развития овражного пояса. В разделе 3.4 были приведены расчеты, показывающие неблагоприятные условия для развития оврагов на коротких склонах севера Вятско-Камского края вследствие недостаточной концентрации склонового стока.

Севернее указанной границы промоины и овраги образуются лишь в особых эпизодически возникающих условиях (дорожные колеи на склонах, экстремальные ливни и др.).

5.4. Фактор времени

Анализ материалов по востоку Русской равнины, проведенный в четвертой главе, а также весьма многочисленных литературных источников по другим регионам СССР, позволяет сделать однозначный вывод о существенной роли в развитии овражной эрозии фактора времени. Значение этого фактора было уже оценено С.С.Соболевым, когда он выделил хорошо сейчас известные четыре стадии в развитии эрозионных форм временных водотоков. Наши материалы позволяют уточнить и конкретизировать продолжительность разных этапов.

Получив первоначальный толчок для своего развития, эрозия на первых порах чаще всего развивается весьма стремительно, проходя стадию промоины и молодого оврага в течение одного или нескольких лет. Во время аномально интенсивного снеготаяния или ливней катастрофического характера эти стадии могут сократиться до нескольких дней или даже часов.

Статистическая обработка результатов стационарных наблюдений за ростом большого числа оврагов в различных районах востока Русской равнины (рис. 4.4; 4.5) позволила оценить продолжительность ускоренного линейного прироста вершин оврагов в 15 - 20 лет. Затем при стабильном положении всех факторов, влияющих на рост оврагов, происходит плавное и медленное затухание эрозионного процесса. На этом фоне могут наблюдаться новые вспышки эрозии, обусловленные или метеорологическими аномалиями, или вмешательством человека. Вспышки, связанные с экстремальными погодными условиями, могут дать значительный эффект. Однако они, как правило, кратковременны и быстро затухают. Активизация эрозии вследствие антропо-

погенного вмешательства может быть весьма продолжительной и существенно изменить весь естественный ход эрозии.

Общая продолжительность "жизни" оврагов на востоке Русской равнины в среднем составляет 100 - 150 лет, после чего они переходят в молодые балки с задернованными склонами и дном на всем протяжении формы от ее устья до вершины. Такие молодые балки довольно часто наблюдаются в районах давнего хозяйственного освоения. Они достаточно четко отличаются от древних, плейстоценовых балок большей крутизной склонов, трапецевидной формой поперечного профиля с хорошо выраженной бровкой, плоским дном.

5.5. Прикладные вопросы

Предпринятый нами анализ овражной расчлененности востока Русской равнины позволил выделить некоторые вопросы прикладного значения.

Районирование территории по густоте овражной сети позволяет выделить участки, где интенсивная овражная эрозия наносит особенно большой ущерб земледелию и некоторым другим видам деятельности человека - дорожному, водному хозяйствам, различного рода строительству и др. Районы очень сильной и сильной овражной эрозии, объединенные нами в группы I и 2, требуют более активного проведения противоэрозионных мероприятий.

Проведенный выше (глава 3) анализ факторов овражной эрозии показывает возможные пути регулирования этого процесса. Почти полностью овражная и почвенная эрозия могла бы быть прекращена восстановлением доагрикультурного ландшафта, что никогда не станет возможным по экономическим причинам.

Однако в систему эрозии, равновесие которой нарушено деятельностью человека, могут быть введены искусственные элементы регулирующего назначения. Эти элементы очень разнообразны, их общая цель - увеличение сопротивляемости почв эрозии, рассредоточение склонового поверхностного стока, перевод его возможно большей части в подземный сток. В целом система мер борьбы с эрозией включает три звена: агротехническое, фитомелиоративное, гидротехническое (Региональные системы..., 1972).

Среди этих звеньев на первое место, по нашему мнению, должна быть поставлена фитомелиорация, прежде всего, создание лесных по-

лос противоэрозионного назначения. Лесные полосы не только защищают почву от эрозии, наилучшим образом способствуя снегозадержанию и переводу поверхностного стока в подземный, но также сохраняют почвенную влагу и уменьшают дефляцию почв. При этом принципиальное значение приобретает вопрос о размещении лесных полос.

Прежде всего, лесные полосы в условиях расчлененного рельефа не должны быть прямолинейными. Иначе неизбежны участки, где полосы будут следовать уклону поверхности и превратятся из фактора рассеивания и поглощения склонового стока в фактор концентрации стока и усиления эрозии. Полосы должны следовать горизонталям, что соответствует принципам контурного земледелия.

Чем меньше расстояние между полосами, тем более надежный заслон будет поставлен эрозии. Но при этом больше сократятся и посевные площади. Поэтому важное значение приобретает определение оптимальных межполосных расстояний. Это может быть сделано с помощью расчетных методов Д.Л.Арманда (1961), которые, однако, из-за своей сложности не получили широкого распространения. Надежные данные для определения межполосных пространств могут быть получены на основе анализа поясной структуры бассейновой эрозии (Ермолаев, 1987). В таблице 5.2 приведены данные О.П.Ермолаева о средней ширине различных поясов эрозии на пахотных землях востока Русской равнины в зависимости от уклона поверхности и состава горных пород и почв.

Расстояние между лесными полосами следует взять равным ширине пояса отсутствия эрозии (капельно-дождевой деструкции). Но эта ширина очень невелика, особенно в глинисто-суглинистых почвах (табл. 5.2). С помощью противоэрозионной агротехники (распашка по горизонтали, снегозадержание и др.) оно может быть увеличено, но вряд ли намного. В таком случае к поясу отсутствия эрозии может быть добавлен полностью или частично пояс микроручейковой эрозии, отличающийся сравнительно небольшой эрозионной продуктивностью и полным отсутствием оврагов. Но межполосное пространство не должно включать пояс струйчатой эрозии, ибо в этом поясе очень сильной становится почвенная эрозия, и уже могут образовываться промоины.

Данные таблицы 5.2, конкретизированные для определенных регионов, могут быть использованы для определения расстояний между лесными полосами. Однако должна быть детально изучена зависимость ширины различных поясов эрозии от агротехнических и агрокультур -

Средняя ширина поясов эрозии (в м) в условиях различного состава пород и уклона поверхности на востоке Русской равнины

| Пояс эрозии | Состав пород, уклон, град. | | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------|--|-----------------|--|
| | глины, мергели, $\rho_2 t$ | глины Ж - К ₁ | мел, опоки, песча- ники, К ₂ - ф | пески, № - а | |
| | 0-0,5 | 0,5-1 | 1-2 | > 2 | 0-0,5 0,5-1 1-2 > 2 0-0,5 0,5-1 1-2 > 2 |
| Отсутствие эрозии (капельно-дожде- вой деэрозии) | 86 | 83 | 58 | - | 96 58 69 196 186 127 - 237 151 - - |
| Микроручейковой эрозии | 361 | 300 | 277 | 256 | 380 413 - 441 404 301 - 473 408 320 - |
| Струйчатой эрозии | 540 | 490 | 471 | 286 | - 804 666 511 227 321 330 421 238 329 232 |
| Отсутствие овраж- ной эрозии в це- лом | 987 | 873 | 806 | 566 | 476 1275 735 1148 817 749 330 1131 791 649 232 |

ных условий. Иными словами, фитомелиоративные мероприятия должны сочетаться с агротехническими.

При использовании данных о ширине различных поясов эрозии, приведенных в таблице 5.2, следует иметь в виду, что они относятся в основном к пологим нерасчлененным или слаборасчлененным склонам. Если же на склоне имеются понижения типа ложбин или ложбин, способствующие концентрации поверхностного стока, то ширина верхних эрозионных поясов и суммарного пояса отсутствия овражной эрозии в целом может значительно уменьшиться.

При разработке мер защиты почв от овражной эрозии необходимо учитывать стадию развития данного процесса. На начальной стадии мелкорытвинного и промоинного размыва достаточно часто ограничиться общими агротехническими, лесомелиоративными и гидромелиоративными мероприятиями, препятствующими дальнейшей концентрации стока как по уже возникшим микропонижениям склона, так и по тем, которые могут возникнуть вновь. Эти мероприятия должны охватывать весь склон от водораздела до бровки речной долины или балки. Они должны носить комплексный характер. При всем этом они не должны приводить к исключению данных земель из сельскохозяйственного оборота.

При активном вершинном росте оврагов к общим комплексным мероприятиям добавляются специальные, задача которых полностью исключить или существенно уменьшить приток талых снеговых или ливневых вод к вершине, резко усилить прочностные свойства пород, слагающих склон в вершине оврага. Чаще всего это различные гидротехнические сооружения (водоотводящие каналы и валы, вершинные и донные быстротоки и перепады в виде лотков, труб и др., плотины и водоемы в днище). При этом происходит изъятие из сельскохозяйственного использования части приовражных земель полностью или частично. Лесные и кустарниковые насаждения непосредственно у вершины и по бровке быстро растущего оврага часто не только мало эффективны, но и наоборот иногда усиливают размыв за счет повышенного снегозадержания.

На последней стадии развития оврага, когда процесс плавно затухает, вновь на первый план выдвигаются общие комплексные почвозащитные мероприятия на поверхности всего склона. Но необходимо продолжать работы по дальнейшей стабилизации склонов и вершины.

Хороший эффект здесь дает облесение и посадка кустарников по бровке, на склонах и днищу оврага, особенно устройство живых кустарниковых запруд поперек тальвега. Основная задача деятельности человека на этой стадии — не нарушить хрупкое равновесие, с трудом устанавливающееся в бассейне оврага.

ЛИТЕРАТУРА

А в е р ь я н о в а Г.А., П е т р о в Г.П. Плотность гидрографической сети Среднего Поволжья. Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. энергетики и водн. хоз-ва. Вып.2. Ч.2. Вопросы гидрологии. Казань, 1961.

Атроклиматический справочник по МАССР. Йошкар-Ола, 1961.

А р м а н д Д.Л. Развитие эрозийных процессов на Приволжской возвышенности // Сельскохозяйственная эрозия и новые методы ее изучения. М., 1958. С. 7 - 38.

А р м а н д Д.Л. Физико-географические основы проектирования сети полевых полос. М., 1961.

Б а с т р а к о в Г.В. Исследование противозерозионной устойчивости склонов. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1986.

Б о й к о Ф.Ф. Изменение лесистости Татарской АССР в результате воздействия человека // Проблемы отраслевой и комплексной географии. Казань, 1976. С. 179 - 184.

Б о й к о Ф.Ф., С а д ы к о в а Ф.А., С н е г и р е - в а Р.А. Оценка овражного расчленения и его факторов для территории Предкамья и Предволжья ТАССР // Количественный анализ экзогенного рельефообразования. Казань, 1987. С. 89 - 100.

Б у т а к о в Г.П. Плейстоценовый перигляциал на востоке Русской равнины. Казань, 1986.

Б у т а к о в Г.П., Б а б а н о в а Г.А., Д в и н с к и х А.П., Н а з а р о в Н.Н., Р ы с и н И.И. Анализ скоростей овражной эрозии в различных условиях востока Русской равнины // Количественный анализ экзогенного рельефообразования. Казань, 1987. С. 77 - 89.

Б у т а к о в Г.П., Д в и н с к и х А.П., Н а з а р о в Н.Н., Р ы с и н И.И. Современная овражная эрозия на востоке Русской равнины // Геоморфология, 1987. № 2. С. 43 - 47.

Б у т а к о в Г.П., Д е д к о в А.П. Аналитическое изучение крупнообломочного материала. Казань, 1971.

Б у т а к о в Г.П., К о р о т и н а Н.М. Статистический

анализ факторов эрозионного расчленения Ульяновского Предволжья // Экзогенные процессы в Среднем Поволжье. Казань, 1972. С: 47 - 61.

Б у т а к о в Г.П., Р ы с и н И.И. Территориальные особенности эрозии почв в Удмуртии // Теоретические основы противоэрозионных мероприятий. Одесса, 1979. С. 36 - 37.

Б у т а к о в Г.П., Ч и р к о в И.К. Земельные ресурсы Удмуртской АССР и их рациональное использование // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1982. С. 9 - 17.

Б у т ы р и н а К.Г., Н а з а р о в Н.Н. Опыт изучения овражной эрозии в юго-западной части Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1982. С. 64 - 72.

В а с и л ь е в а Д.П. Ландшафтная география Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1979.

В о л к о в Н.М. Принципы и методы картометрии. М.-Л., 1950.

Д а н и л о в М.Д. Растительность Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1956.

Д е д к о в А.П. Экзогенное рельефообразование в Казанско-Ульяновском Приволжье. Казань, 1970.

Д е д к о в А.П., М о з ж е р и н В.И. О роли зональных и азональных факторов в формировании стока взвешенных наносов малых рек // Проблемы рационального использования водных ресурсов малых рек. Казань, 1981. С. 63 - 65.

Д е д к о в А.П., М о з ж е р и н В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань, 1984.

Д е д к о в А.П., М о р о з о в В.А., П а н о в Д.Г. Физико-географические условия // Гидрогеология СССР. Т. XIII. Поволжье и Прикамье. М., 1970. С. 33 - 53.

Д у г л а в В.А. Развитие овражной эрозии в Западном Закамье Татарской АССР // Географический сборник, I. Казань, 1966. С. 43-45.

Е р м о л а е в О.П. Изучение структуры эрозии в речном бассейне // Количественный анализ экзогенного рельефообразования. Казань, 1987. С. 100 - 107.

И л л а р и о н о в А.Г., Р ы с и н И.И. К оценке факторов древней и современной овражной эрозии на территории Вятско-Камско-

го региона // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., 1987. С.77.

К о р о т и н а Н.М. Овражная эрозия и меры борьбы с ней// Природные условия Ульяновской области. Казань, 1978. С.126 – 135.

К о р о т и н а Н.М. Скорость роста оврагов в Ульяновском Поволжье // Геоморфология. 1981. № 4. С. 78 – 83.

К о р о т и н а Н.М. Интенсивность овражной эрозии в различных геологических условиях Ульяновского Предволжья // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., 1987. С. 74 – 75.

К о с о в Б.Ф., К о н с т а н т и н о в а Г.С. Комплексная карта овражности территории СССР // Геоморфология. 1973. № 3. С. 3 – 9.

К у з н и ц ы н М.А. О скорости роста оврагов на юге Кировской области. Уч. зап. Киров. пединститута. Вып.33. 1969. С.22-26.

К у з н и ц ы н М.А. О пределах распространения оврагов в лесной зоне. Труды Ярославск. пединститута. Вып.110. 1974. С.13-18.

Л и д о в В.П., С е т у н с к а я Л.Е. Эрозионное районирование центральной части Приволжской возвышенности // Сельскохозяйственная эрозия и новые методы ее изучения. М.,1958. С.153-161.

М а м а е в М.С. Эрозионно-геоморфологические районы Кировской области. Тр. Киров. с.-х. ин-та. Т.12. Вып.24. Киров, 1957. С.11 – 20.

Материалы по длинам малых рек Среднего Поволжья // Труды Казанского филиала АН СССР. Сер. энергетики и водного хоз-ва. Вып.2. 1959.

М и л ь к о в Н.Ф., К у з н е ц о в А.П. Факторы роста оврагов в условиях Сыртового Заволжья // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Куйбышев, 1986. С. 34 – 44.

М и р о н о в а Е.А., С е т у н с к а я Л.Е. Некоторые результаты изучения интенсивности роста оврагов на Приволжской возвышенности // Геоморфология. 1974. № 3. С. 74 – 82.

М и р о н о в а Е.А., С е т у н с к а я Л.Е. Методика и результаты многолетних наблюдений за развитием оврагов в Поволжье// Современные аспекты изучения эрозионных процессов. Новосибирск, 1980. С.215 – 220.

Н а з а р о в Н.Н. Развитие оврагов в юго-восточной части

Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1984. С. 70 - 78.

Назаров Н.Н. Экзогенные геологические процессы Пермского Урала и Предуралья // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1987 а. С. 91 - 103.

Назаров Н.Н. Овражная эрозия и ее прогноз с целью рационального использования земельных ресурсов // Изучение ресурсного потенциала территории. Ижевск, 1987 б. С. 118 - 126.

Назаров Н.Н., Лосев А.С. О соотношении средне - многолетних и среднегодовых скоростей роста оврагов // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., 1987. С. 170 - 171.

Петрова Р.С. Водные ресурсы Татарии и их использование для орошения. Казань, 1975.

Площади водосборных бассейнов и плотность речной сети малых рек Среднего Поволжья. Научн. тр. Казанского филиала АН СССР. Сер. энергетики и водного хозяйства. 1960.

Путилин А.Ф. Оврагообразование на юго-востоке Западной Сибири. Новосибирск, 1988.

Региональные системы противоэрозионных мероприятий. М., 1972.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. II. 1973. Т. 12. Вып. I. Л., 1971.

Рысин И.И. Закономерности развития оврагов на сельскохозяйственных землях Удмуртии // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., 1981. С. 230 - 231.

Рысин И.И. Почвенная и овражная эрозия на территории Удмуртской АССР. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1982.

Рысин И.И., Бутakov Г.П. О вертикальном расчленении рельефа Удмуртии // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1981. С. 90 - 95.

Рысин И.И., Дуглав В.А. Изучение эрозионных процессов по аэрофотоснимкам // Изучение ресурсного потенциала территории. Ижевск, 1987. С. 133 - 139.

Семеновский В.Н. Закономерности морфологии платформенного рельефа. Казань, 1963.

Сироткина М.М. Об эрозионных процессах и факторах оврагообразования в Чувашской АССР // Геоморфологический сборник. Казань, 1966. С. 45 - 53.

Скоморохов А.И. Скорость роста оврагов // Геоморфология, 1981. № 1. С. 97 - 103.

Смирнов В.Н. Почвы Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1953.

Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. Т.1. М.-Л., 1948.

Ступишин А.В., Дуглав В.А., Лаптева Н.Н. Географический анализ овражно-балочных систем в пределах Татарской АССР. Казань, 1980.

Хабидуллина Ф.С. Овражно-балочная расчлененность территории Татарии // Изв. Казанск. фил. АН СССР. Сер. геолог. Вып. 1. 1950. С. III - 120.

Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М., 1948.

Часовникова Э.А. Хозяйственная деятельность человека и природа // Природные условия Ульяновской области. Казань, 1978. С. 274 - 292.

Чистяков А.Р., Денисов А.К. Типы лесов Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1959.

Щеклеин С.Д. Эрозия почв и борьба с ней. Киров, 1963.

Щеклеин С.Д. Почвы // Природа Кировской области. Киров, 1967. С. 146 - 179.

Эрозионные процессы. М., 1984.

П р и л о ж е н и е I

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты оврагов
Предволжья

| Интервалы густоты км/км ² | Зап. Чувашии | | Вост. Чувашии | | Предволжье Татарии | | Север Улья- новского Предволжья | | Юг Ульянов- ского Пред- волжья | | Регион в целом | |
|--|--------------|-------|---------------|------|-----------------------|------|---------------------------------------|------|--------------------------------------|------|-------------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 50 | 22,6 | 22 | 5,4 | 0 | 0 | 7 | 2,2 | 4 | 2,0 | 83 | 6,0 |
| 0,01-0,05 | 74 | 33,5 | 104 | 25,5 | 8 | 3,5 | 9 | 2,8 | 0 | 0 | 195 | 14,1 |
| 0,05-0,10 | 2 | 0,90 | 0 | 0 | 4 | 1,7 | 5 | 1,6 | 9 | 4,7 | 20 | 1,5 |
| 0,10-0,25 | 38 | 17,2 | 136 | 33,3 | 59 | 25,5 | 40 | 12,4 | 24 | 12,2 | 297 | 21,5 |
| 0,25-0,50 | 38 | 17,2 | 82 | 20,1 | 111 | 48,1 | 85 | 26,4 | 53 | 26,0 | 369 | 26,8 |
| 0,50-0,75 | 9 | 4,1 | 48 | 11,8 | 33 | 14,3 | 77 | 23,9 | 45 | 22,8 | 212 | 15,4 |
| 0,75-1,00 | 7 | 3,2 | 10 | 2,5 | 7 | 3,0 | 47 | 14,6 | 40 | 20,3 | 111 | 8,0 |
| 1,00-1,50 | 3 | 1,3 | 4 | 0,9 | 9 | 3,9 | 41 | 12,7 | 17 | 8,6 | 74 | 5,4 |
| 1,50-2,00 | | | 2 | 0,5 | | | 7 | 2,2 | 4 | 2,0 | 13 | 0,9 |
| Более 2,0 | | | | | | | 4 | 1,2 | 1 | 0,5 | 5 | 0,4 |
| Всего | 221 | 100,0 | 408 | 100 | 231 | 100 | 322 | 100 | 197 | 100 | 1379 | 100 |

П р и л о ж е н и е I (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты овражной сети
Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Ульяновское Заволжье | | Западное За- камье Татарии | | Зай-Шемшинское Закамье | | Ижское Закамье | | Весь регион | |
|---|-------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|-------------------|------|-------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 31 | 38,3 | 59 | 18,2 | 2 | 0,7 | 8 | 2,8 | 100 | 10,1 |
| 0,01 - 0,05 | 7 | 8,6 | 149 | 45,8 | 78 | 26,1 | 96 | 33,0 | 330 | 33,2 |
| 0,05 - 0,10 | 11 | 13,6 | 35 | 10,8 | 84 | 28,2 | 67 | 23,0 | 197 | 19,8 |
| 0,10 - 0,25 | 15 | 18,5 | 48 | 14,8 | 95 | 31,9 | 90 | 30,9 | 248 | 24,9 |
| 0,25 - 0,50 | 11 | 13,6 | 25 | 7,7 | 31 | 10,4 | 25 | 8,6 | 92 | 9,2 |
| 0,50 - 0,75 | 5 | 6,2 | 7 | 2,1 | 2 | 0,7 | 5 | 1,7 | 19 | 1,9 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 2 | 0,6 | 4 | 1,3 | 0 | 0 | 6 | 0,6 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,7 | 0 | 0 | 2 | 0,2 |
| 1,50 - 2,00 | 1 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,1 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | 81 | 100 | 325 | 100 | 298 | 100 | 291 | 100 | 995 | 100 |

П р и л о ж е н и е I (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты оврагов Волго-Вятского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад МАСР | | Восток МАСР | | Запад Предка-мья ТАСР | | Кировское пра-вобережье Вятки | | Весь регион | |
|---------------------------------------|------------|------|-------------|------|-----------------------|------|-------------------------------|------|-------------|------|
| | кол.-во | % | кол.-во | % | кол.-во | % | кол.-во | % | кол.-во | % |
| 0,00 | 137 | 59,6 | 27 | 10,9 | 8 | 1,8 | 7 | 5,3 | 179 | 17,0 |
| 0,01 - 0,05 | 74 | 32,2 | 133 | 53,9 | 17 | 3,9 | 33 | 23,7 | 257 | 24,5 |
| 0,05 - 0,10 | 14 | 6,1 | 49 | 19,8 | 34 | 7,8 | 20 | 14,3 | 117 | 11,1 |
| 0,10 - 0,25 | 3 | 1,3 | 34 | 13,8 | 123 | 28,3 | 24 | 17,0 | 185 | 17,6 |
| 0,25 - 0,50 | 2 | 0,8 | 4 | 1,6 | 162 | 37,3 | 35 | 25,1 | 203 | 19,3 |
| 0,50 - 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 10,8 | 15 | 10,7 | 62 | 5,9 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 6,9 | 2 | 1,5 | 32 | 3,1 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 2,0 | 2 | 1,5 | 11 | 1,1 |
| 1,50 - 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,6 | 0 | 0 | 2 | 0,2 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,6 | 1 | 0,9 | 3 | 0,2 |

П р и л о ж е н и е I (продолжение)

Распределение площадей по интервалам густоты сраженной сети отдельных районов
Вятско-Камского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Восточн. Предкамье Татария | | Левобере- жье Вятки | | Южная Удмуртия | | Средняя Удмуртия | | Северная Удмуртия | | Южное Пер- мское При- камье | | Северное Пермское Прикамье | | Весь Регион | |
|---|----------------------------------|------|------------------------|------|-------------------|------|---------------------|------|----------------------|------|-----------------------------------|------|----------------------------------|------|-----------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 151 | 4,1 | 13667 | 53,1 | 3427 | 24,7 | 9986 | 72,8 | 12431 | 95,4 | 17686 | 89,6 | 19588 | 95,7 | 76936 | 69,8 |
| 0,01-0,05 | 324 | 8,9 | 8712 | 33,8 | 7816 | 56,2 | 3330 | 24,3 | 580 | 4,5 | 1971 | 10,0 | 871 | 4,3 | 23604 | 21,4 |
| 0,05-0,10 | 204 | 5,6 | 1663 | 6,5 | 1047 | 7,5 | 280 | 2,0 | 13 | 0,1 | 69 | 0,6 | | | 3276 | 3,0 |
| 0,10-0,25 | 830 | 22,8 | 1312 | 5,1 | 626 | 4,5 | 105 | 0,8 | | | | | | | 2873 | 2,6 |
| 0,25-0,50 | 1016 | 27,9 | 305 | 1,2 | 460 | 3,3 | | | | | | | | | 1781 | 1,6 |
| 0,50-0,75 | 819 | 22,5 | 90 | 0,3 | 356 | 2,6 | 20 | 0,1 | | | | | | | 1285 | 1,2 |
| 0,75-1,00 | 72 | 2,0 | | | 125 | 0,9 | | | | | | | | | 197 | 0,2 |
| 1,00-1,50 | 165 | 4,5 | | | 44 | 0,3 | | | | | | | | | 209 | 0,2 |
| 1,50-2,00 | 17 | 0,5 | | | | | | | | | | | | | 17 | 0,0 |
| Более 2,0 | 44 | 1,2 | | | | | | | | | | | | | 44 | 0,0 |
| Всего | 3,6 | 100 | 25,8 | 100 | 13,9 | 100 | 13,7 | 100 | 13,0 | 100 | 19,7 | 100 | 20,5 | 100 | 110,2 | 100 |

тыс. км²

П р и л о ж е н и е I (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты овражной сети отдельных районов Пермского Закамья

| Интервал густоты, км/км ² | Южное Пермское Закамье | | Северное Пермское Закамье | | Весь регион | |
|---|---------------------------|-------|------------------------------|-------|-------------|-------|
| | КОЛ-ВО | % | КОЛ-ВО | % | КОЛ-ВО | % |
| | 0,00 | 404 | 87,1 | 300 | 89,8 | 704 |
| 0,01 - 0,05 | 55 | 11,9 | 34 | 10,2 | 89 | 11,3 |
| 0,05 - 0,10 | 2 | 0,4 | | | 2 | 0,2 |
| 0,10 - 0,25 | 2 | 0,4 | | | 2 | 0,2 |
| 0,25 - 0,50 | 1 | 0,2 | | | 1 | 0,1 |
| Всего | 464 | 100,0 | 334 | 100,0 | 798 | 100,0 |

Распределение площадей бассейнов по интервалам густоты оврагов Предволжья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад Чувашии | | Восток Чувашии | | Предволжье Тетарии | | Север Ульяновского Предволжья | | Юг Ульяновского Предволжья | | Регион в целом | |
|---------------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|--------------------|------------|-------------------------------|------------|----------------------------|------------|-----------------|------------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 1343 | 22,1 | 504 | 5,1 | 274 | 2,0 | 89 | 1,0 | 2210 | 4,7 | | |
| 0,01 - 0,05 | 2223 | 36,8 | 2444 | 24,5 | 262 | 2,9 | 405 | 3,0 | 5334 | 11,3 | | |
| 0,05 - 0,10 | 51 | 0,8 | | | 99 | 1,1 | 215 | 1,6 | 252 | 2,8 | 617 | 1,3 |
| 0,10 - 0,25 | 899 | 14,8 | 3271 | 32,8 | 2479 | 27,8 | 1910 | 14,1 | 974 | 11,0 | 9533 | 20,1 |
| 0,25 - 0,50 | 1009 | 16,6 | 1852 | 18,6 | 4276 | 48,0 | 3595 | 26,6 | 2238 | 25,2 | 12970 | 27,4 |
| 0,50 - 0,75 | 266 | 4,4 | 1532 | 15,4 | 1288 | 14,5 | 3388 | 25,0 | 1859 | 21,0 | 8333 | 17,6 |
| 0,75 - 1,00 | 142 | 2,3 | 204 | 2,0 | 152 | 1,7 | 1729 | 12,8 | 2309 | 26,0 | 4536 | 9,6 |
| 1,00 - 1,50 | 131 | 2,2 | 107 | 1,1 | 362 | 4,00 | 1612 | 11,9 | 778 | 8,8 | 2380 | 6,3 |
| 1,50 - 2,00 | | | 54 | 0,5 | | | 265 | 1,9 | 237 | 2,7 | 556 | 1,2 |
| Более 2,00 | | | | | | | 144 | 1,1 | 130 | 1,5 | 274 | 0,5 |
| Всего | 6,1 | 100 | 9,9 | 100 | 8,9 | 100 | 13,5 | 100 | 8,9 | 100 | 47,3 | 100 |

тыс. км²

Приложение 2 (продолжение)

Распределение площадей по интервалам густоты овражной сети Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Ульяновское Заволжье | | Западное Закамье Татарии | | Зай-Пешминское Закамье | | Ижское Закамье | | Весь регион | |
|---------------------------------------|----------------------|------|--------------------------|------|------------------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 2271 | 40,2 | 2389 | 18,7 | 65 | 0,6 | 173 | 1,6 | 4898 | 12,5 |
| 0,01 - 0,05 | 683 | 12,1 | 5704 | 44,6 | 2551 | 25,3 | 3545 | 33,0 | 12483 | 31,8 |
| 0,05 - 0,10 | 749 | 13,3 | 1421 | 11,1 | 3224 | 32,0 | 3028 | 28,2 | 8422 | 21,5 |
| 0,10 - 0,25 | 848 | 15,0 | 1979 | 15,4 | 2986 | 29,7 | 3203 | 29,8 | 9016 | 23,0 |
| 0,25 - 0,50 | 853 | 15,1 | 997 | 7,8 | 1088 | 10,8 | 693 | 6,4 | 3631 | 9,2 |
| 0,50 - 0,75 | 211 | 3,8 | 254 | 2,0 | 36 | 0,4 | 102 | 1,0 | 603 | 1,5 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 50 | 0,4 | 87 | 0,9 | 0 | 0 | 137 | 0,3 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0,3 | 0 | 0 | 27 | 0,1 |
| 1,50 - 2,00 | 29 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0,1 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего, тыс. км ² | 5,64 | 100 | 12,8 | 100 | 10,1 | 100 | 10,7 | 100 | 39,2 | 100 |

Приложение 2 (продолжение)

Распределение площадей бассейнов по интервалам густоты оврагов отдельных районов Волго-Вятского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад МАСР | | Восток МАСР | | Запад Предкамья ТАСР | | Кировское правобережье Вятки | | Весь регион | |
|---------------------------------------|-----------------|------|-----------------|------|----------------------|------|------------------------------|------|-----------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 6292 | 57,4 | 1191 | 10,6 | 182 | 1,1 | 312 | 5,0 | 7977 | 17,6 |
| 0,01 - 0,05 | 3878 | 35,3 | 6031 | 53,9 | 1022 | 6,1 | 1491 | 23,9 | 12422 | 27,4 |
| 0,05 - 0,10 | 645 | 5,9 | 2168 | 19,4 | 1494 | 8,8 | 835 | 13,4 | 5142 | 11,3 |
| 0,10 - 0,25 | 104 | 0,9 | 1647 | 14,7 | 4909 | 29,0 | 1213 | 19,4 | 7873 | 17,4 |
| 0,25 - 0,50 | 51 | 0,5 | 152 | 1,3 | 6311 | 37,3 | 1501 | 24,0 | 8015 | 17,7 |
| 0,50 - 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1688 | 10,0 | 681 | 10,9 | 2369 | 5,2 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 890 | 5,3 | 140 | 2,2 | 1030 | 2,3 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 287 | 1,7 | 76 | 1,2 | 363 | 0,8 |
| 1,50 - 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 0,4 | 0 | 0 | 74 | 0,2 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56 | 0,3 | 0 | 0 | 56 | 0,1 |
| Всего, тыс. км ² | 11,0 | 100 | 11,2 | 100 | 16,9 | 100 | 6,3 | 100 | 45,4 | 100 |

П р и л о ж е н и е 2 (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты овражной сети отдельных районов Вятско-Камского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Восточное Предкамье Татари | | Левобережье Вятки | | Южная Удмуртия | | Средняя Удмуртия | | Северная Удмуртия | | Южное Предкамье | | Северное Предкамье | | Весь регион | |
|---------------------------------------|----------------------------|------|-------------------|------|----------------|------|------------------|------|-------------------|------|-----------------|------|--------------------|------|-------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 6 | 6,4 | 230 | 54,6 | 104 | 27,2 | 282 | 70,5 | 396 | 96,6 | 278 | 90,0 | 341 | 96,3 | 1637 | 69,0 |
| 0,01 - 0,05 | 9 | 9,6 | 143 | 33,9 | 205 | 53,5 | 102 | 25,5 | 13 | 3,2 | 30 | 9,7 | 13 | 3,7 | 515 | 21,7 |
| 0,05 - 0,10 | 8 | 8,5 | 27 | 6,4 | 28 | 7,3 | 11 | 2,8 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | | | 76 | 3,2 |
| 0,10 - 0,25 | 19 | 20,2 | 17 | 4,0 | 18 | 4,7 | 4 | 1,0 | | | | | | | 58 | 2,4 |
| 0,25 - 0,50 | 27 | 28,7 | 4 | 0,9 | 13 | 3,4 | | | | | | | | | 44 | 1,9 |
| 0,50 - 0,75 | 16 | 17,0 | 1 | 0,2 | 8 | 2,1 | 1 | 0,2 | | | | | | | 26 | 1,1 |
| 0,75 - 1,00 | 3 | 3,2 | | | 5 | 1,3 | | | | | | | | | 8 | 0,3 |
| 1,00 - 1,50 | 3 | 3,2 | | | 2 | 0,5 | | | | | | | | | 5 | 0,2 |
| 1,50 - 2,00 | 1 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,1 |
| Более 2,00 | 2 | 2,1 | | | | | | | | | | | | | 2 | 0,1 |
| Всего | 94 | 100 | 422 | 100 | 383 | 100 | 400 | 100 | 410 | 100 | 309 | 100 | 354 | 100 | 2372 | 100 |

Приложение 2 (продолжение)

Распределение площадей по интервалам густоты оврагов отдельных районов Пермского Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Южное Пермское Закамье | | Северное Пермское Закамье | | Весь регион | |
|---------------------------------------|------------------------|------------|---------------------------|------------|----------------------|------------|
| | тыс. км ² | % | тыс. км ² | % | тыс. км ² | % |
| 0,00 | 23,0 | 87,2 | 21,5 | 90,5 | 44,5 | 88,8 |
| 0,01 - 0,05 | 3,2 | 12,0 | 2,2 | 9,5 | 5,4 | 10,8 |
| 0,05 - 0,10 | 0,05 | 0,2 | | | 0,05 | 0,1 |
| 0,10 - 0,25 | 0,1 | 0,4 | | | 0,1 | 0,2 |
| 0,25 - 0,50 | 0,05 | 0,2 | | | 0,05 | 0,1 |
| Всего | 26,4 | 100 | 23,7 | 100 | 50,1 | 100 |

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты балок Предволжья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад чувашки | | Восток чувашки | | Предволжье татарии | | Север Ульяновского Предволжья | | Юг Ульяновского Предволжья | | Весь регион | |
|---------------------------------------|---------------|------|----------------|------|--------------------|------|-------------------------------|------|----------------------------|------|-------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 2 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,0 | 6 | 0,4 |
| 0,01 - 0,05 | 3 | 1,4 | 0 | 0 | 10 | 4,3 | 1 | 0,3 | 1 | 0,5 | 15 | 1,1 |
| 0,05 - 0,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 5,6 | 5 | 1,6 | 2 | 1,0 | 20 | 1,5 |
| 0,10 - 0,25 | 13 | 5,9 | 8 | 2,0 | 52 | 22,5 | 17 | 5,3 | 46 | 23,5 | 136 | 9,9 |
| 0,25 - 0,50 | 18 | 8,1 | 35 | 8,6 | 67 | 29,1 | 117 | 36,3 | 108 | 54,8 | 345 | 25,0 |
| 0,50 - 0,75 | 27 | 12,2 | 92 | 22,5 | 44 | 19,0 | 108 | 33,5 | 28 | 14,2 | 299 | 21,7 |
| 0,75 - 1,00 | 21 | 9,5 | 67 | 16,4 | 28 | 12,1 | 46 | 14,3 | 5 | 2,5 | 167 | 12,1 |
| 1,00 - 1,50 | 42 | 19,0 | 112 | 27,5 | 15 | 6,5 | 24 | 7,5 | 3 | 1,5 | 196 | 14,2 |
| 1,50 - 2,00 | 50 | 22,6 | 60 | 14,7 | 2 | 0,9 | 4 | 1,2 | | | 116 | 8,4 |
| 2,00 - 3,00 | 45 | 20,4 | 34 | 8,3 | | | | | | | 79 | 5,7 |
| 3,00 - 4,00 | | | | | | | | | | | | |
| Более 4,00 | | | | | | | | | | | | |
| Всего | 221 | 100 | 408 | 100 | 231 | 100 | 322 | 100 | 197 | 100 | 1379 | 100 |

П р и л о ж е н и е 3 (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты балочной
сети Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Ульяновское Заволжье | | Западное За- камье Татарии | | Зай-Шемшинское Закамье | | Ижское Закамье | | Весь регион | |
|---|-------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|-------------------|------|----------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 7 | 8,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,7 | 9 | 0,9 |
| 0,01 - 0,05 | 10 | 12,4 | 1 | 0,3 | 0 | 0 | 2 | 0,7 | 13 | 1,3 |
| 0,05 - 0,10 | 12 | 14,8 | 3 | 0,9 | 3 | 1,0 | 6 | 2,1 | 24 | 2,4 |
| 0,10 - 0,25 | 26 | 32,1 | 22 | 6,8 | 20 | 6,7 | 32 | 11,0 | 100 | 10,1 |
| 0,25 - 0,50 | 20 | 24,7 | 97 | 29,9 | 89 | 29,9 | 106 | 36,4 | 312 | 31,4 |
| 0,50 - 0,75 | 4 | 4,9 | 106 | 32,6 | 86 | 28,9 | 83 | 28,5 | 279 | 28,0 |
| 0,75 - 1,00 | 2 | 2,5 | 70 | 21,5 | 55 | 18,4 | 39 | 13,4 | 166 | 16,7 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 21 | 6,5 | 33 | 11,1 | 17 | 5,8 | 71 | 7,1 |
| 1,50 - 2,00 | 0 | 0 | 4 | 1,2 | 9 | 3,0 | 4 | 1,4 | 17 | 1,7 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 3 | 1,0 | 0 | 0 | 4 | 0,4 |
| Всего | 81 | 100 | 325 | 100 | 298 | 100 | 291 | 100 | 995 | 100 |

П р и л о ж е н и е 3 (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты балок
Волго-Вятского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад МАСР | | Восток МАСР | | Запад Предка- мья ТАССР | | Кировское Пра- вобережье Вятки | | Весь регион | |
|---|---------------|------|----------------|------|----------------------------|------|--------------------------------------|------|----------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 122 | 53,0 | 15 | 6,1 | 1 | 0,3 | 0 | 0 | 138 | 13,1 |
| 0,01 - 0,05 | 41 | 17,9 | 22 | 8,9 | 4 | 0,9 | 0 | 0 | 67 | 6,4 |
| 0,05 - 0,10 | 22 | 9,6 | 22 | 8,9 | 3 | 0,7 | 2 | 1,4 | 49 | 4,7 |
| 0,10 - 0,25 | 25 | 10,9 | 62 | 25,1 | 24 | 5,5 | 13 | 9,3 | 124 | 11,8 |
| 0,25 - 0,50 | 15 | 6,5 | 67 | 27,1 | 90 | 20,8 | 16 | 11,4 | 188 | 17,9 |
| 0,50 - 0,75 | 2 | 2,3 | 36 | 14,6 | 119 | 27,4 | 31 | 22,1 | 188 | 17,9 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 13 | 5,3 | 96 | 22,1 | 33 | 23,6 | 142 | 13,5 |
| 1,00 - 1,50 | 1 | 0,4 | 7 | 2,8 | 76 | 17,5 | 32 | 22,9 | 117 | 11,1 |
| 1,50 - 2,00 | 1 | 0,4 | 3 | 1,2 | 17 | 3,9 | 11 | 7,9 | 32 | 3,0 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0,3 | 2 | 1,4 | 6 | 0,6 |

П р и л о ж е н и е 3 (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам густоты балок отдельных районов Вятско-Камского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Восточное Предкамье Татерий | | Левобережье Вятки | | Южная Удмуртия | | Средняя Удмуртия | | Северная Удмуртия | | Южное Пермское Прикамье | | Северное Пермское Прикамье | | Весь регион | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------|-------------------|------|----------------|------|------------------|------|-------------------|------|-------------------------|------|----------------------------|------|-------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| | во | | во | | во | | во | | во | | во | | во | | во | |
| 0,00 | 6 | 6,4 | 17 | 4,0 | 2 | 0,5 | 19 | 4,8 | 1 | 0,2 | | | | | 45 | 1,9 |
| 0,01 - 0,05 | 2 | 2,1 | 15 | 3,6 | 24 | 6,3 | 77 | 19,2 | | | | | | | 118 | 5,0 |
| 0,05 - 0,10 | 8 | 8,5 | 20 | 4,7 | 14 | 3,7 | 46 | 11,5 | 10 | 2,4 | | | 2 | 0,6 | 100 | 4,2 |
| 0,10 - 0,25 | 19 | 20,2 | 96 | 22,8 | 79 | 20,6 | 92 | 23,0 | 53 | 12,9 | | | 20 | 5,6 | 359 | 15,1 |
| 0,25 - 0,50 | 17 | 18,1 | 82 | 19,4 | 137 | 35,8 | 94 | 23,5 | 108 | 26,4 | | | 13 | 3,7 | 451 | 19,1 |
| 0,50 - 0,75 | 19 | 20,2 | 86 | 20,3 | 39 | 10,2 | 38 | 9,5 | 42 | 10,3 | 19 | 6,1 | 163 | 46,1 | 406 | 17,2 |
| 0,75 - 1,00 | 13 | 13,8 | 49 | 11,6 | 49 | 12,8 | 26 | 6,5 | 55 | 13,4 | 1 | 0,3 | 16 | 4,5 | 209 | 8,8 |
| 1,00 - 1,50 | 9 | 9,6 | 33 | 7,8 | 31 | 8,1 | 7 | 1,8 | 59 | 14,4 | 43 | 13,9 | 44 | 12,4 | 226 | 9,5 |
| 1,50 - 2,00 | | | 23 | 5,5 | 4 | 1,0 | | | 42 | 10,3 | 100 | 32,4 | | | 167 | 7,0 |
| 2,00 - 3,00 | 1 | 1,1 | 1 | 0,3 | 4 | 1,0 | 1 | 0,2 | 35 | 8,5 | 116 | 37,5 | 79 | 22,3 | 237 | 10,0 |
| 3,00 - 4,00 | | | | | | | 5 | 1,2 | | | 29 | 9,4 | 17 | 4,8 | 51 | 2,2 |
| Более 4,00 | | | | | | | | | | | 1 | 0,3 | | | 1 | 0,0 |
| Всего | 94 | 100 | 422 | 100 | 383 | 100 | 400 | 100 | 410 | 100 | 309 | 100 | 354 | 100 | 2372 | 100 |

Приложение 3 (продолжение)

Распределение числа бассейнов по интервалам и основные статистические характеристики густоты балочной сети отдельных районов Пермского Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Южное Пермское Закамье | | Северное Пермское Закамье | | Весь регион | |
|--|---------------------------|------|------------------------------|------|-------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| 0,00 | 4 | 0,9 | | | 4 | 0,5 |
| 0,01 - 0,05 | 13 | 2,8 | | | 13 | 1,6 |
| 0,05 - 0,10 | 6 | 1,3 | | | 6 | 0,8 |
| 0,10 - 0,25 | 1 | 0,2 | | | 1 | 0,1 |
| 0,25 - 0,50 | 1 | 0,2 | | | 1 | 0,1 |
| 0,50 - 0,75 | 75 | 16,2 | 29 | 8,7 | 104 | 13,0 |
| 0,75 - 1,00 | 2 | 0,4 | 34 | 10,2 | 36 | 4,5 |
| 1,00 - 1,50 | 47 | 10,1 | 45 | 13,5 | 92 | 11,5 |
| 1,50 - 2,00 | 22 | 4,7 | 10 | 3,0 | 32 | 4,1 |
| 2,00 - 3,00 | 283 | 61,1 | 216 | 64,6 | 449 | 62,5 |
| 3,00 - 4,00 | 7 | 1,5 | | | 7 | 0,9 |
| Более 4,0 | 3 | 0,6 | | | 3 | 0,4 |
| Всего | 464 | 100 | 334 | 100 | 798 | 100 |

Распределение площадей бассейнов по интервалам густоты оалок
Предволжья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад Чуваши | | Восток Чуваши | | Предволжье Татарии | | Север Ульяновского Предволжья | | Ит. Ульянов- ского Пред- волжья | | Регион в целом | |
|---|-----------------|------|------------------|------|-----------------------|------|-------------------------------------|------|---------------------------------------|------|----------------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 167 | 2,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 0,6 | 218 | 0,5 |
| 0,01 - 0,05 | 82 | 1,4 | 0 | 0 | 339 | 3,8 | 21 | 0,2 | 34 | 0,4 | 476 | 1,0 |
| 0,05 - 0,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 521 | 5,8 | 237 | 1,7 | 72 | 0,8 | 830 | 1,8 |
| 0,10 - 0,25 | 403 | 6,6 | 262 | 2,6 | 2355 | 26,4 | 680 | 5,0 | 1730 | 19,5 | 5430 | 11,5 |
| 0,25 - 0,50 | 708 | 11,7 | 946 | 9,5 | 2470 | 27,8 | 4679 | 34,6 | 5355 | 60,4 | 14158 | 29,9 |
| 0,50 - 0,75 | 761 | 12,5 | 1976 | 19,8 | 1808 | 20,3 | 4899 | 36,2 | 1305 | 14,7 | 10749 | 22,7 |
| 0,75 - 1,00 | 591 | 9,7 | 1994 | 20,0 | 858 | 9,6 | 2020 | 14,9 | 199 | 2,2 | 5662 | 11,9 |
| 1,00 - 1,50 | 1222 | 20,2 | 2538 | 25,5 | 504 | 5,7 | 859 | 6,3 | 120 | 1,4 | 5243 | 11,1 |
| 1,50 - 2,00 | 1182 | 19,5 | 1455 | 14,6 | 53 | 0,6 | 142 | 1,1 | | | 2832 | 5,9 |
| 2,00 - 3,00 | 948 | 15,6 | 797 | 8,0 | | | | | | | 1745 | 3,7 |
| Всего | 6064 | 100 | 9968 | 100 | 8908 | 100 | 13537 | 100 | 8866 | 100 | 47343 | 100 |

Приложение 4 (продолжение)

Распределение площадей по интервалам густоты бальничной сети Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Ульяновское Заволжье | | Западное Закамье Татария | | Зей-Шеншинское Закамье | | Ижское Закамье | | Весь регион | |
|---------------------------------------|----------------------|------------|--------------------------|------------|------------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 405 | 7,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 0,6 | 469 | 1,2 |
| 0,01 - 0,05 | 1000 | 17,7 | 59 | 0,5 | 0 | 0 | 62 | 0,6 | 1121 | 2,9 |
| 0,05 - 0,10 | 757 | 13,4 | 148 | 1,1 | 304 | 3,0 | 210 | 2,0 | 1419 | 3,6 |
| 0,10 - 0,25 | 1985 | 35,2 | 920 | 7,2 | 768 | 7,6 | 1541 | 14,3 | 5214 | 13,3 |
| 0,25 - 0,50 | 1225 | 21,7 | 4335 | 33,9 | 3338 | 33,2 | 4216 | 39,2 | 13114 | 33,4 |
| 0,50 - 0,75 | 205 | 3,6 | 4095 | 32,0 | 2676 | 26,6 | 3033 | 28,2 | 10009 | 25,5 |
| 0,75 - 1,00 | 67 | 1,2 | 2521 | 19,7 | 1863 | 18,5 | 1104 | 10,3 | 5555 | 14,1 |
| 1,00 - 1,50 | 0 | 0 | 583 | 4,6 | 931 | 9,2 | 461 | 4,3 | 1975 | 5,0 |
| 1,50 - 2,00 | 0 | 0 | 106 | 0,8 | 138 | 1,4 | 53 | 0,5 | 297 | 0,8 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 27 | 0,2 | 46 | 0,5 | 0 | 0 | 73 | 0,2 |
| Всего, тыс. км² | 5,64 | 100 | 12,8 | 100 | 10,1 | 100 | 10,7 | 100 | 39,2 | 100 |

П р и л о ж е н и е 4 (продолжение)

Распределение площадей по интервалам густоты балок отдельных районов
Вятско-Камского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Восточное Предкамье Татарии | | Левобере- жье Вятки | | Камная Удмуртия | | Средняя Удмуртия | | Северная Удмуртия | | Южное Пермское Прикамье | | Северное Пермское Прикамье | | Весь регион | |
|---|-----------------------------------|------|------------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|----------------------|------|-------------------------------|------|----------------------------------|------|-----------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 145 | 4,0 | 924 | 3,6 | 96 | 0,7 | 795 | 5,8 | 38 | 0,3 | | | | | 1998 | 1,8 |
| 0,01-0,05 | 35 | 0,9 | 1050 | 4,1 | 797 | 5,7 | 3031 | 22,1 | | | | | | | 4913 | 4,5 |
| 0,05-0,10 | 359 | 9,9 | 1382 | 5,4 | 431 | 3,1 | 1665 | 12,1 | 412 | 3,2 | | | 34 | 0,2 | 4283 | 3,9 |
| 0,10-0,25 | 722 | 19,8 | 6022 | 23,4 | 3145 | 22,6 | 3186 | 23,2 | 1838 | 14,1 | | | 577 | 2,8 | 15490 | 14,1 |
| 0,25-0,50 | 681 | 18,7 | 4699 | 18,2 | 4930 | 35,5 | 2869 | 21,1 | 3459 | 26,5 | | | 287 | 1,4 | 16975 | 15,4 |
| 0,50-0,75 | 913 | 25,1 | 5050 | 19,6 | 1368 | 10,0 | 1193 | 8,7 | 1250 | 9,6 | 1307 | 6,6 | 10633 | 52,0 | 21734 | 19,7 |
| 0,75-1,00 | 458 | 12,6 | 2902 | 11,3 | 1829 | 13,2 | 775 | 5,6 | 1601 | 12,3 | 85 | 0,4 | 670 | 3,3 | 8320 | 7,5 |
| 1,00-1,50 | 315 | 8,6 | 1981 | 7,7 | 1022 | 7,4 | 167 | 1,2 | 1858 | 14,3 | 3003 | 15,3 | 2709 | 13,2 | 11055 | 10,0 |
| 1,50-2,00 | | | 1444 | 5,6 | 118 | 0,8 | | | 1323 | 10,2 | 6284 | 31,9 | | | 9165 | 8,3 |
| 2,00-3,00 | 14 | 0,4 | 295 | 1,1 | 145 | 1,0 | 20 | 0,2 | 1122 | 8,6 | 7291 | 36,9 | 4748 | 23,2 | 13635 | 12,4 |
| 3,00-4,00 | | | | | | | | | 123 | 0,9 | 1677 | 8,5 | 801 | 3,9 | 2601 | 2,4 |
| Более 4,00 | | | | | | | | | | | 79 | 0,4 | | | 79 | 0,0 |
| Всего | 3642 | 100 | 25749 | 100 | 13901 | 100 | 13721 | 100 | 13024 | 100 | 19726 | 100 | 20459 | 100 | 110222 | 100 |

П р и л о ж е н и е 4 (продолжение)

Распределение площадей бассейнов по интервалам густоты балок отдельных районов
Волго-Вятского междуречья

| Интервалы густоты, км/км ² | Запад МАСР | | Восток МАСР | | Запад Предкамья ТАССР | | Кировское правобережье Вятки | | Весь регион | |
|---|-----------------|------|-----------------|------|-----------------------------|------|------------------------------------|------|-----------------|------|
| | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % | км ² | % |
| 0,00 | 5332 | 48,8 | 604 | 5,4 | 181 | 1,1 | 0 | 0 | 6117 | 13,5 |
| 0,01 - 0,05 | 2417 | 21,1 | 957 | 8,6 | 123 | 0,7 | 0 | 0 | 3497 | 7,7 |
| 0,05 - 0,10 | 1170 | 10,7 | 1056 | 9,4 | 272 | 1,6 | 100 | 1,6 | 2598 | 5,7 |
| 0,10 - 0,25 | 1276 | 11,7 | 2971 | 26,5 | 1092 | 6,5 | 720 | 11,5 | 6059 | 13,4 |
| 0,25 - 0,50 | 631 | 5,7 | 3097 | 27,7 | 4052 | 23,9 | 658 | 10,5 | 8438 | 18,6 |
| 0,50 - 0,75 | 51 | 0,5 | 1683 | 15,1 | 4292 | 25,4 | 1316 | 21,1 | 7342 | 16,2 |
| 0,75 - 1,00 | 0 | 0 | 523 | 4,7 | 3594 | 21,2 | 1521 | 24,3 | 5642 | 12,5 |
| 1,00 - 1,50 | 30 | 0,3 | 200 | 1,8 | 2871 | 15,8 | 1349 | 21,6 | 4250 | 9,4 |
| 1,50 - 2,00 | 21 | 0,2 | 94 | 0,8 | 519 | 3,1 | 502 | 8,1 | 1136 | 2,5 |
| Более 2,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 | 0,7 | 83 | 1,3 | 200 | 0,5 |
| Всего, тыс. км ² | 11,0 | 100 | 11,2 | 100 | 16,9 | 100 | 6,3 | 100 | 45,4 | 100 |

Приложение 4 (продолжение)

Распределение площадей бассейнов по интервалам густоты белочной сети отдельных регионов Пермского Закамья

| Интервалы густоты, км/км ² | Южное Пермское Закамье | | Северное Пермское Закамье | | Весь район | |
|--|---------------------------|------|------------------------------|------|----------------------|------|
| | тыс. км ² | % | тыс. км ² | % | тыс. км ² | % |
| 0,00 | 0,2 | 0,9 | | | 0,2 | 0,5 |
| 0,01 - 0,05 | 0,6 | 2,2 | | | 0,6 | 1,1 |
| 0,05 - 0,10 | 0,4 | 1,5 | | | 0,4 | 0,8 |
| 0,10 - 0,25 | 0,03 | 0,1 | | | 0,03 | 0,1 |
| 0,25 - 0,50 | 0,07 | 0,2 | | | 0,07 | 0,1 |
| 0,50 - 0,75 | 4,9 | 18,5 | 2,2 | 9,1 | 7,1 | 14,1 |
| 0,75 - 1,00 | 0,1 | 0,5 | 2,1 | 8,8 | 2,2 | 4,4 |
| 1,00 - 1,50 | 2,4 | 9,2 | 3,6 | 15,3 | 6,0 | 12,0 |
| 1,50 - 2,00 | 1,4 | 5,3 | 0,6 | 2,6 | 2,0 | 4,0 |
| 2,00 - 3,00 | 15,7 | 59,4 | 15,2 | 64,2 | 30,9 | 61,7 |
| 3,00 - 4,00 | 0,4 | 1,4 | | | 0,4 | 0,8 |
| Более 4,00 | 0,2 | 0,8 | | | 0,2 | 0,4 |
| Всего | 26,4 | 100 | 23,7 | 100 | 50,1 | 100 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| I. ВВЕДЕНИЕ (А.П.Дедков, В.И.Мозжерин) | 3 |
| I.1. Цели и задачи исследования | 3 |
| I.2. Характеристика исходного материала | 5 |
| I.3. Обработка материала | 9 |
| 2. РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР (Ф.Ф.Бойко, Г.П.Бутаков, А.П.Двинских, А.П.Дедков, О.П.Ермолаев, Н.М.Коротина, Н.Н.Назаров, Н.Н.Назаров, И.И.Рысин, Р.М.Тукаев) | 10 |
| 2.1. Общие сведения | 10 |
| 2.2. Предволжье | 14 |
| 2.3. Закамье | 24 |
| 2.4. Волго-Вятское междуречье | 32 |
| 2.5. Вятско-Камское междуречье | 37 |
| 2.6. Пермское Закамье | 45 |
| 3. ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ (А.П.Дедков, В.И.Мозжерин, Р.М.Тукаев) | 49 |
| 3.1. Общая оценка факторов | 49 |
| 3.2. Залесенность как отражение хозяйственной деятельности человека | 52 |
| 3.3. Состав горных пород | 55 |
| 3.4. Рельеф | 62 |
| 3.5. Водный сток | 69 |
| 4. МЕХАНИЗМ И ДИНАМИКА СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ (Г.П.Бутаков, А.П.Двинских, Н.М.Коротина, Н.Н.Назаров, И.И.Рысин) | 72 |
| 4.1. Пространственный анализ скоростей роста оврагов | 74 |
| 4.2. Временной анализ скоростей роста оврагов | 88 |
| 4.3. Анализ факторов развития оврагов | 91 |
| 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Г.П.Бутаков, А.П.Дедков, В.И.Мозжерин) ... | 102 |
| 5.1. Районирование овражной эрозии | 102 |

| | |
|---|-----|
| 5.2. Соотношение зональных и аazonальных факторов развития овражной эрозии | I06 |
| 5.3. О северной границе овражной эрозии | I07 |
| 5.4. Фактор времени | I09 |
| 5.5. Прикладные вопросы | II0 |
| <u>ЛИТЕРАТУРА</u> | II5 |
| <u>ПРИЛОЖЕНИЯ</u> | I20 |

ОБРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ

**Редактор Л.А.Мердиева
Обл.художника Г.Е.Трифорова
Корректор Л.М.Самуйлина**

ИБ № 1463

Сдано в набор 27.12.89
Подписано в печать 4.04.90
№ 02041
Формат 60x84 1/16
Бум. офсетная № 2
Печать офсетная
Усл.печ.л. 8,37
Усл.кр.отт. 8,5
Уч.-изд.л. 7,23
Тираж 500 экз.
Заказ 1-260
Цена I р.40 к.

Издательство Казанского университета
420008 Казань, ул.Денина, 18

Полиграфический комбинат им. К.Якуба
Государственного комитета Татарской АССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
420084 Казань, ул.Баумана, 19