В. Н. СЕМЕНТОВСКИЙ

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ ПЛАТФОРМЕННОГО РЕЛЬЕФА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1963

В. Н. СЕМЕНТОВ

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ ПЛАТФОРМЕННОГО РЕЛЬЕФА

(На примере территории Татарии)

ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1963

*Печатается по постановлению*
*Редакционно-издательского совета*
*Казанского университета*

Под редакцией проф. *А. В. Ступишина*

## ХАРАКТЕР И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Как показывает региональное обозначение заголовка, изучаемые закономерности морфологии относятся к внеледниковой полосе Русской равнины, к зоне древних возвышенностей.

Соответственно названию основная цель работы — дать закономерности морфологии, которые можно установить при детальном изучении территории Татарии. В геоморфологии мы часто встречаем труды, где центр тяжести лежит в исследовании истории развития рельефа. В таких работах картина современной орографии (морфология и её закономерности) дается лишь в очень обобщённых чертах.

Современное состояние рельефа, как одного из основных компонентов географического ландшафта, очень важно.

Мы можем поставить три задачи изучения рельефа: 1—изучение истории развития рельефа; 2 — изучение морфогенеза, то есть процессов, моделирующих рельеф; 3 — изучение морфографии, то есть пластики рельефа (орографии) и ее закономерностей. Все эти задачи неразрывно связаны одна с другой.

Центр тяжести данной работы лежит в выполнении третьей задачи, на основе морфогенеза. Первая задача специально не ставилась, и требующиеся здесь сведения автор брал из литературы.

Исследование включает 23 таблицы цифрового материала и почти 100 специальных карт, планов, профилей, диаграмм, отобранных из обширного материала обработки. Они объединены в 29 клише. Из карт и профилей 65 процентов — оригинальные работы автора, остальные 35 — переработка в уменьшенном масштабе существующих материалов или копии. Направление меридиана (географического) дается боковыми рамками чертежей. В других случаях дается указатель стрелкой с буквами на концах (С и Ю). Если план дан в магнитной ориентировке, об этом имеется указание.

По теме исследования автор имеет более 10 печатных работ, представляющих разработки отдельных частей темы или первые сжатые разработки всей темы по запросам издательств.

Автор старался писать сжато. К работе приложено много карт и профилей, вмещающих огромные результаты работы взамен длинных описаний. Громаднейший измерительный ма-

териал дается в этой компактной и удобной для изучения форме.

Все главы работы представляют прямые авторские разработки. Идеи других авторов и спорный материал включаются там, где они нужны для разработки и сравнения. Тут же делается ссылка на источник. Список литературы дан очень сокращенный, введены работы, непосредственно использованные в тексте.

Работа имеет характер сплошного охвата исследованием всей территории ТАССР. Метод «ключей», нередко практикуемый, не был взят за основу, как недостаточно точный. Он применялся лишь для дополнительных сравнительных разработок по некоторым участкам, с применением карт других масштабов.

Главным источником работы были топографические карты. Использованы геологическая и структурная карты Татарии. Кроме того, автор имел много личных полевых наблюдений, обследований и съемок.

Основная цель работы — вывести закономерности, в каких представлен перед нами современный рельеф Татарии в его главных формах, типах, с показом распределения этих форм по частям республики. Конечно, эти формы и типы взяты в опоре на генетические обоснования, в зависимости от развития рельефа и взаимодействия факторов, моделирующих рельеф.

Изучением охвачена территория Татарии. Но закономерности строения рельефа могут иметь и более общее значение, так как их можно проверить, сравнить и применить и к другим частям обширной зоны древних возвышенностей Русской платформы.

Эта задача огромной практической важности, ибо рельеф — это та поверхность, на которой развертывается вся жизнь и все хозяйство человечества.

Очень точно и определенно сказал об этом И. С. Щукин: «В конечном итоге предметом геоморфологии является изучение морфологических комплексов, составляющих их форм и генетических отношений последних друг к другу» (55).

Совещание по вопросам ландшафтоведения в Географическом обществе СССР (15 — 17. IV. 1955 г., г. Ленинград), в пункте 11 своих решений определило: «Наряду с расширением физико-географических исследований, считать крайне необходимым дальнейшее усиление изучения отдельных компонентов ландшафта и создание точных и надежных карт этих компонентов, в частности геоморфологических, отсутствие которых остро ощущается физико-географами».

Данная работа не представляет полного охвата всех проблем, возникших в ходе исследования. Некоторые вопросы

только намечены, предложены и, может быть, представляют перспективность в дальнейшей разработке. Работа была закончена и сдана в машинописной форме в фонды в 1958 г. При подготовке к печати в 1961 г. была произведена дополнительная обработка и новые использованные работы помещены в списке литературы под дублированными номерами (34-2 и т. д.).

## *Глава I*

# ОБЩЕЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ГИПСОМЕТРИЯ ТАТАРИИ

### 1. Принципы физико-географического деления и названия частей

Татарская Автономная Советская Социалистическая республика имеет территорию в 67600 квадратных километров. Эта территория в $2^1/_4$ раза больше территории Бельгии. Наибольшая длина Татарии по прямой линии с юго-запада на северо-восток (от границы в Дрожжановском районе до границы в Актанышском районе) составляет 460 *км*. Наибольшая ширина по меридиану, в восточной полосе, 270 *км*.

Природные части Татарии (и физико-географические и геоморфологические) не представляются самостоятельными областями. Это отрезки ландшафтных и геоморфологических провинций Среднего Поволжья.

Деление Татарии производится по долинам двух главных рек — Волги и Камы. Они пролегают почти по средине Татарии, но несколько эксцентрично, со сдвигом на запад (Волга) и на север (Кама).

Частям Татарии еще со времени Нечаева и Кротова (26) дают местные названия, исходя из принципа, Казань — центр края. Поэтому территория к югу от Камы названа Закамье, к северу — Предкамье. Но для Предволжья название взято, исходя не из местного, а из общего принципа, исходя из центра государства. Если б исходить из местного принципа, то Предволжье пришлось бы назвать Заволжьем. Но это слишком резко разошлось бы с общими принципами.

Часть между Волгой и Вяткой иногда называют Заказанье, или Прикамье. Но Прикамье — не логично; так можно назвать и Закамье.

Это существование двух принципов в названиях оказывается очень неудобным, особенно для неместных читателей. Для читателей Куйбышева, Оренбурга логичнее считать Закамьем полосу не к югу от Камы, а к северу.

Поэтому я предложил (1953 г.)[1] новую таблицу названий сочетающую оба принципа, с выдвижением на первый план н местных, а общих названий. Из местных взяты наиболее обос нованные.

I. Северная полоса (таежная).

1. Северное Заволжье (Предкамье). Долиной Вятки де лится на Западное и Восточное Предкамье.

II. Южная полоса (лесостепная).

2. Южное Заволжье (Закамье).

а) Низинное Заволжье (Западное Закамье).

б) Высокое Заволжье (Восточное Закамье).

3. Предволжье.

| Общие названия | Предволжье | Заволжье | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Северное Заволжье или Предкамье | | Южное Заволжье или Закамье | |
| Местные названия | | Западное Предкамье | Восточное Предкамье | Западное Закамье (часть низинного Заволжья) | Восточное Закамье (часть высокого Заволжья) |

Территория республики, по определению автора, распределяется по двум основным бассейнам: бассейн Волги (35% территории) и бассейн Камы (65% территории).

Эти части территорий представляют отрезки платформенных провинций—Приволжской возвышенности (Предволжье), Низменного Заволжья (Западное Закамье), Высокого Заволжья (Восточное Закамье) и Вятско-Камской возвышенности (Северное Заволжье, или Предкамье).

По классификации И. С. Щукина (56) большая часть Татарии относится к области выработанного (или денудационного) рельефа. Это—расчлененные эрозией возвышенные равнины (более +200 *м*) и часть равнин менее 200 *м* высотой. Территория выработанного рельефа занимает 70% площади Татарии (в том числе пермские отложения 65%, мезозойские 3,3%, плиоценовые 1,2%). Остальная часть Татарии относится к области аккумулятивного, или построенного рельефа. Это территории речных аккумулятивных террас (30% Татарии); в том числе верхние две террасы занимают 15,5%, нижние две (с поймой и руслами) — 14,5%. В подсчет вошли только более крупные площади террас.

## 2. Гипсометрия Татарии

По системе К. И. Геренчука (11) вся территория Татарии должна быть отнесена к группе низинных равнин. В эту груп-

[1] Информационный отчет о деятельности Татарского филиала Географического общества СССР. Казань, 1960, стр. 12.

пу (со средней гипсографической высотой до 200 *м*) К. И. Геренчук относит всю Русскую платформу, кроме Ставропольского плато. Но для разделения равнин по высоте лучше применять не среднюю высоту, а изогипсу в + 200 *м*, как это принято уже давно. Ибо нельзя же относить к низинным равнинам большие и сильно расчлененные возвышенности Русской равнины, превышающие кое-где высоту в 400 *м*. По нашему делению почти 90 процентов площади Татарии относится к низинным равнинам (до 200 *м* а. в.), до 10 процентов — к возвышенным равнинам (плато)[1].

Крайние по высоте точки Татарии имели высоту 34 метра (урез Волги у южной границы) и 380,3 *м* (в 10 *км* к югу от Бугульмы). Амплитуда всего рельефа составляла 346,3 *м*. С образованием Куйбышевского водохранилища урез Волги стал в среднем 53 *м*., амплитуда рельефа — 327,3 *м*., на 19 *м*. меньше, чем ранее. По гипсометрической карте определена площадь ступеней высот в целом и по частям Татарии.

Наиболее высокая часть Татарии — Восточное Закамье. Геоморфологически оно относится к Высокому Заволжью и представляет северную часть Бугульминско-Белебеевской возвышенности. В этой части лежит вся ступень более 300 *м* высоты и 85% площади всей ступени (по Татарии) — от 200 до 300 *м*.

Западное Закамье (часть провинции Низинное Заволжье) — самая низкая часть Татарии. В ней имеются только две низшие ступени высоты и притом почти с одинаковой площадью (разница в 12%). Также невысоко Восточное Предкамье, хотя в нем есть 150 *км*² выше 200 *м*, но зато первая ступень занимает больше 60 процентов.

Среднее положение занимают Предволжье и Западное Предкамье. Хотя площадь третьей высотной ступени в них также мала, но в них больше развита вторая ступень (а не первая), достигающая величины 67,4% в Предволжье и 63,6 в Западном Предкамье. По средней высоте части республики сохраняют вышеозначенные места, лишь Западное Закамье выдвигается перед Восточным Предкамьем.

В общем по республике более трети территории (35,2% = 23800 *км*²) лежит на низшей высотной ступени — первой ступени, концентрируясь в широких полосах по долинам и вдоль долин крупных и средних рек. Вторая высотная ступень (100 — 200 *м*) занимает больше половины Татарии (54,6% = 36860 *км*²). Это основная высотная ступень края. Третья ступень (200 — 300 *м*) занимает 8,2% (5560 *км*²), из них 7,3% лежат в Высоком Заволжье и лишь 0,9% — в остальной

---

[1] В 1931—1932 гг. автор составил по печатным материалам и своим барометрическим нивелировкам первую гипсометрическую карту Татарии. Потом она вошла в основные материалы для карты Татарии (учебной) и Б. С. Атласа мира.

Таблица 1

| Ступени высот | Предволжье | | Заволжье | | | | | | | | Итого | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Предкамье | | | | Закамье | | | | | |
| | | | Западное | | Восточное | | Западное | | Восточное | | | |
| | км² | % | км² | % | км² | % | км² | % | км² | % | км² | % |
| До 100 м | 2820 | 29,8 | 6200 | 35,5 | 2600 | 60,5 | 5820 | 43,7 | 6360 | 27,6 | 23800 | 35,2 |
| 100—200 | 6380 | 67,4 | 11070 | 63,6 | 1550 | 36 | 7500 | 6,3 | 10360 | 44,9 | 36860 | 54,6 |
| 200—300 | 260 | 2,8 | 170 | 0,9 | 150 | 3,5 | — | — | 4980 | 21,6 | 5560 | 8,2 |
| более 300 м | — | — | — | — | — | — | — | — | 1980 | 5,9 | 1380 | 2,0 |
| Итого | 9460 | 100 | 17490 | 100 | 4300 | 100 | 13320 | 100 | 23080 | 100 | 67600 | 100 |
| Средняя высота | 129 м | | 122,5 | | 105 | | 112 | | 160,8 | | 133,3 | |

части края. Четвертая ступень (выше 300 метров) занимает 2% = 1380 *км*². Такая ступень имеется только в Восточном Закамье.

Эти данные обрисовывают эксцентрическое расположение высот территории Татарии, где наиболее высокие участки (с большой площадью) расположены только в юго-восточной части. Цифры эти относятся к положению до образования Куйбышевского водохранилища.

Средняя высота территории республики 133,3 *м*.

Распределение высотных ступеней по 5 основным частям Татарии отображено в особых диаграммах. Впервые они были предложены в книге «Очерки по географии Татарии». В предлагаемой работе, в картосхеме районирования (№ 29) эти диаграммы даны в значительно большем виде; размещены они в этой картосхеме за границами Татарии, у соответствующих частей. Все высотные ступени (до 100 *м* а. в., до 200 *м*, до 300 *м* и более 300 *м*) даны особыми прямоугольниками, один над другим. Высота прямоугольников условная и одинаковая. Внутри их стоят цифры, показывающие процент площади, которую занимает эта высотная ступень в данной части Татарии. Масштаб площади ступеней дан делениями на нижней стороне прямоугольников. Каждое деление равно 1000 *км*².

## *Глава II*

## ТЕКТОНИКА И РЕЛЬЕФ

### 1. Общий очерк геоструктуры Татарии

Вопрос об отношении тектоники и рельефа (оротектоника) разработан многими исследователями. В последнее время большим и богатым материалом и выводами оротектоническая монография К. И. Геренчука (11-2) освещает план развития рельефа Русской равнины с учетом тектоники как главной силы.

Для сопоставления современной поверхности Татарии с тектоникой имеем основной материал — структурную карту под ред. Е. И. Тихвинской. Карта составлена в 1948 г., в стратоизогипсах по кровле нижнеказанских отложений. В дальнейшем эту поверхность кровли нижнеказанских отложений будем называть — опорный горизонт.

Но все же имеются пробелы, «белые пятна» структурных карт — юго-запад, северо-восток и западная полоса Западного Закамья. Для этих территорий можно использовать только обобщенные материалы тектонической карты СССР.

По тектоническому строению Татарию можно разделить на 2 крупные части — область высокого залегания опорной по-

верхности и область низкого залегания. Раздельной линией считаем нулевую стратоизогипсу (см. к. схему № 29).

К первой области относится все Северное Заволжье (Предкамье) и все Восточное Закамье, а также небольшие северные полосы Предволжья и Западного Закамья.

Восточная часть Татарии охвачена Татарским тектоническим сводом, выраженным и в кристаллическом фундаменте и в осадочном покрове платформы. Северо-западная часть входит в зону поднятий Вятского вала.

Область низкого залегания пластов занимает почти все Западное Закамье и значительную часть Предволжья. Это область глубокого прогиба (северная часть Мелекесского или Лаишевский прогиб — по Тихвинской). Наибольшая глубина прогиба — по Б. Сульче и Б. Черемшану (опорный горизонт на глубине — 180 и — 190 *м*). В Предволжье глубина опорного горизонта на юге доходит до — 150 *м*.

Л. Н. Розанов в тектонической схеме Среднего Поволжья доводит границы Мелекесской депрессии только до р. М. Черемшан (36). Таким образом, вне этой депрессии у него оказывается большая полоса к востоку — до р. Шешмы. А между тем в этой полосе мы имеем очень низкие цифры положения опорного горизонта (до — 180 *м*). Вероятно это произошло вследствие очень мелкого масштаба схемы Л. Н. Розанова.

## 2. Соотношения рельефа и тектоники

Устанавливаем определяющие понятия. Структурная поверхность (или горизонт) и структурный рельеф определяются по структурной карте; для Татарии — по кровле нижнеказанских отложений. Топографическая поверхность и топографический рельеф (топорельеф) определяются по гипсометрической карте — высота современной поверхности.

Кроме того, уместно будет установить понятие — приращение рельефа: это есть превышение топорельефа над структурным рельефом на данной вертикали.

«Приращение рельефа» есть по существу пахиметрия всех напластований выше структурного горизонта за вычетом размера деструкционного сноса, до современной топографической поверхности. Мы имеем установленные в специальной литературе 2 основных типа оротектоники (или соотношения рельефа орографического и рельефа тектонических структур): прямую и обратную, или инверсионную оротектонику. Осветим соотношения рельефов на схеме № 1.

Прямая оротектоника. Назовем этот тип — рельеф согласованный. Обе поверхности (оба рельефа) и орографический или топографический имеют согласованное выражение — поднятие обеих поверхностей (1-1) или

опускание (I-2), приблизительно с одинаковой амплитудой. Приращение рельефа в согласованном рельефе в обоих случаях может быть примерно одинаковым, без значительных изменений.

Обратная (инверсионная) оротектоника. Назовем этот тип — рельеф несогласованный (II).

Изменения положения топографической поверхности не зависят от изменений структурной поверхности и могут быть даже противоположны.

Поднятиям структурного рельефа соответствует в топорельефе отсутствие поднятия или даже опускание (II-3), иногда небольшое поднятие. Опусканиям структурного рельефа не соответствует опускание топорельефа или оно небольшое, иногда есть даже поднятие топорельефа (II-4).

Приращение рельефа в типе II-4 очень большое, в типе II-3 — малое.

Определяем главные конкретные структуры Татарии в распределении по приведенной классификации.

I. Рельеф согласованный

Тип 1. Тектонические и орографические (топографические) поднятия.
№ 1. Область Вятского вала.
№ 2. Область Сокско-Шешминского вала.
3. Область Бавлинской структуры (флексуры).

Тип 2. Тектонические и орографические опускания.
№ 4. Лаишевский прогиб в Западном Закамье.

II. Рельеф несогласованный

Тип 3. Тектонические поднятия при понижении рельефа. Северная полоса Мелекесского (Лаишевского) прогиба.

Тип 4. Тектонические прогибы без соответствующего топографического понижения, а нередко с поднятием рельефа.
№ 5. Бугульминская тектоническая депрессия и Бугульминское плато.
№ 6. Бавлинская флексура в опущенной части и южные сырты.
№ 7. Мелекесский тектонический прогиб и средневысотные равнины Западного Закамья.
№ 8. Тетюшско-Тарханский тектонический прогиб и Приволжское плато.

## 3. Структурные макроформы Татарии и рельеф

Разработаем характеристику этих форм, располагая их в порядке географической смежности. Отметим, что в таблицу внесены не все участки, а лишь более ясно выраженные типы

рельефа. Для обзора прилагаем основной геоморфологический профиль Татарии (№ 4) (см. также картосхему геоморфологического районирования, № 29).

Высокое Заволжье. Высокое Заволжье (Восточное Закамье) имеет преобладание согласованного рельефа. Больше двух третей края оконтуривается стратоизогипсой в + 100 *м*. Большая площадь оконтурена стратоизогипсой в + 200 *м*.

Особенно большое количественное выражение этот тип рельефа имеет в южной половине края — Бугульминском плато. Наиболее высокая часть Татарии имеет здесь и самые высокие тектонические поднятия — Сокско-Шешминский вал и Бавлинскую структуру (флексуру) — часть Туймазинского поднятия (№ 2-2 и 3).

В Шугуровской структуре Сокско-Шешминского вала площадь до 400 *км*² оконтуривается стратоизогипсой 200 *м*, местами и до 220 *м*. Приращение рельефа доходит до 100—120 *м*, а ближе к Шугурову, в более смытой боковой части плато, оно раза в два меньше.

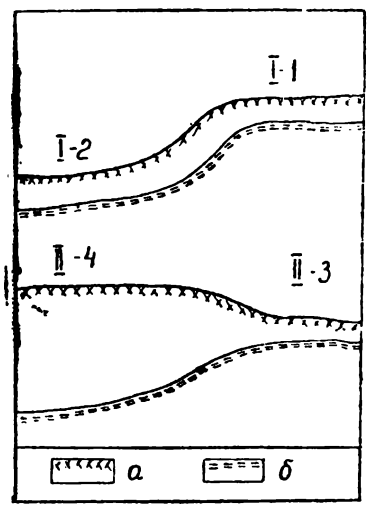



Рис. 1. Схема соотношений рельефа структурного и топографического

а) поверхность рельефа топографического. б) Поверхность рельефа структурного (опорного горизонта).

I-1. Рельеф согласованный, на основе поднятий. I-2. То же на основе опусканий.

II-3. Рельеф несогласованный, на основе тектонических поднятий, с понижением поверхности топографического рельефа. II-4. То же, на основе тектонических опусканий, с повышением топографического рельефа.

Высота опорного горизонта к Каме уменьшается метров на 100. В основной части вала падение опорного горизонта на запад и восток доходит до 80 *м* на расстоянии 6 — 7 *км*.

Бавлинское поднятие—антиклинальное, асимметричное, с высотой опорного горизонта до 230 *м*; падение его на юго-восток очень интенсивное (110 *м* на 3 *км*). Приращение рельефа — до 120 *м*.

Итак, в этих частях рельеф согласованный (№ I-1, тип 1) (совпадения поднятий структурного и топорельефа). Однако на фоне общей согласованности рельефа в Бугульминском плато мы встречаем 2 участка несогласованного рельефа (тектоническое опускание при орографическом поднятии № 1 — II-4).

Первый участок — Бугульминская тектоническая депрес-

сия, лежащая между Шугуровской и Бавлинской структурами. Она представляет прогиб, выклинивающийся к северу и углубляющийся к югу. У южных границ Татарии опорный горизонт имеет уже меньше +100 *м* высоты. Следовательно, наибольшее заглубление опорного горизонта составляет в депрессии 120—130 *м*. Однако на топографическом рельефе эта депрессия никак не отражается. Наоборот, на месте депрессии находятся самые высокие части Бугульминского плато — высотой более 300 *м*; есть ареалы более 350 *м*. Здесь же лежат самые высокие части Татарии, в том числе максимальная высота 380,3 *м* (в 10 *км* к югу от Бугульмы). Приращение рельефа доходит до 260 *м*, то есть оно в 2 раза больше, чем в соседних структурах. Это тип рельефа II—3 — тектоническое опускание, орографическое поднятие.

Второй пример этого типа — к югу от Бавлинского поднятия. Опорный горизонт дает здесь высоту от 140 до 100 и меньше *м*; залегание этого горизонта на 80—120 *м* ниже, чем в Бавлинской структуре. Но снижения плато почти не происходит. и приращение рельефа доходит до 200 и более метров.

Низинное Заволжье — Западное Закамье имеет преобладание несогласованного рельефа (II-4 — Лаишевский тектонический прогиб) и средневысотные равнины с высотами до + 150 и больше.

Лаишевский прогиб (северная часть Мелекесской мульды) представляет глубокий прогиб. От высокого тектонического поднятия Сокско-Шешминского вала совершается резкий переход к этому глубокому прогибу. Падение структурного горизонта наибольшее на параллели Шугурово — Черемшан — Мамыково: на расстоянии 90 километров 420 *м* падения; почти 5 *м* на 1 километр.

По Б. Черемшану и в низовьях М. Черемшана структурный горизонт лежит уже на отметках — 150 и даже — 200 *м*.

Но падение топорельефа в Западном Закамье (по водоразделам) сравнительно с Восточным Закамьем значительно меньше (не более 200 *м*) и на междуречьях мы имеем высоту до + 150 и более *м*. Большой тектонический прогиб не сопровождается таким же прогибом топорельефа, и приращение рельефа значительно увеличивается, доходя до 300 и 350 *м*. Лишь в полосе ближе к Волге и Каме рельеф также несогласованный, но в противоположном сочетании. Здесь выклинивается Лаишевский прогиб (отметки стратоизогипс от —100 *м* до нуля) ,а топографическая поверхность понижается (до + 100 — 50 *м*). Получается на фоне умеренного поднятия орографическое опускание (II-3).

Предволжье. Вследствие неполноты структурной карты здесь можно охарактеризовать только междуречье Свияга — Волга. Северная часть междуречья имеет рельеф в общем согласованный. Стратоизогипсы больше нуля, некото-

рые структуры до +50 и +60 *м*. Плато имеет местами более 200 *м* (тип I-1, слабо выраженный).

Южная часть междуречья резко иная. Начиная от параллели Камского Устья, опорный горизонт лежит ниже нуля, и к югу его залегание все углубляется. На параллели Тетюши опорный горизонт опускается до — 60 и — 80 *м*. Еще южнее до — 100 *м*, доходя до — 150 *м*. Этот прогиб можно назвать Тетюшско-Тархановским. Он представляет, по существу, западное продолжение Мелекесского прогиба. Но орографическая поверхность совершенно не следует за этим прогибом, а остается на той же высоте, как и в северной части междуречья. Это дает рельеф II, тип 4. Приращение рельефа здесь доходит до 300 *м* и больше. В этой части оротектонику можно считать (следуя типологии, разработанной К. И. Геренчуком) инверсионной противоположно направленной. Мы имеем здесь в Приволжской возвышенности довольно большое падение напластований на юг, почему под уровень Волги уходят одна за другой отложения пермской системы, затем и юрской. Но орографическая поверхность на юг в общем не понижается, а повышается.

Северное Заволжье (Предкамье). Здесь хорошо выраженная макроформа одна — Вятский вал. Структуры Вятского вала входят в Татарию на северо-западе, протягиваются к Волге западнее Казани и через Казань и переходят в Предволжье, до бассейна р. Улемы (до параллели Камского Устья). Поэтому нередко вал называется Вятско-Улеминским.

Опорный горизонт на севере достигает отметок 150—160 *м*, топорельеф максимально 266 *м*.

Во всей полосе Северного Заволжья (Предкамья) структурный фундамент залегает всюду в повышенном положении — почти везде на высоте более 30 — 40 *м* и несет на себе большое число (до 20) мезоструктур от 80 до 100 *м* высоты опорного горизонта, с максимальными до 140 *м*.

Но отражение тектоники на рельеф здесь не ясное. По высоте эти территории занимают среднее положение. В восточном Предкамье мы можем даже установить несогласованность рельефа — средняя высота территории здесь наименьшая в Татарии (105 *м*), низшая ступень (менее 100 *м*) имеет наибольшее распространение (60,5%). А ведь здесь мы имеем преобладающее число мезоформ с высотой, мало уступающей Вятскому валу — тут оформляется южная часть Северо-Камского вала. Несогласованность рельефа очевидна.

Можно установить, что согласованный рельеф преобладает при тектонических поднятиях; несогласованный — при опусканиях, если интенсивность опускания опорного горизонта намного больше, чем интенсивность понижения топорельефа. В Татарии чаще выражены типы I-1 и II-4.

## 4. Структурные мезоформы и их влияние на рельеф

1. Сюда мы относим небольшие, относительно хорошо сформированные положительные и отрицательные структуры. По форме это куполы или эллипсы (брахиантиклинали) или реже встречающиеся отрицательные формы подобного же вида. Тектоническая интенсивность их нередко значительная и падение пластов на 1 *км* обычно 10—15 *м*, а иногда 20—30 метров. Но размеры их небольшие. В длину они чаще всего 5—10 *км*, иногда до 15 *км*. Наибольшее падение (или поднятие) обычно проявляется по перпендикуляру к длинной оси и достигает суммарной величины в небольших структурах 20—30 *м*, в средних — 40—50 *м*.

Количество мезоформ в общем пропорционально высоте тектонического фундамента. Наибольшее число их в Высоком Заволжье и в Северном Заволжье, где опорный горизонт также достаточно поднят и нигде не опускается ниже 0 метров, хотя и не достигает высоты, равной Высокому Заволжью.

Всего в Татарии считается более 100 мезоформ[1]. Многие из них оказались положительными показателями на нефть.

Влияние мезоформ на рельеф труднее определить, при их слабой выраженности, чем макроформ.

Первый обратил внимание на связь тектоники с изгибами долины в наших краях А. Головкинский (1866 г., 13). Он сформулировал свои выводы так: «Там, где правый берег образует выдающуюся кривизну, цифры показывают высокое положение слоев, где берег вдается, слои лежат низко». Этим он объясняет резкие изгибы правого берега склона (а следовательно — и долины) Волги у Козьмодемьянска на 100°, у Сундыря на 110°, у Верхнего Услона на 80°, у Камского Устья на 85° Большую извилистость Нижней Камы он объясняет тем, что Кама на участке от Елабуги до Омар 6 раз «круто пересекает антиклинальную ось».

Пожалуй, все последующие авторы, писавшие о строении Среднего Поволжья, устанавливали тесную связь рельефа с тектоникой. Уже А. Д. Архангельский считал, что эта связь охватывает и направление рек и что даже сравнительно небольшие детали рельефа объясняются порой тектоническими нарушениями. Б. В. Селивановский (40) писал: «Не только главные, но и все более подчиненного порядка элементы рельефа оказываются увязанными с существующими тектоническими нарушениями». И далее: «Не менее отчетлива связь пространственного расположения и ориентирования крупных и малых рек с тектоникой территории». В этой статье он приводит примеры в пользу таких положений. Но он допускает и прорезывание структур рекой — «...устья многих

[1] По данным, опубликованным в 1948 г.— 93 положительных структур.

рек расположены в пределах брахиантиклиналей»; «долины некоторых рек в пределах брахиантиклиналей представляют собой узкие и глубокие эрозионные врезы с ломаным тальвегом».

Б. М. Юсупов (57) большие повороты Камы объясняет тектоническими структурами, но также говорит, что Кама прорезывает некоторые из них (Котловскую, Граханскую) «преодолела» Елабужское поднятие, а Волга и Кама размыли северо-восточную часть Камско-Устьинского поднятия.

Итак, нельзя отрицать влияние структурных мезоформ на образование изгибов крупных рек. Это вызывается, вероятно, глубиной вреза долин крупных рек. При этом реки входят в большое взаимодействие со структурами. Но это отклонение сопровождается разрушением, смывом значительной части той или другой структуры. Есть случаи, когда реки прорезывают хорошо выраженные структуры, не обходя их.

2. Разберем несколько показательных примеров этого, опираясь на структурную карту и другие материалы (картосхемы № 2 и № 14).

Река Кама от устья р. Ик до с. Мурзихи прорезала 10 тектонических мезоформ. Большая часть их (и наиболее интенсивные) расположена на участке устье Ика — устье Вятки. Можно, далее, считать, что такое скопление структур явилось как бы эрозионным порогом для Камы, образовавшим подпор. Это видно из того, что этот участок имеет падение реки больше нормы, с максимальным до 0,0001 (выше Елабуги) и даже 0,00012 и 0,00017 (ниже устья р. Танайки и устья р. Зай). В низовой Каме (ниже устья Вятки), где структур мало и они ослаблены, падение ниже нормы, а максимальное почти в 6 раз меньшее, чем на верхнем участке (всего 0,00003)[1]. В этом тектоническом «пороге» долина еще далеко не дошла до профиля равновесия и образует гипсометрический порог русла.

Средние и небольшие реки в Татарии также прорезывают небольшие, а иногда и солидные структуры. Река Анзирка в Елабужском районе прорезывает в средине купол брахиантиклинали, с относительной высотой поднятия опорного горизонта в 30 метров.

Приток реки Кильны (между д. Богдашкино и с. Пролей-Каша, к югу от г. Тетюши) не считается с синклинальным погружением опорного горизонта (на 40 метров по отношению к борту), перерезывает синклиналь и «поднимается» по склону другого борта. Сама р. Кильна протекает не по оси синклинали, а по средине южного склона, вдоль стратоизогипс.

Более резкое выражение имеют подобные случаи в Бугульминском плато. В нижеприведенных примерах долины рек прорезывают уже тектонические валы и притом на боль-

[1] По данным Камской опытной партии.

шую глубину опустились ниже поверхности опорного горизонта (№ 2-2). Река Лесная Шешма начинается в Бугульминской депрессии, над отметкой опорного горизонта 90 *м* и затем сразу прорезывает все структурное поднятие Сокско-Шешминского вала, в обоих его меридиональных грядах. Повышение уровня опорного горизонта, преодолеваемое рекой, достигает до 100 *м* в восточной гряде (до 190 *м* а. в.) и до 130 *м* в западной (до 220 *м* а. в.). Уровень долины реки

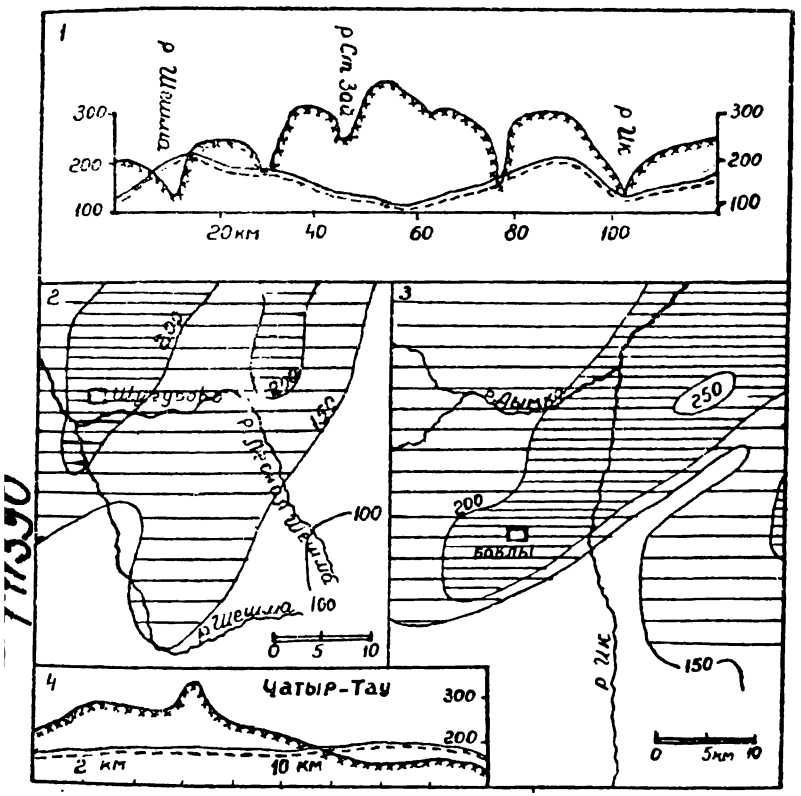



Рис. 2. Соотношение долин с тектоническими структурами.

1. Профиль через ю. часть Бугульминского плато (через с. Шугурово и точку в 5 *км* к югу от с. Бавлы). 2. Структурная картосхема Шугуровского плато. 3. Структурная картосхема Бавлинской флексуры. 4. Профиль участка Чатыр-Тау (по долине).

Условные знаки для профилей: линия, оттушеванная косыми крестиками,— поверхность рельефа; линия, оттушеванная продольными штрихами,— поверхность опорного горизонта. Условные знаки для картосхем — линии (с густой или редкой штриховкой площадей) — стратоизогипсы опорного горизонта.

лежит на 200 *м* в верховьях и на 120 *м* в низовьях. Следовательно, долина врезалась ниже поверхности опорного горизонта максимально (в низовьях) на 100 метров.

Река Степной Зай также начинается в Бугульминской депрессии и затем вкрест простирания перерезывает Сокско-Шешминский вал, врезаясь в опорный горизонт на 50 метров глубины.

Еще более показателен пример с долиной Ика (№ 2—3). Эта долина перерезывает Бавлинско-Туймазинский вал. Опорный горизонт в этой структуре поднимается до 230 *м* в Бавлинской части и до 250 *м* в Туймазинской. Долина Ика перерезывает стратоизогипсу в 230 *м*.

Ик не считается с этой солидной структурой и, не изменяя направления своего течения, прорезывает ее всю. Для более детального разбора приведены выработанные автором профили (№ 3-I-V).

Отметки днища долины Ика на этом участке — 90—100 *м*. Следовательно, максимальная глубина вреза долины ниже опорного горизонта доходит до 150 *м*, а врез в плато — до 200 — 250 *м*. На профилях долины Ика (№ 3) это наглядно отображено. Полная глубина вреза еще больше, если убрать аллювиальные толщи долины и взять поверхность коренного ложа. Этот участок долины Ика является настоящей узкой долиной прорыва через Бавлинский вал. Три южных профиля (I, II, III) хорошо иллюстрируют характер долины (вертикальный масштаб взят вдвое крупнее обычного: не в 10 раз, а в 20 раз крупнее горизонтального). Удаление выравнивания высот (для изогипсы 200 *м*) дает величину всего $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$. Следующие, северные, профили (IV и V) дают долину Ика после прорыва. Она значительно расширена и в левобережье переходит незаметно в междуречье с прямым согласованием (без перелома профиля). Удаление выравнивания высот (IV) доходит уже до $\frac{1}{10}$ что характеризует плоское левобережье. Пример: у с. Сасыкуль эта изогипса в правобережье лежит на расстоянии 1,5 *км* от тальвега (от края поймы), в левобережьи — в 15 *км* (от левого края поймы).

Долиной прорыва является также участок долины Волги к западу от Казани, где Волга прорезала поперек структуры Вятского вала. Современная долина здесь шириной всего от 3 до 5 *км*, а весь профиль (с учетом верхних террас) доходит до 13 — 15 *км*. Эти величины значительно меньше, чем выше и ниже этого участка.

Было бы интересно поставить вопрос об антецедентном или эпигенетическом характере этих довольно многочисле-

---

См. главу VII. Это значит, расстояние изогипсы от тальвега л вобережье в 3—4 раза больше, чем в правобережье.

ных участков прорыва рек через мезоструктуры, а иногда и через валы.

Трудно допустить, чтобы все эти участки рек были антецедентными, предшествующими по отношению к структурам. Для этого надо допустить, чтобы эти речные системы сформировались в конце или даже в средине пермского периода, поскольку сами структуры считаются пермо-триасовыми. Считать таким возраст речных систем нет никаких оснований, так как в это время еще не наступили континентальные условия формирования рельефа.

Очевидно, долины рек по отношению к структурам были эпигенетическими. Но это могло быть только при полном отсутствии выраженности структур в рельефе, при «погребенном» характере структур. При этом условии реки могли закладывать свои долины, повинуясь наклону местности, не считаясь со структурами. Затем, по мере углубления долин, реки достигали уровня структур и начинали их прорезывать (эпигенетически) или огибать.

Но эпигенетический характер процесса не сохранялся до конца. Плиоценовые и четвертичные поднятия территории снова возобновляли движения структур вверх, эпейрогенетическим образом, а иногда, может быть, и в форме некоторого усиления пликативности. Во всяком случае перед реками

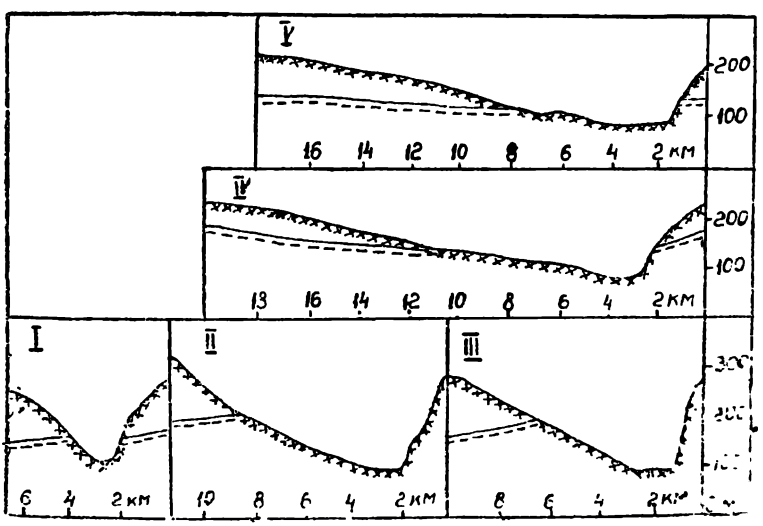



Рис. 3. Профили долины р. Ика.

I-II-III — в области Бавлинской структуры, IV и V — ниже этой структуры.

Линии, оттушеванные косыми крестиками,— поверхность рельефа, параллельными штрихами — поверхность структурного горизонта.

встали новые препятствия, необходимость усиленного прорезания структур. И в это время процесс врезания шел уже в порядке антецедентности. Реки или успевали прорезать поднимающиеся структуры или изменяли свое течение.

Основных факторов, от которых зависит ход этого процесса, без сомнения, три: возраст структуры (учитывая и новейшие поднятия их), интенсивность движений и мощность рек. Древние структуры оказывают малое действие, молодые поднятия производят наиболее ощутимое. Интенсивность поднятия (темп), особенно в соответствии с мощностью рек имеет определяющее действие. Слабо поднимающиеся структуры могли быть прорезаны и средними реками, но маленькие речки отклоняются ими. Более энергично поднимающиеся структуры могут быть прорезаны только крупными реками, а иногда перед ними отклоняются и такие реки, как Волга. Эти формулировки и доказывающие их примеры по территории южной части Среднего Поволжья разработала Г. В. Обедиентова (33, 34). Она заключает, что Волга могла (хотя и отклонившись) прорезать интенсивно поднимающуюся Жигулевскую структуру. Малые реки, как Б. Черемшан и его притоки, показывают большие, иногда резкие отклонения от влияния даже мало активной Борлинской структуры. Для Татарии таких соотношений мы не можем установить. Пример (и даже меньших рек) показывает, что они прорезывают достаточно большие структуры. Очевидно, это следует объяснить общей древностью этих структур и отсутствием в них новейших сепаратных поднятий, даже при общем эпейрогенетическом поднятии больших территорий.

Общая нивелировка и погребение структур последующими процессами создали предпосылки для образования долин и их эпигенетического развития независимо от древней дислоцированности территории. В таком случае эпигенетический процесс образования долин (при отсутствии нового поднятия структур по отдельности) может дать возможность и малым рекам прорезать солидные мезоструктуры, а иногда и целые тектонические валы (Ик, Лесная Шешма).

Подобные факты надо иметь в виду, так как иногда встречается безоговорочное признание влияния любой структуры на изгибы речных долин. Ю. А. Мещеряков отмечает: «В Поволжье, для которого характерно почти полное прекращение роста куполовидных структур... характерно наличие структур с размытым сводом в крупных речных долинах». Прибавим, что это имеет место и в средних долинах.

На междуречьях мы часто не видели заметного действия тектонических мезоформ. У Елабуги и южнее лежат два тектонических купола в 120 и 140 *м* высоты и в 40 *м* относительного превышения. Первый купол у Елабуги прорезывается Камой, второй ничем не выражен в рельефе (отметки поверх-

ности Земли здесь 100—150 *м*). В то же время к юго-востоку от этого купола мы имеем участок плато в 200 *м* в высоту в виде останца, в то время как стратоизогипсы в этом месте всего в 70—80 *м*. Здесь рядом случай и нейтрального и отрицательного соотношения.

Еще пример. Резко выраженный останцовый гребень Чатыр-Тау (до 334 *м*) не имеет никакого обоснования в тектонике; стратоизогипсы (150—160 *м*) идут тут спокойно. А к северо-востоку от этого гребня, где рельеф понизился до 140—150 *м*, мы находим тектоническое поднятие (более 180 *м*). (К. сх. и профиль № 2—4).

3. Прилагаем основной геоморфологический профиль Татарии в масштабе 1 : 1000000, проведенный в южной полосе (наиболее интересной тектонически) по азимуту 98°, по линии Буинск—Тетюши—Бугульма (несколько севернее города) и далее до границ (№ 4).

Размещение стратиграфических объектов выполнено тремя методами: 1) по структурной карте, 2) по колонкам буровых скважин треста Татгеоразведка и др., 3) экстраполяцией и интерполяцией от надежных точек (горизонтов) по средней пахиметрической мощности наслоений. Последний метод применялся редко, только при отсутствии других материалов.

Буровые скважины далеко не часто могли дать необходимый материал (особенно треста Татнефтеразведка). Трудно было найти скважины на линии профиля; иногда приходилось учитывать скважины, отстоящие от линии профиля до 5 *км*, экстраполируя их на линию профиля (без изменения). Бурение Татнефтеразведки ориентировано на глубокие горизонты, а верхние части более проходились «без отбора керна». Поэтому наибольшие затруднения встречались в сборе материала по Q и $Ng^{pt}$, а нередко даже по $P_2^{tat}$

## *Глава III*

## ДОЛИННО-ОВРАЖНАЯ РАСЧЛЕНЕННОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

### 1. Материалы для работы и их оценка

1. В целях уточнения представлений о рельефе поверхности Земли для равнинных территорий в последнее время начались работы по изучению количественного выражения эрозионной сети. Результаты таких работ, конечно, имеют большое значение и для мероприятий по борьбе с овражностью и для проектирования дорожных сетей и для других хозяйственных целей.

Наиболее крупная из таких работ — книга С. С. Соболева

«Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними» 1948 г. Но «масштабность» этой работы очень мелкая. Предпринятые нами работы по масштабу рабочего материала в 8 раз крупнее. Если же сопоставить масштабность площади карт, то на наших картах площадь выражена в 64 раза крупнее. Надо указать, кроме того, что большая часть подобных работ занимается изучением только одного элемента эрозионной сети — овражной (овражно-балочной) системы. Другой элемент — долинная система — остается в стороне. А между тем она является и более крупной и определяющей для развития овражной сети.

В наших работах мы оба эти элемента сети изучали с одинаковой детальностью, притом по двум картам разного масштаба и типологии. Первая карта — карта Татарии

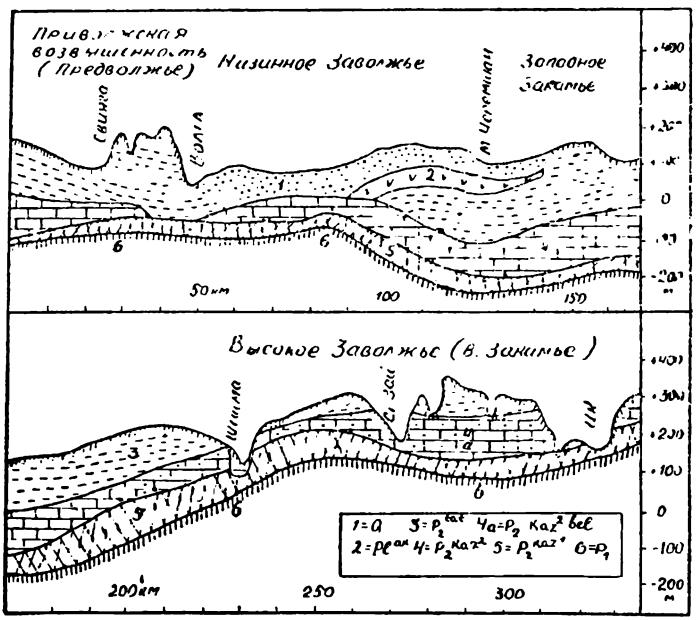



Рис. 4. Основной геоморфологический профиль Татарии (через г. Буинск, г. Тетюши и г. Бугульму).

1935-го года, изд. Госземтреста. Результаты напечатаны (46) Вторая карта, более поздняя, издание ГУГСК в международной номенклатуре. В дальнейших ссылках так и будем называть эти карты: первая и вторая карта. Вторая по линейным размерам в 4 раза больше (крупнее).

Работа по двум разным картам имела большой смысл. Во-первых, результат, соответственно масштабу, во второ-

карте получился точнее. Во-вторых, анализ результатов должен показать, отразить не только влияние масштаба, но и характера, типа карт.

При определении расчлененности по основным частям Татарии не вводилась длина четырех главных рек и площадь их поймы (до 5500 *км*²). Эти данные были введены лишь при определении расчлененности по всей Татарии.

В тексте дан ряд таблиц. В первой — расчленение по главным частям Татарии, в следующих — по главным междуречьям.

По материалам расчленения всех ареалов составлены картограммы, картосхемы расчленения — отдельно для долинной и овражной сети. Картосхемы составлены по двум методическим принципам — по методу изолиний и методу знаков. Сравнение выяснило, что метод изолиний, особенно с окраской ступеней, наиболее наглядный и четкий.

Однако и метод знаков имеет свои преимущества. Он дает, во-первых, возможность на одной карте отобразить, не смешивая, и долинное и овражное расчленение. Это достигается различной формой знаков. Наглядность увеличивается, если применить различный цвет для знаков — коричневый для овражной сети, синий (зеленый) — для долинной сети. Это совмещение показателей на одной карте удобно для обозрения и сравнения. Во-вторых, на такой картосхеме отображается ясно и точно (в пределах отобранных ступеней) каждый ареал площади. Кроме того, составлена картосхема, выражающая для каждого ареала абсолютную (в цифрах) величину коэффициентов. Это удобнее, чем давать большую таблицу для двухсот ареалов. Подобная картосхема не имеет наглядности, но удобна тем, что содержит конкретный материал по каждому планшету.

В таблицах и картах особо выделены четвертичные террасовые территории по Волге.

Долины на обоих картах определялись в пределах длины синей линии рек. При этом изгибы рек не учитывались. Определялись только изгибы долин — измерялась длина долин, а не длина русла рек.

Овраги на первой карте нанесены двойной коричневой линией. На второй — обычными для крупных масштабов знаками. Хорошо выраженные балки, очевидно, вошли в эту же категорию.

2. Общая длина сети эрозионных форм Татарии, округленно, 29000 *км* (28953 *км*). Из них 13877 *км* долин и 15076 *км* оврагов. Коэффициент расчленения: 0,21 и 0,23; общий 0,44.

Из числа долин мы особо ставим 666 *км* долин основных рек: Волги, Камы, Вятки и Белой; исключаем площадь круп-

ных пойм (до 5500 *км*²). На основную площадь (59662 *км*²) приходится 13211 *км* долин и 15076 *км* оврагов. Это дає коэффициент расчленения 0,24 и 0,25. Общий 0,49.

Итог по каждому междуречью дан без учета разделяющи рек. Итог по частям Татарии дан двойной: и без учета эти рек и с их учетом. Второй итог — более детальный. Процен долин в общем расчленении составляет 46,0.

Это почти равенство длины долин и оврагов говорит сравнительном богатстве Татарии долинами и бедности овра гами. Теоретически овраги, которые могут быть с обеих сто рон долин и могут многообразно ветвиться, должны значитель но превосходить по общей длине общую длину долин.

3. Сделаем сравнение результатов по обеим картам, в ра счете на площадь, изученную по второй карте. Сводим циф ры.

| | Долины | Овраги | Итого |
|---|---|---|---|
| Первая карта | 9068 | 14912 | 23980* |
| Вторая | 13877 | 15076 | 28953 |

Во второй, крупномасштабной, карте длина всей сети оказалась, округленно, на 5000 километров (на 21%) больше, чем на первой карте, хотя карты почти одновременны. Это произошло вследствие влияния масштабности карт. Вторая карта имеет масштаб в 4 раза крупнее, площадь карты в 16 раз больше. Понятно, что она отражает все элементы на много детальнее. Но почти весь этот прирост сети оказался по линии долин, а не оврагов.

Расчленение долинной сети идет далеко. В определении категорий притоков мы будем держаться геоморфологического истолкования, а не гидрографического. Так, реку Каму считаем не притоком, а основной рекой, наравне с Волгой. Поэтому реки Ик, Шешма и пр. считаем притоками первого порядка (а не второго, как следовало бы в гидрографическом отношении). Отметим, что в бассейне Камы расчленение идет на одну категорию дальше, чем в бассейне Волги, именно до четвертой категории.

4. Поверхностный сток имеет большое значение для питания средних и малых рек только в короткое время паводка

* Примечание. Несколько планшетов юго-западного угла Татарии отсутствовали в материале работ и не вошли в подсчет.

* Для всей Татарии по этой карте долины — 9288, овраги — 15292, итог — 24580 *км*.

(в первой половине апреля большей частью). В это время в них проходит максимальный процент годового стока, до 80—90% и больше. В остальное время большое значение имеет родниковое питание рек, особенно в высоких, сильно разрезанных плато, богатых источниками. Поэтому получаются оригинальные речки с «боковым питанием» и «сухие» реки.

Речки с «боковым питанием» имеют сухие русла в верховьях или также и в следующих участках. Но ниже таких сухих участков речка получает обильный приток из сильных источников и в речке организуется постоянное течение до устья или до следующего сухого участка.

В зависимости от обилия источников даже речки третьей категории могут иметь расход почти в один кубометр в секунду (р. Сула, приток Дымки), а речки второй категории — до 3—4 кубометров (пример: р. Кандыз, приток Ика, до 4 $м^3$).

## 2. Долинно-овражная сеть Татарии

5. Перейдем к рассмотрению результатов изучения эрозионной сети Татарии по второй, крупномасштабной карте. Сначала рассмотрим распределение сети по основным частям Татарии, пользуясь приведенной сводной таблицей (№ 2).

Для двух частей выделены коренные территории — пермских отложений (латинской буквой P) и территории четвертичных отложений (буквой Q), во втором столбце таблицы. (Предволжье охвачено неполностью, как об этом сказано выше). Устанавливаем главную закономерность пространственного распределения сети: деление Татарии на две полосы различного расчленения. Первая полоса — Предволжье и Северное Заволжье (Предкамье) — имеет общее расчленение в 1,5—2 раза большее, чем вторая полоса — Южное Заволжье (Закамье). Еще больше различия в сети оврагов. В первой полосе коэффициент овражности в 2 и в 2,5 раза больше. Но такого же различия между этими полосами по длине долин нет. Мало того, Восточное Закамье выдается большим коэффициентом долин.

Соотношение длины долинной и овражной сети в первой полосе прямое, нормальное: овражная сеть в 1,5—2 раза больше долинной сети. Во второй полосе соотношение обратное — сеть долин или почти равна сети оврагов или в полтора раза больше.

Из отдельных частей Татарии на первом месте по расчлененности и особенно по овражности стоит Предволжье. На втором месте — Северное Заволжье (Предкамье). Большое развитие овражности в этих частях объяснимо природными

Таблица 1

**Развитие долинной и овражной сети по основным частям Татарии**

| Части Татарии | Площадь | Длина | | | Коэффициенты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | итого | долин | оврагов | общий |
| 1. Предволжье | 6886 | 1231 | 3370 | 4601 | 0,18 | 0,49 | 0,67 |
| То же, с разд. реками | | 1391 | 3370 | 4761 | 0,20 | 0,49 | 0,69 |
| Предкамье — P | 17972 | 3904 | 6060 | 9964 | 0,22 | 0,34 | 0,56 |
| То же — Q | 2035 | 49 | 535 | 584 | 0,02 | 0,26 | 0,28 |
| Итог | 20007 | 3953 | 6595 | 10548 | 0,20 | 0,33 | 0,53 |
| То же с разд. реками | | 4311 | 6595 | 10906 | 0,21 | 0,33 | 0,54 |
| 3. Зап. Закамье — P | 7622 | 1382 | 1116 | 2498 | 0,18 | 0,15 | 0,33 |
| То же — Q | 5070 | 540 | 988 | 1528 | 0,11 | 0,19 | 0,30 |
| Итог | 12692 | 1922 | 2104 | 4026 | 0,15 | 0,17 | 0,32 |
| То же с разд. реками | | 2037 | 2104 | 4141 | 0,17 | 0,17 | 0,34 |
| 4. Вост. Закамье | 20077 | 4902 | 3007 | 7909 | 0,24 | 0,15 | 0,39 |
| То же с разд. реками | | 5472 | 3007 | 8479 | 0,27 | 0,15 | 0,42 |
| Вся Татария — P | 52557 | 11419 | 13553 | 24972 | 0,22 | 0,26 | 0,48 |
| Q | 7105 | 589 | 1523 | 2112 | 0,08 | 0,21 | 0,29 |
| Итог | 59662 | 12008 | 15076 | 27084 | 0,20 | 0,25 | 0,45 |
| С разд. реками | | 13211 | 15076 | 28287 | 0,24 | 0,25 | 0,49 |
| С основн. реками и с поймой | 67090 | 13877 | 15076 | 28953 | 0,21 | 0,23 | 0,44 |

условиями (средняя высота, большое развитие толщ татарского яруса, преобладание подзолистых почв, большее увлажнение). Но еще большее действие оказали историко-экономические причины.

Эти части были центрами формирования татарского народа; и в дальнейшем они оставались более плотно заселенными и разработанными. Средняя плотность населения в Западном Предкамье достигает 64,4 человека на 1 км², в Предволжье—47,7; в обеих частях Закамья—всего 31—32 человека. Поэтому распаханность в первых частях большая, а лесистость меньшая. Западное Предкамье, находящееся в лесной зоне, имеет теперь процент лесистости всего 16,3 (при средней по Татарии 17,6%), то есть меньший, чем лесостепное Закамье (в Западном Закамье 20,4%). Еще меньше лесистость Предволжья — последнее место в Татарии (цифры даны по книге П. В. Абрамова (1).

Большая заселенность и распаханность, при уменьшенной

лесистости — причины, содействующие росту оврагов в указанных частях.

В Закамье картина расчленения резко меняется. Западное Закамье наименее расчлененная часть Татарии, имеющая почти равную сеть долин и оврагов. Эта часть Татарии самая низкая и сухая. Малые превышения не дают оснований для роста эрозионной сети. Сухость действует в том же направлении.

6. Другая часть Закамья — Восточное Закамье — представляет очень интересную область и дает нам геоморфологические загадки. По общему расчленению (0,42) она — только третья по порядку часть Татарии, хотя по абсолютной и относительной высоте междуречий — первая. Эта наибольшая высота отражена в долинном расчленении (0,27) — оно наибольшее во всей Татарии. Но сеть оврагов здесь мала, одинаковая с низким Западным Закамьем, минимальная в Татарии (0,15).

Получается любопытный геоморфологический парадокс — самая высокая часть имеет наименьшую длину овражной сети. И в то же время развитие долин здесь максимальное, далеко превосходящее другие части Татарии, и по длине и по глубине долин. Оба факта теоретически противоречат друг другу. Необходимо объяснение этого исключения из общей закономерности. Опыт объяснения этого геоморфологического парадокса был дан в работе над первой картой (46). Обратимся еще к этому вопросу в расширенной форме.

Большое развитие долин является нормальным и стоит в связи с высотой территории. Прежде всего это есть наследие высокого подъема края в эпоху большого плиоценового предакчагыльского поднятия, сопровождавшегося большим развитием эрозии. Впоследствии части этих долин (нижние половины) были перекрыты отложениями неогена. Но в самой высокой своей части долины, вследствие высоты, не были охвачены отложениями акчагыла. Четвертичные поднятия продолжали процесс эволюции долин; низкое Западное Закамье значительно отстало в развитии долин.

Сложнее объяснить факт малого развития овражной сети, так как густая сеть глубоких долин дает для этого хорошие предпосылки. Надо было выявить ряд факторов, которые действуют тормозящим образом на овражный процесс. Развитие оврагов не стоит в зависимости от высоты территории. Наблюдается даже обратное явление. В междуречье Шешмы—Зай коэффициент овражности 0,20, а в более высоком междуречье Зай — Ик этот коэффициент всего 0,15. При этом в 19 планшетах Бугульминского плато (самой высокой части) коэффициент еще ниже — в среднем 0,12.

Край Восточное Закамье был заселен позднее других частей и до последнего времени имел меньшую интенсивность

заселения и разработки в связи с удалением от транспор ных магистралей. Железная дорога от Волги до Уфы, прор зающая крайний юго-восток Татарии, сравнительно поздне постройки.

Существенно действуют на развитие овражности геомо фологические и геологические условия. В крае распространн ны асимметрия долин и междуречий, поэтому водосборна площадь крутых склонов очень невелика. А сток в пологу сторону междуречий, вследствие малого падения не прои водит большого действия.

Склоны долин большею частью образованы устойчивы отложениями казанского яруса. Это тормозит размыв н склонах; к тому же ведет значительная облесенность круты склонов и ближайших частей междуречий. Имеет значение почвенный покров. Чернозем более устойчив против эрози а черноземы преобладают в этом крае.

При малом развитии линейной эрозии в крае развит, бла годаря высоте и обилию склонов, плоскостной смыв. Поэто му элювиальный и почвенный слои не имеют большой мощ ности. В грунтах близко от поверхности встречаются карбо натные породы или их щебенка. Отдельные куски щебенк встречаются и на поверхности.

## 3. Детальное распределение расчлененности в Татарии

Рассмотрим материал расчлененности по всем имеющимс планшетам. Всего их 192 (сводя части их к полным планше там). По этим данным составлены картосхемы расчлененно сти (отдельно сеть долин и оврагов в изолиниях коэффиц ентов) — см. № 5 и 6.

При анализе всего этого материала выявились интересны закономерности.

Сначала разберем различия между территориями корен ных и четвертичных (террасовых) отложений. Последни учтены по левобережью Волги и низовьев Камы. Остальны площади их, слабее выраженные, отдельно не учитывались.

Расчлененность нижне- и среднечетвер тичных террас. 7. Средние показатели для крупны частей Татарии еще не дают достаточно конкретной прост ранственной картины расчлененности. Более детальные све дения мы получаем при рассмотрении следующих таблиц, где материал[1] собран по основным междуречьям Татарии, с вы делением обширных верхних четвертичных террас.

Очень своеобразна геоморфологическая область верхни нижне- и среднечетвертичных террас крупных рек (2 и 3 над пойменные террасы). Территория их достигает крупного раз вития только по левобережью Волги, где она и тянется сплош

[1] й карте.

ной широкой полосой по всей Татарии. Прерывается она только широкой поймой низовьев Камы.

Террасовые толщи отличаются большой водопроницаемостью своих толщ (лёссовидные суглинки, супеси, пески). Поэтому достаточный водоносный горизонт в них образуется лишь на большой глубине (50—60 метров), ближе к контакту с подстилающими породами.

Колодцы здесь приходится рыть очень глубокие. Источников нет. Речная сеть очень слабая. Собственных речек или хотя бы ручьев тоже нет. Протекают здесь лишь низовья экзотических рек, начинающихся в «коренных» территориях. Вступая на территорию террас, эти реки уже не получают притоков и даже уменьшают свою водоносность вследствие испарения и инфильтрации. В сухое время некоторые из них пересыхают, распадаясь на ряд плёсов, «бочагов». Поэтому территории террас отличаются ничтожным развитием долин; средний коэффициент в западной (приказанской) части всего 0,02, в закамской части — 0,07. Многие ареалы имеют нулевой коэффициент. В западном (приказанском) участке таких ареалов 10, из них на участке к югу от Казани пять (из шести). В Закамье семь таких ареалов. На территориях, сложенных «коренными» толщами, ареалов без долин совершенно не бывает. Но овражная расчлененность верхних террас иногда приближается к расчлененности коренных территорий. Тормозящее действие небольшой высоты компенсируется рыхлостью отложений. Но эти овраги развиты преимущественно у крутого уступа к нижним террасам, в обезлесенных местах. Обширные площади очень бедны оврагами. Немало ареалов, особенно в западном, приказанском, участке имеют коэффициент 0,00. Обычно это те же ареалы, где и долинное расчленение равно нулю. Но все же ареалов без оврагов меньше, чем без долин.

Расчлененность по основным междуречьям и местные различия. 8. Составляем таблицы расчлененности по основным междуречьям Татарии. Эти таблицы дают показатели расчлененности уже не по четырем основным частям, а по тринадцати основным междуречьям. При этом долины рек, разделяющих междуречья, не входят в подсчет. Они учтены только в итогах, по основным частям Татарии.

Кроме рассмотрения средних величин по междуречьям, мы здесь же приведем и некоторые, более интересные, данные по отдельным ареалам или группе их (местные различия).

Из всех междуречий Предкамья наиболее расчленен правобережный бассейн р. Вятки (0,63). Здесь сказывается большая относительная высота над долиной Вятки и ее притоков. По отдельным планшетам расчленение дает максимум в 1,10.

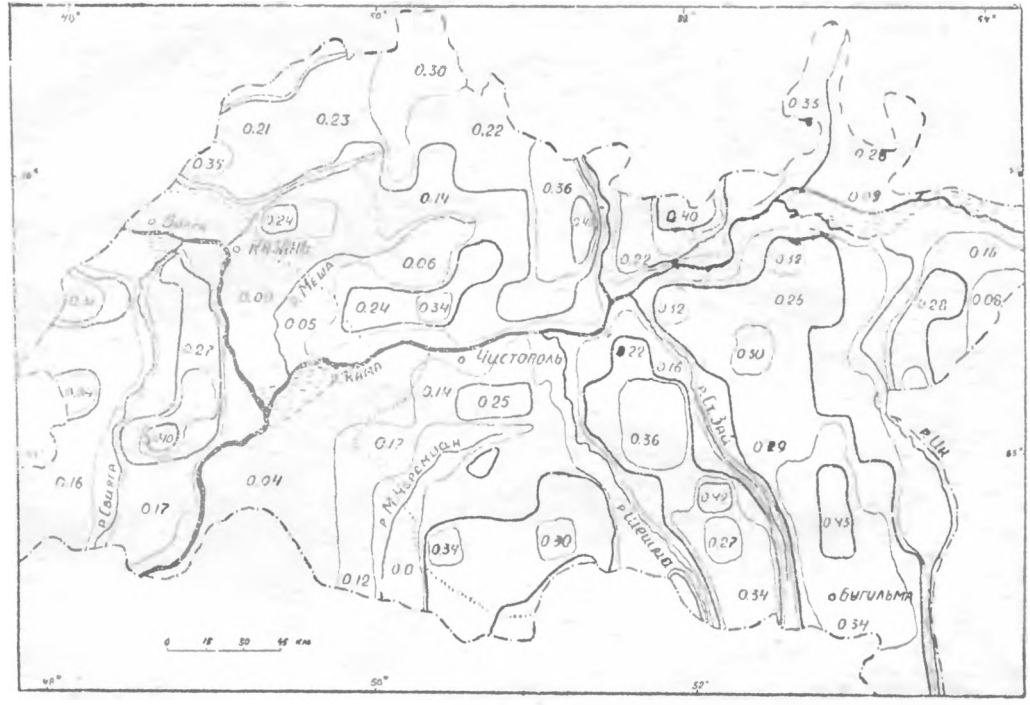



Рис. Карто-схема распределения сети долин по основным междуречьям Татарии

Утолщенные изо-денсы охватывают территорию с коэффициентами 0,20 и 0,40 (включительно). Тонкие изо-денсы — с коэффициентами 0,10 и 0,30. Основные участки поймы (ныне покрытые уровнем Куйбышевского и Камского водохранилищ) — штриховое покрытие. Внешняя граница [illegible]

Таблица 3

**Расчлененность поверхности Северного Заволжья (Предкамья) по междуречьям**

| Междуречья | Площадь | Длина в *км* | | | Коэффициент | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | итог | долин | оврагов | итог |
| 1. Илеть—Казанка | P—3275 | 721 | 1253 | 1974 | 0,22 | 0,39 | 0,61 |
| | Q—605 | 19 | 165 | 184 | 0,03 | 0,27 | 0,30 |
| Итог | 3880 | 740 | 1418 | 2158 | 0,23 | 0,37 | 0,60 |
| 2. Казанка — Мёша | P—2980 | 385 | 982 | 1367 | 0,13 | 0,33 | 0,46 |
| | Q—943 | 3 | 262 | 265 | 0,003 | 0,28 | 0,28 |
| Итог | 3923 | 388 | 1244 | 1632 | 0,09 | 0,31 | 0,40 |
| 3. Мёша — Кама | P—4065 | 848 | 1696 | 2544 | 0,18 | 0,36 | 0,54 |
| | Q—487 | 27 | 108 | 135 | 0,07 | 0,22 | 0,29 |
| Итог | 5152 | 875 | 1804 | 2679 | 0,19 | 0,39 | 0,58 |
| 4. Вятка — басс. пр. бер. | 3765 | 1081 | 1256 | 2337 | 0,29 | 0,34 | 0,63 |
| 5. Вятка — Иж | 1935 | 480 | 629 | 1109 | 0,25 | 0,32 | 0,57 |
| 6. Басс. р. Иж | 1352 | 389 | 244 | 633 | 0,29 | 0,17 | 0,46 |
| Все Предкамье | P—17972 | 3904 | 6060 | 9964 | 0,22 | 0,34 | 0,56 |
| | Q—2035 | 49 | 535 | 584 | 0,02 | 0,26 | 0,28 |
| Итог | 20007 | 3953 | 6595 | 10548 | 0,20 | 0,33 | 0,53 |
| С разделяющими реками | | 4311 | | 10906 | 0,21 | 0,33 | 0,54 |

Большой расчлененностью (0,60 и 0,58) отличаются также междуречья Илеть — Казанка и Мёша — Кама. Первое потому, что лежит в области Вятского вала и имеет повышенную поверхность. Второе потому, что близка долина Камы, представляющая низкий базис эрозии.

Привлекают внимание оригинальные условия в междуречье Вятка—Иж. Чрезвычайно лесистый (90% леса) и низкий Лубянский выступ почти не имеет оврагов (0,05). Это — влияние лесистости и малой высоты. Противоположна этому территория верхних террас близ устья Вятки, к западу от Свиные горы. При отсутствии леса и при большой рыхлости отложений овражность здесь большая, а на небольшом участке в 80 *км*² коэффициент составляет даже 1,77.

9. Западное и Восточное (Свияго-Волжское) междуречья Предволжья очень сильно друг от друга отличаются. При одинаковой сети долин овражность в восточном междуречье Татарии почти в два раза большая (0,61) и является наибольшей в Татарии (из средних по междуречьям). Также и по обще-

Таблица 9

**9. Расчлененность поверхности Предволжья по междуречьям**

| Междуречья | Площадь | Длина в *км* | | | Коэффициенты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | итог | долин | оврагов | общий |
| Западн. часть | 2720 | 465 | 822 | 1287 | 0,17 | 0,30 | 0,47 |
| Восточн. часть | 4166 | 766 | 2548 | 3314 | 0,18 | 0,61 | 0,79 |
| Итог | 6886 | 1231 | 3370 | 4601 | 0,18 | 0,49 | 0,67 |
| С разделяющими реками | | 1391 | | 4761 | 0,20 | 0,49 | 0,69 |

му расчленению междуречье имеет наибольший коэффициент (0,79). Причина этого заключается в общем геоморфологическом положении этого междуречья. Оно представляет как бы высокий и неширокий полуостров Приволжской возвышенности. Три с половиной стороны этого полуострова оконтурены глубокими долинами Свияги и Волги. Относительные превышения почти везде больше 100 *м*, доходя до 150 и более. Эти превышения больше, чем по Каме и Вятке.

Со всех сторон в междуречье от глубоких местных базисов эрозии вторгаются речные и овражные системы. В 11 ареалах коэффициент овражности превышает 0,60, доходя до 0,80 и 90,0. Для частей планшетов коэффициент выражa-

Таблица 5

**10. Расчлененность Западного Закамья по междуречьям**

| Междуречья | Площадь | Длина в *км* | | | Коэффициенты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | итог | долин | оврагов | общий |
| Волга — М. Черемшан | P—2214 | 336 | 468 | 804 | 0,15 | 0,21 | 0,36 |
| | Q—3500 | 287 | 771 | 1058 | 0,08 | 0,22 | 0,30 |
| Итог | 5714 | 623 | 1239 | 1862 | 0,11 | 0,22 | 0,33 |
| М. Черемшан — Шешма | P—5108 | 1046 | 648 | 1694 | 0,19 | 0,12 | 0,31 |
| | Q—1570 | 253 | 217 | 470 | 0,16 | 0,14 | 0,30 |
| Итог | 6978 | 1299 | 865 | 2164 | 0,19 | 0,12 | 0,31 |
| Всего | P—7622 | 1382 | 1116 | 2498 | 0,18 | 0,15 | 0,33 |
| | Q—5070 | 540 | 988 | 1528 | 0,11 | 0,19 | 0,30 |
| | 12692 | 1922 | 2104 | 4026 | 0,15 | 0,17 | 0,32 |
| С разделяющими реками | | 2037 | 2104 | 4141 | 0,17 | 0,17 | 0,34 |

ется даже цифрами 1,27 и 1,31. Особенно расчленены северная треть междуречья и южная.

Из двух междуречий Западного Закамья несколько больше расчленено первое (Волга — М. Черемшан). Второе, хотя и более высокое, дает меньшее расчленение. Притом эта расчлененность имеет уже своеобразный характер — коэффициент долин (0,19) больший, чем коэффициент оврагов (0,12). Такая закономерность сближает это междуречье с территорией Восточного Закамья. По овражности (0,12) междуречье Черемшан—Шешма стоит на последнем месте в Татарии (при максимуме 0,61 в междуречье Свияга—Волга). Одной из причин низкой овражности можно выставить влияние обширных лесных массивов (известных черемшанских дубрав), а также черноземных почв.

Обратимся к междуречьям последней части Татарии.

Таблица 6

**11. Расчлененность Восточного Закамья по междуречьям**

| Междуречья | Площадь | Длина в *км* | | | Коэффициенты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | итог | долин | оврагов | общий |
| Шешма—Зай | 5305 | 1452 | 974 | 2426 | 0,27 | 0,18 | 0,45 |
| Зай—Ик | 12266 | 2942 | 1681 | 4623 | 0,24 | 0,13 | 0,37 |
| Ик — Сюнь | 2506 | 508 | 352 | 860 | 0,20 | 0,14 | 0,34 |
| Итог | 20077 | 4902 | 3007 | 7909 | 0,24 | 0,15 | 0,39 |
| С разделяющими реками | | 5472 | 3007 | 8479 | 0,27 | 0,15 | 0,42 |

Выведенная ранее (в обзоре целых частей Татарии) закономерность еще более подтверждается теперь. Это большое развитие в Восточном Закамье сети долин и слабое — сети оврагов. Во всех междуречьях сеть долин значительно превышает сеть оврагов.

Междуречье Зай—Ик самое высокое, однако расчленение его (особенно овражное) меньше, чем расчленение более низкого междуречья Шешма-Зай. Особенно мала овражность (почти в 5 раз меньше, чем в междуречье Свияга — Волга). Еще раз убеждаемся, что в условиях Восточного Закамья абсолютная и относительная высоты — не определяющие в этом отношении.

Процент речных долин (64%) в междуречье Зай—Ик является наибольшим для всех междуречий Татарии.

12. Сопоставим наши результаты с другими материала-

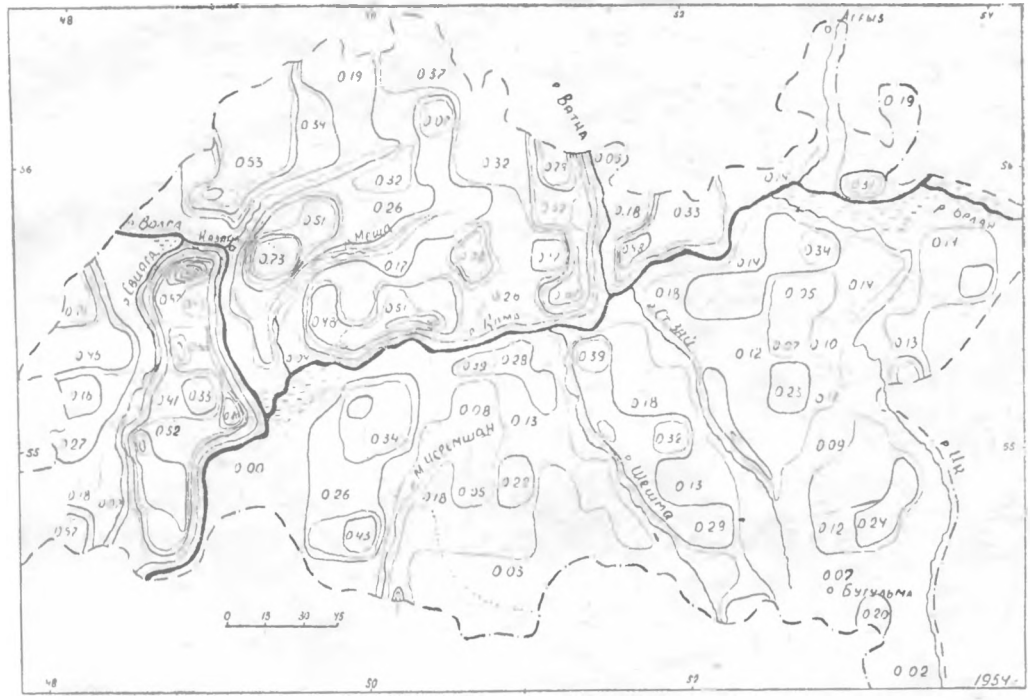



**Рис. 6. Картосхема распределения сети оврагов по основным междуречьям Татарии**

Утолщенные изо-денсы охватывают территорию с коэффициентами 0,10; 0,30; 0,50:0,70 и 0,90. Основные участки поймы (ныне покрытые уровнем водохранилищ)— штриховое покрытие. Внешняя граница верхних террас по Волге и Каме—пунктир [illegible]

ми. Материалы Министерства с/х ТАССР дают общую площадь оврагов на полях колхозов в 75.000 гектаров. Хотя единица измерения (гектар) несравнима с нашим показателем расчлененности, все же сравнения можно произвести.

Процент площади оврагов (к общей площади каждой части Татарии) в западной и северной полосе держится в пределах от 1,2 до 2%, а в Закамье составляет 0,6%. Это вполне совпадает с нашими коэффициентами.

Даем группировку административных районов по процентному отношению площади оврагов к площади пахотной земли колхозов.

Таблица 7

**Число районов по частям ТАССР**

| Проценты | Предкамье | Предволжье | Закамье | | Итого |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | западное | восточное | |
| 0—1 | 2 | 1 | 7 | 7 | 17 |
| 1—2 | 9 | 1 | 3 | 11 | 24 |
| 2—3 | 8 | 7 | — | 2 | 17 |
| 3—5 | 3 | 1 | — | — | 4 |
| больше 5 | 4 | 2 | — | — | 6 |

И эти подсчеты подтверждают выводы о меньшей расчлененности обеих частей Закамья. В Западном Закамье совершенно нет районов, имеющих более 2% оврагов; и более двух третей всего числа районов имеют низшую ступень — не более 1%. В Восточном Закамье нет районов с площадью оврагов более 3%; девять десятых всех районов лежат в пределах овражности, не превышающей 2%.

Коренным образом отличаются по овражности от других районов Предволжье и Предкамье. В них преобладает число районов с площадью оврагов более 2%, особенно в Предволжье, где они составляют пять шестых всего числа районов. Имеются в этих частях и высокие ступени овражности: от 3 до 5% (3 района) и более 5% (5 районов). Наибольшее расчленение имеют в Западном Предкамье районы Кукморский (5,6%), Мамадышский (7,7) и Тактанышский (5,1). Все они расположены в привятской полосе, примыкая к долине Вятки. В Предволжье выделяется Верхне-Услонский (8,2); в Восточном Предкамье — Елабужский (6,1).

Наименьшее расчленение имеют в Западном Закамье районы Куйбышевский (0,4%) и Алексеевский (0,2), то есть районы, имеющие наименьшую высоту территории и большую площадь древнечетвертичных отложений. Примечательно, что небольшую овражную площадь имеют многие районы, расположенные в самой высокой части Восточного Закамья: Азнакаевский (0,8), Альметьевский (0,6), Бугульминский (0,8),

Ютазинский (0.7). Это совпадает с выводами по нашим измерениям — в этих районах большие площади древних пенепленов со слабой овражностью. С другой стороны, мы встречаем такие же слабоовражные районы и в самых низких и плоских частях края: Актанышский (0.8) — в пределах молодых низких равнин, Тумутукский (0,7) — в плоском левобережье долины Ика. Таким образом, совершенно противоположные по абсолютной и относительной высоте районы имеют все же одинаковую изрезанность.

Малое расчленение нормально для низких районов, но является исключением из правила для высоких районов Бугульминского плато.

Крайние места занимают районы Верхне-Услонский и Алексеевский (к которому близок Куйбышевский). На тысячу гектаров площади в первом приходится 54 гектара овражной площади, а в Алексеевском всего 1,7 гектара, почти в 32 раза меньше. Верхне-Услонский район лежит в высоком левобережье Волги, Алексеевский — в низком плоском левобережье Камы. Здесь влияние высоты обычное, нормальное.

Карта, приведенная в работе Ф. С. Хабибуллиной («Овражно-балочная расчлененность территории Татарии» — Изв. Каз. филиала Академии Наук, сер. геология., I, 1950) показывает распределение эрозионной сети, в крупных чертах соответствующее нашим результатам. Но коэффициенты в некоторых частях отличаются. Это и понятно. Во-первых, Ф. С. Хабибуллина работала с другой картой; не показана величина ареалов, взятых для вычисления коэффициентов, и не ясно, вошли в измерение или нет такие элементы эрозионной сети, как долинки-овраги «сухих» рек и ручьев. Поэтому и в среднем коэффициенте по Татарии получилось различие: у Ф. С. Хабибуллиной он 0,40.

В работе С. В. Зонна находим небольшую «Схематическую почвенно-эрозионную карту ТАССР, 1942 г.». Коэффициента расчленения в ней не дано. Общие определения не расходятся с нашими материалами. Сравнение с результатами С. С. Соболева помещаем дальше.

## 4. Методика определения расчлененности

Методы измерения и выбор ареалов. 13. Определение расчлененности рельефа дело далеко не простое. Прежде всего — это очень трудоемкая работа. Кроме большого терпения и внимания, это дело требует (как нередко выясняется уже в процессе работы) применения точно установленных, прочных и однообразных методов. Без этого результаты будут несравнимы, ибо они будут очень колебаться в зависимости и от применяемых в работе приемов, и от индивидуальности исследователя, и от многообразны

различий в картографическом исходном материале. Поэтому автор и поставил своей целью поделиться опытом такой работы. Уже в начале первого раздела главы явилась необходимость дать некоторые выводы в этом отношении.

Кроме двух основных карт для отдельных участков сделано определение развития сети и по другим картам, что позволило расширить сопоставления и выводы о методах работы и об условиях, определяющих точность результатов.

Определение длины сети всюду производилось курвиметром. Это больше гарантирует надежность результатов, чем измерения циркулем. Измерения большей частью производились повторно, а иногда по три раза (в более трудных ареалах). Длина долин определялась в пределах синей линии рек.

Важное значение имеет вопрос об единице территории, принятой для вычисления коэффициента расчлененности (назовем эту единицу «ареалом»). Здесь важен вопрос о размерах, форме и границах ареалов. Слишком большой ареал (как размер «ключей» в работе С. С. Соболева— 625 *км*$^2$) очень обобщает результаты и не выявляет важных деталей. Слишком малый ареал (положим в 100 *км*$^2$) был бы значительно лучше для детализации работы. Но применение его потребовало бы необычайно большой затраты времени и сил, не оправданной небольшим улучшением результатов.

Кроме размеров, важна форма и размещение ареалов. Эти вопросы были разработаны в первой статье о расчлененности Татарии. На основании опытных разработок, с применением ареалов разной величины и размещения, автор пришел к выводу о наилучшем выборе ареала.

Выбор ареала определил их форму и размещение. Это —трапеции( почти прямоугольники). Такие ареалы, совпадающие с планшетами картографической сетки (нарезки), расположены везде единообразно, совпадая с сеткой географических координат. Но тогда встает требование — выявить расчлененность не только в пределах этой сетки, но и в пределах конкретных физико-географических единиц, что и сделано. Расчленение выявилось и по основным междуречьям и по территориям верхних террас. Каждый ареал, лежащий в разных, отобранных для показа расчленения территориях, расчленялся, и для обеих частей коэффициент вычислялся отдельно.

Геоморфологическое значение изучения расчленения очень большое. Коэффициенты расчленения должны выявить, отобразить, охарактеризовать важнейшие геоморфологические провинции, ландшафты. В принятых нами размерах выявлены основные междуречья, выделена территория четвертичных отложений верхних террас и, наконец, вы-

делена пойма крупных рек, как территория, составляющ особый геоморфологический ландшафт и не входящая в т му работы.

В фондовых экземплярах работы (в машинописи) в пр ложениях депонированы результаты измерений по каждом ареалу.

Интересен вопрос о расчете коэффициентов. Все нерас члененные участки водоразделов включаются в подсчет пл щади для вычисления коэффициентов. Этим понижает степень расчленения непосредственно для овражных поясов Отдельный расчет можно сделать только в очень крупномас штабных работах. Однако выборочно это сделано и в наш работе, для двух участков с узким (0,3 *км*) и широким (3 4 *км*) водоразделом (по карте 1876 г.). После исключени (из расчета коэффициента) площади водораздельной полос коэффициент только овражной полосы увеличился на учас ке с широким водоразделом почти на 45%. Но на участке узким водоразделом коэффициент увеличился только на 10 11 процентов.

При большом развитии в Татарии узких водоразделов и очень извилистом расположении отпадает вопрос об исклю чении их; это исключение неправильно и логически, ибо м определяем расчлененность не одних овражных полос, а все поверхности.

Разная величина ареалов даст и различные коэффициен ты. Лишь средние величины по крупным частям не завися от ареалов. Чем крупнее ареалы, тем более исчезают детали и результаты «усредняются». Поэтому в каждой работе со вершенно необходимо указание размеров и расположения ареалов.

14. Измерение по обеим основным картам было сплошное по всей территории края, по всем без исключения планше там (ареалам). Метод «ключей» (выбранных участков), которым работал С. С. Соболев, нами не применялся.

Результаты, полученные при изучении «ключа», распространяются на всю территорию, которую представляет ключ. Следовательно, ключ должен являться осредненным, должен давать точно среднюю величину расчлененности. Не ведь ключи выбираются визуально, а это, конечно, не гарантирует надежности. Всегда будут уклонения в ту или другую сторону, что изменит и общий результат. Ошибка при выборе ключа многократно увеличится при переводе результатов на всю площадь.

Если б таких ключей было взято в работе много и они были распределены равномерно, результат был бы лучше. К сожалению, в работе С. С. Соболева нет никаких указаний ни о числе, ни о расположении ключей. Сплошное изме-

рение, особенно когда автор работает без помощников, требует большой выдержки, чтобы не ограничиться методом «ключей», неизмеримо менее трудоемким. Однако в интересах точности сплошное измерение было проведено, притом с выборочной проверкой.

Коэффициенты расчленения в нашей работе рассчитаны обычным методом — длина сети в километрах, деленная на площадь в квадратных километрах.

Влияние масштаба. 15. Мы знаем общую картографическую закономерность — измерение извилистых линий на картах (вследствие влияния генерализации и техники измерения) дает тем менее точные результаты (и меньшие цифры), чем мельче масштаб карты. С уменьшением масштаба исчезают мелкие изгибы рек, оврагов; кроме того, становятся неизмеримыми мелкие отвершки и изгибы оврагов, которые на карте крупного масштаба вполне поддаются измерению. Поэтому вторая карта Татарии и дала прирост длины сети на 21 процент.

Тем более далекими от точности должны быть измерения по карте более мелкого масштаба, такой как карта «десятиверстка», с которой оперировал С. С. Соболев. Масштаб десятиверстки в 2,1 раза мельче, чем нашей первой карты Татарии, и в 8,5 мельче второй карты.

Значение типа карты. 16. Разберем этот вопрос сначала по материалам наших работ. При подведении детальных итогов измерений по второй карте неожиданно обнаружилось, что сеть оврагов на второй карте оказалось на 1404 *км* меньше, чем на первой. Зато сеть долин во второй оказалась на 72% большей, чем в первой карте. Это чрезмерное преувеличение. Кроме того, в результатах по второй карте мы нашли, что сеть долин в ней на 2767 *км* больше сети оврагов. Все это — ненормальные результаты. Даем эти итоги в таблице 8.

Таблица 8

| | Долины рек | То же пересыхающ. | Итог по долинам | Овраги | Вся сеть |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-я карта | 8939 | 000 | 8939 | 15164 | 24103 |
| 2-я карта | 13211 | 2316 | 15527 | 12760 | 28287 |

Показываемые разноречия явились результатом различия типа карт.

На второй карте реки разделены на пересыхающие и на

постоянные (штриховая и непрерывная синяя линии). Долин пересыхающих или «сухих» рек выведено 2316 *км*, постоянных рек 13011 *км*. На первой карте такого разделения рек нет, а большая часть сухих рек вообще не показана (особенно более мелкие).

Обращает внимание очень большая общая длина всех сухих рек на второй карте. Очевидно, к этой категории были отнесены и крупные, развитые овраги, имеющие сформированное, хотя и неглубокое русло, с временным водостоком. Поэтому собственно оврагов, несмотря на крупномасштабность, оказалось меньше, чем на первой карте.

Разумно было, при окончательном подсчете длины сети по категориям, эти «сухие реки» отнести к числу оврагов*. После этого только что приведенная итоговая таблица получила несколько иной вид (таблица 9).

Таблица 9

| | Долины | Сухие реки | Овраги | Итог овраги | Вся сеть |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-я карта | 8939 | 000 | 15164 | 15164 | 24103 |
| 2-я карта | 13211 | 2316 | 12760 | 15076 | 28287 |

Это уже нормальные соотношения. По второй карте оврагов на 1 865 *км* больше, чем долин (а не меньше, как на табл. 9). При сравнении обеих карт мы находим почти равенство длины оврагов, но для долин значительное преобладание их длины по второй карте. Итак, вторая карта более точно выявляет именно длину долин. В первой карте, очевидно, часть долин отнесена к оврагам.

В таблицах, приведенных в начале данной главы, эти рабочие моменты не включены; там даны прямо первая, четвертая и пятая колонки из этих детальных разработок.

Но есть и еще источники различий. Кроме долин и оврагов, на картах отображаются балки и крупные ложбины. Но они не обозначаются знаком оврагов и в подсчет не входят. Так, на второй карте Татарии можно насчитать много ложбин, выраженных сближением ветвей одной—двух горизонталей. В Восточном Закамье подсчитано до 400 *км* ложбин, хотя в таблицу и в подсчет сети они не введены.

На первой карте Татарии контуры долин и оврагов даны коричневой линией. Разницу между долинами и оврагами приходится определять только по наличию в долинах синей линии речек, ручьев. В штриховых картах различие между оврагами, балками и ложбинами показано не качественным

* Кроме длинных, несомненных рек (Аря, Бувы и др.).

образом, а лишь количественным (различием в густоте штриховки, означающей угол склона). Понятно, что при измерении более крупные балки и ложбины могут попасть в подсчет сети оврагов и действительно, в штриховых картах часто овраги имеют в верховьях очень длинные продолжения со все ослабляющейся системой штрихов. Это уже несомненно или плоские балки или водосборные ложбины данного оврага. И при измерении самому исследователю приходится решать, где же кончается овраг и начинаются эти верховые формы. Вот новый источник расхождений. На карте с горизонталями овраги имеют точное обозначение; на других картах (в том числе и в десятиверстке) этого нет, и там получается обычно при измерении преувеличение или уменьшение сети оврагов.

Кроме рассмотренных типологических причин (постоянно присущих картам), могут быть влияния отдельные, зависящие от времени съемки картографического материала и даже качества составления и издания карты и индивидуального подхода картографа. Можно считать, что даже климатические изменения во время геодезических съемок могут отразиться на показе в картах сети рек. Затяжные сухие периоды приводят к исчезанию многих малых рек. Топосъемки, произведенные в это время, дадут на карте сокращенную сеть рек. На десятиверстке мы находим очень хорошо выраженную и обильную речную сеть. Эта карта была основана на съемках второй половины прошлого века, когда истребление лесов в период развития российского капитализма только еще начиналось и водоохранное значение лесов еще не было подорвано. Первая карта Татарии (1935 г.) составлена на основании топосъемок, произведенных в длительный сухой период, что, без сомнения, могло сказаться на карте уменьшением сети долин и увеличением сети оврагов (при картировании часть долин в верховьях отнесена к оврагам).

Чтобы выяснить конкретнее и доказать эти заключения, автор произвел сравнительные определения по ряду участков, с привлечением других карт.

Таблица 10

| Карта | Долины р. Бер-суть и р. Сунь в *км* | Число притоков | Длина притоков | Общая длина долин | Овраги | Всего |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Первая карта, 1935 г. | 30 | 1 | 8 | 38 | 104 | 142 |
| Карта 1876 г. | 42 | 13 | 33,4 | 75,4 | 142 | 217,4 |

Первый участок — верхняя часть бассейна р. Берсуть (от впадения р. Сунь), по карте первой и карте 1876 года.

Карта 1876 года в 2,5 раза более крупного масштаба. Она дала длину сети в 1,5 раза большей — это влияние масштабности. Но длина оврагов в ней оказалась большей только на 35%, а длина долин — на 200%, с большим развитием сети притоков (13 вместо одного). Это уже влияние времени съемки. Первая карта — по топосъемкам большого сухого периода, а карта 1876 года — времени, когда территория была хорошо облесена и обводнена.

Интересно, что первая карта (снятая на 60 лет позднее) показала меньшую длину оврагов, хотя фактическая сеть их за это время выросла. Это еще пример о влиянии масштабности на результат. Такие же выводы дал (уже по трем картам) второй участок, в бассейне М. Черемшан. Все это подтверждает высказанные выше общие соображения относительно влияния типа карт, времени их составления и масштабности.

Сравнение с результатами С. С. Соболева 17. Применим теперь эти положения к анализу результатов С. С. Соболева. Вследствие влияния масштабности и времени составления исходной карты (прошлый век) результаты С. С. Соболева должны быть очень заниженными в отношении развития овражности и никак не могут отображать современную овражную сеть. Это показал уже Н. М. Волков (8). Однако при сравнении с нашими результатами мы встречаем, кроме заниженных, также и значительно завышенные коэффициенты С. С. Соболева. Составим сравнительную таблицу для овражного расчленения.

Вследствие применения метода ключей у С. С. Соболева совершенно отсутствуют конкретные цифры длины сети по междуречьям, областям и районам. Приходится сравнивать по одним коэффициентам.

Получается очень пестрая картина. До 20% территории Татарии дали совпадение результатов, до 40% снижение и до 40% повышение. И снижение, и завышение результатов С. С. Соболева достигает очень больших размеров, на 300—400 процентов. Для Предволжья С. С. Соболев совсем не установил различий между западным и восточным междуречьями, хотя оно очень значительно, а установил различия между северной и южной полосой, хотя это не существенно для Предволжья.

19. Все эти материалы дают конкретное подтверждение полученным ранее выводам. Эти большие и противоположные в разных частях уклонения зависят от двух групп причин. Первая — неточность десятиверстки (влияние и масштаба и типологии и времени составления), притом неточность очень различная в разных участках. Вторая — неточ-

Таблица 11

| Части Татарии | Коэффициенты | | Сравнение результатов |
|---|---|---|---|
| | С. С. Соболева | В. Н. Сементовского | |
| Восточное Закамье | 0,00—0,10 | 0,17 | у С. С. Соболева занижены |
| Междуречье Черемшан—Шешма | 0,30—0,40 | 0,13 | —"— завышены в 2—3 раза |
| Междуречье Волга—М. Черемшан | 0,10—0,30 | 0,22 | Совпадение |
| Северное Заволжье к востоку от Вятки | 0,00—0,10 | 0,27 | у С. С. Соболева очень занижены |
| То же правобережная часть бассейна р. Вятки | 0,30—0,40 | 0,38 | Совпадение |
| То же—западная часть Предкамья | 0,50—0,60 | 0,31—0,39 | у С. С. Соболева завышены в 1,5—2 раза |
| Предволжье — северная полоса | 0,50—0,60 | — | у С. С. Соболева для Предволжья в общем преувеличение в 1,5 и более раза; для западной полосы сравнения нет |
| То же южная полоса | 0,40—0,50 | — | —"— |
| То же — западная полоса | — | 0,30 | —"— |
| То же — восточная полоса (Свияга—Волга) | — | 0,61 | —"— |

ность методики С. С. Соболева, особенно в отношении «ключевых» ареалов и погрешностей при охвате ложбин в штриховой карте.

Итак, изучение расчлененности рельефа по картам очень сложная и тонкая вещь. Сравнение результатов для разных

территорий возможно только при применении однотипных и одномасштабных карт, заснятых в одно и то же время, и при условии использования одинаковой методики исследования.

## 5. Обобщения

18. Определяющими природными причинами большого проявления эрозии считаются четыре: относительная высота территории (и в зависимости от этого величина уклонов), литологические свойства отложений (степень устойчивости, водопроницаемости), почвенно-растительный покров, величина поверхностного стока.

Первая причина — прямодействующая: большая высота дает большее развитие эрозии. Вторая и третья — обратно пропорциональные — большая устойчивость отложений и большой и прочный почвенно-растительный покров противодействуют развитию эрозии.

Очень важной является величина поверхностного стока. Но мало пользы учитывать ее по очень общим модулям стока. Огромное значение имеет конкретный сток по микроареалам, по площадям водосбора данных овражных систем. Для территорий с хорошо развитой асимметрией междуречий это очень существенно. Крутые склоны долин имеют большую относительную высоту, но площадь водосбора у них очень мала, так как водораздельная линия проходит близко. Другой склон междуречья — пологий, длинный. Площадь водосбора здесь большая. Но уклон не особенно большой, и это ослабляет эрозию. Именно эту причину я считаю в числе главных причин, определяющих слабую овражность Восточного Закамья. Наименьшая овражность в самой высокой части — в Бугульминском плато, так как именно там асимметрия развита всего больше.

Для местностей, расположенных в разных странах Земли, существенны также климатические условия, которые определяют количество стекающей воды. Также важен характер микрорельефа и проницаемость поверхности. Наибольший контраст в этом отношении — вспаханное поперек склона поле и убитый, плотный, ровный, почти без травы выгон.

Что касается почвенных условий, то на первый план здесь выдвигается связность почвы. Чернозем считается очень устойчивым в сравнении с подзолом. Но можно представить, что важна не только связность, но проницаемость почвы. Структурный чернозем хорошо впитывает воду и для эрозии остается мало стекающих вод. Пылеватый подзол плохо впитывает воду, и сток здесь велик. Сама же по себе устойчивость почвы не может иметь большого значения, ибо слой почвы в сравнении со всем эрозионным разрезом очень мал.

Рассмотрим, как проявляются эрозионные доминанты в Татарии.

Высота и формы поверхности. 19. Высота поверхности является одним из важнейших факторов эрозии, так как от высоты зависит и уклон водотоков, а следовательно, и скорость течения и сила эрозии. Однако высоту нельзя рассматривать изолированно от форм поверхности. Представим большое и очень высокое, но нерасчлененное плато. На нем эрозия может быть совсем ничтожной вследствие равнинности. Кроме абсолютной высоты, важна относительная высота поверхности, иначе говоря — глубина местных базисов эрозии, степень изрезанности данного плато долинами и их глубина. Важна и площадь водосборного бассейна каждого водотока.

С. С. Соболев об этом и говорит, что глубина местных базисов эрозии является одним из общепризнанных основных факторов развития эрозии, особенно оврагов. Подтверждение этой закономерности мы уже установили и на примере Татарии. Но в Татарии же обнаружилось и резкое исключение из этой закономерности. Восточное Закамье, самое высокое, имеющее наибольшую глубину местных базисов эрозии и наиболее густую сеть этих местных базисов( долин), и достаточно увлажненное и не отличающееся большой лесистостью, все же имеет самое малое развитие овражной сети во всей Татарии.

Следовательно, и высота поверхности и глубина местных базисов эрозии не всегда являются определяющими факторами эрозии. Совокупность ряда других факторов, одинаково направленных в другую сторону, может аннулировать действие этих основных факторов.

На поверхности 2 и 3-й надпойменных террас, кроме равнинности, сток уменьшается обилием суффозионных блюдец, западин. Действует и большая водопроницаемость этих толщ.

Таблица 12

**Средняя высота и расчленение основных частей Татарии**

| Части Татарии | Средняя высота в метрах | Коэффициенты | | |
|---|---|---|---|---|
| | | долин | оврагов | общий |
| Западное Закамье | 112 | 0,17 | 0,17 | 0,34 |
| Предкамье | 122,5 | 0,14 | 0,34 | 0,48 |
| Предволжье | 129 | 0,17 | 0,43 | 0,60 |
| Восточное Закамье | 160,8 | 0,27 | 0,17 | 0,44 |

Мы видим по этой таблице, что три основных части Татарии составляют последовательный ряд: увеличение средней высоты сопровождается увеличением расчлененности (общей и овражной). Исключение составляет самая высокая часть (Восточное Закамье). В этой части доминанта высоты для развития овражности теряет свое значение.

В тех случаях, когда поверхностный сток по каким-либо причинам становится большим, концентрированным, мы имеем очень большой рост оврагов во времени и в пространстве (45). В отдельных случаях (в верхней террасе к западу от д. Совиные горы)* коэффициент для небольшого участка (80 *км*²) получился даже 1,55 *км*.

Выпадение Восточного Закамья из основной закономерности в отношении овражного расчленения уже объяснено ранее. Тормозящее действие совокупности других факторов эрозии здесь ослабило значение большой относительной высоты. Но значение большой высоты территории в Восточном Закамье все же проявилось в формировании сети долин. Здесь самая крупная сеть долин во всей Татарии. Притом эти долины очень крупные — широкие и глубокие. Отдельно взятая восточная часть Северного Заволжья имеет несколько больший коэффициент долин, но по своим размерам они не могут совсем сравниться с долинами Восточного Закамья. В пределах основных частей наибольшая овражность существует в высоких правобережьях крупных рек: Камы, Вятки и особенно Волги, где на коротких расстояниях от долин относительные высоты возрастают на 100—150 и более метров. Коэффициент овражности здесь доходит до 0,60—0,80 и даже до 1,0 и более.

Литология верхних напластований. 20. В поверхностных отложениях Татарии — огромное преобладание рыхлых или слабо сцементированных пород (четвертичные, значительная часть татарских и белебеевских толщ). Это облегчает образование оврагов. Когда овражный врез доходит до более устойчивых отложений Казанского яруса или встречает более плотные, хотя и не особенно мощные слои в толщах татарского яруса, глубинная эрозия тормозится. Эти устойчивые пласты дают местный временный базис эрозии, задерживая эрозию выше расположенного участка. В продольном профиле такие пласты создают перепады, на которых во время стока образуются водопады в 1—2 и 3 метра. Боковые отвершки в этих условиях образуют висячие тальвеги с большим обрывом, иногда до 10 метров. Пример — левый отвершек в низовьях Печищенского оврага.

В большом обобщении можно сказать, что казанский ярус является эрозионным фундаментом всего татарского яруса.

---

* Или Свиногорье.

Однако висячие тальвеги боковых отвершков образуются и без участия устойчивых пластов. обычным путем — при большой разнице водостока по главному тальвегу и по отвершкам.

Литологические влияния ясно проявляются в пределах верхних террас. Относительная высота здесь очень мала. Типична «литологическая сухость», а для Западного Закамья также и климатическая сухость. Характерна очень большая горизонтальность поверхности, что показывают малые изменения высоты по микроареалам. Все эти обстоятельства затрудняют поверхностный сток. При этом можно было бы даже ждать ничтожного развития овражности. Но, благодаря литологическим условиям, в некоторых частях (особенно у кромки террас и в обезлесенных местах) овражность развита. Об этом уже было сказано.

Очень типична для значительной части Татарии морфология оврагов, прорезывающих высокие, крутые склоны и открывающихся в большие долины. На профиле № 7 дан подобный овраг близ п. Чингиз под Казанью. По длине оврага мы видим 3 разных части. В верхней части падение русла небольшое, днище широкое, песчаное, склоны невысокие, овраг имеет очень большое ветвление. В средней части падение русла большое, днище узкое с перепадами, склоны очень крутые, высокие, поперечный профиль каньонообразный, обильны выходы и обломки твердых пород. Третья часть — с малым падением, расширением дна, невысокими склонами, в обломочных толщах делювиального плаща.

Подобная распространенная в Татарии типология сложилась как следствие нормального для большей части республики геологического строения. Верхние напластования в склонах состоят большей частью из отложений татарского яруса, достаточно рыхлых; в них и раскидывается верхняя часть развитых оврагов. Нижняя часть склонов часто состоит из устойчивых плотных пород верхнеказанского подъяруса. При такой структуре склонов верхняя часть оврагов долго остается в условиях малого падения русла. Верхнеказанский подъярус служит местным базисом эрозии для верхней части и задерживает в ней действие глубинной эрозии. В средней части оврагов, проложенной в толщах верхнеказанского подъяруса падение русла большое, соответственно падению основного склона долины. Глубинная эрозия вызывает каньонообразную форму оврага, а плотность пород усиливает и сохраняет эту форму.

Третья часть оврагов — уже в делювиальном плане за пределами склона, у его подошвы. Падение русла уменьшено, но стекающие воды еще сохраняют достаточную инерцию движения, приобретенную в среднем участке.

Атмосферные осадки. 21. Среднее годовое количество атмосферных осадков в республике умеренное: от 350

до 460 *мм*. Распределение по территории довольно равномерное. Выделяется большей сухостью лишь Западное Закамье, имеющее на юге самые сухие участки Татарии.

Плотность дождевых осадков имеет очень большое значение для эрозии. Но и эта плотность в Татарии небольшая. При умеренном количестве осадков число дней с осадками летом большое (10—14 за месяц); следовательно, плотность осадков малая. На каждый дождливый день (в среднем) получается в мае меньше 3,6 *мм* слоя осадков, в июне 4,3 *мм*, в июле 4,8 *мм*, в августе 4,4 *мм*, в сентябре 3,4 *мм*. Между тем хороший дождь должен дать не меньше 10 *мм*. Но такие дожди бывают редко. Исключительные ливни дали 90 *мм* в Мензелинске, 121 *мм* в Казани.

В общем плотность атмосферных осадков в Татарии очень скромная и мало содействует эрозии. Эрозия происходит лишь при больших ливнях или при продолжительных дождях, когда суточное количество осадков велико. Во время ливней отмечалось удлинение оврагов на 10 и более метров.

Уклонение количества осадков от средних норм в Татарии очень большое. Но количественно преобладают сухие годы и, особенно, сухая весна, по июнь включительно. В сухие периоды количество осадков в некоторые летние месяцы (особенно в мае и июне) доходит всего до 4—6 *мм* в месяц. Максимум осадков в Казани в июле 1943 г. достиг 174 *мм*, минимум (июль 1938 г.) — всего 5 *мм*. Особенно исключительным было лето 1950 г. Очень сухая первая половина (май, июнь) сменилась очень влажной второй половиной. И дождливая погода затянулась с перерывами до осени.

Даем сводку осадков этого лета по мет. станции Казань, университет, по декадам.

Таблица 1

| | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Максимум | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 3,2 | 5,4 | 17,8 | 42,3 | 78,9 | 30 июля | 17,7 |
| II | 0,8 | 0,7 | 32,1 | 13,6 | 2,5 | 4 сентября | 21,8 |
| III | 28,4 | 7,0 | 24,4 | 60,3 | 21,2 | 6 | 19,4 |
| Итого | 32,4 | 131 | 74,3 | 116,2 | 102,6 | 10 | 18,3 |
| Средняя многолетняя | 40 | 54 | 58 | 53 | 44 | | |

Превышение над средней многолетней — от 50 до 240% в сторону повышения (с июля). Сухие месяцы (июнь) давали

всего 25% нормы. По отдельным декадам превышение доходило до 600% средней. Сухие декады давали всего 5% от средней.

Перейдем к рассмотрению эрозии, производимой весенними талыми водами. Таяние снегового покрова в Татарии происходит быстро, в основном за две декады — последнюю декаду марта и первую апреля, простираясь иногда и на вторую декаду апреля. Задерживается снег лишь в лесных массивах и оврагах, особенно в залесенных оврагах северных склонов плато. Здесь снег лежит до июня и дольше.

Учитывая и дожди за время таяния, мы получим на каждую декаду жидкой массы до 15% годового количества осадков. А за летний период среднедекадное количество осадков достигает 4% годового количества — почти в 4 раза меньше, чем при таянии снегов. Из этого мы видим, насколько несравнимы эти количества воды, поступающей на поверхность. Притом надо отметить, что талые воды меньше испаряются и меньше просачиваются; этим разница в пользу их увеличивается. Лишь крупные дожди могут сравниться и даже превзойти действие талых вод. Но они бывают редко.

Отсюда вывод à priori, что наибольшая эрозия, в среднем выводе, производится именно талыми водами. В одной из предыдущих работ автор разработал этот вопрос для приказанской территории (45). Основной вывод: за летние периоды рост оврагов в верхних террасах в 20—30 (и даже в 40) раз меньше, чем за время таяния снегов. Отсюда практический вывод: в мероприятиях по плану преобразований географической среды особую важность в борьбе с эрозией имеет задержка стока талых вод.

Таким образом, в Татарии количество и характер выпадения атмосферных осадков не стимулируют большое развитие эрозии. Если все же овражная сеть близка к средней, то только потому, что другие факторы эрозии более благоприятны для размыва поверхности. О значении для развития овражности историко-экономического фактора не мало было сказано в других работах (45, 46, 47).

## *Глава IV*

## ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ

### 1. Глубина местных базисов эрозии

1. В предыдущей главе определялось только горизонтальное расчленение поверхности, то есть густота эрозионной сети. Большое теоретическое и практическое значение имеет и вертикальное расчленение, или глубина врезов в поверхность — глубина долин, глубина оврагов. К сожалению, существующие карты не дают материала для определения

глубины оврагов. Поэтому остается сосредоточиться на определении глубины долин. С. С. Соболев называет это: глубина местных базисов эрозии.

Но в определении и изучении вертикального расчленения мы также встречаемся с многими трудностями.

Вертикальное расчленение мы можем охарактеризовать по максимальному различию в высоте точек данного участка. Обычно это называется энергией рельефа, ибо от величины этого показателя зависит в общем величина энергии денудационных процессов. Результат изучения зависит очень сильно от величины ареалов, участков для определения. Очень большие ареалы могут дать очень неправильную величину энергии рельефа, не соответствующую характеру рельефа.

Это может быть в равнинном рельефе, даже в очень плоских молодых низменностях, если там есть останцовые возвышенности.

Возьмем в пример Прикаспийскую низменность, в части между р. Волгой и р. Уралом. Здесь энергия рельефа определяется от вершины г. Богдо (149 *м*) до берега Каспия (—28 *м*) в 177 *м*. Эта крупная величина может быть характерной только для глубоко расчлененных древних возвышенностей платформы, а совсем не для плоской низменности. Одиночное возвышение Богдо дает эту большую величину, но это же совсем не типично. Стоит нам взять небольшие

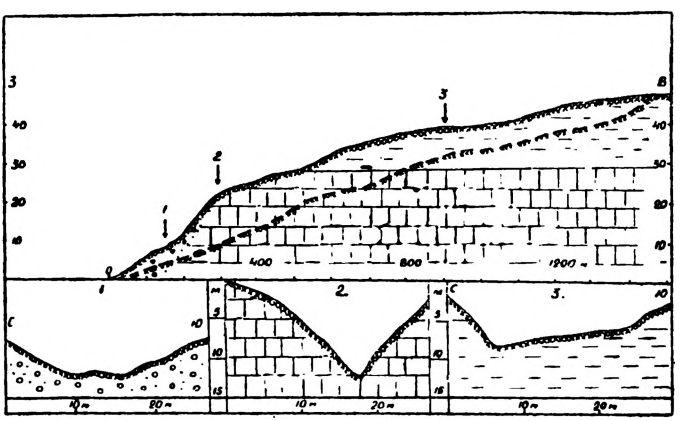



Рис. 7. Профили оврага в склоне возвышенности (к югу от п. Чингиз).

Вверху — продольный профиль дна оврага (штриховая линия). Внизу—поперечные профили: 1—в плаще делювия, близ устья; 2—в толщах Казанского яруса (в нижней части); 3—в толщах татарского яруса (в верхней части оврага). Поперечные профили нормальные—вертикальный и горизонтальный масштаб равны.

ареалы, исключающие г. Богдо, как энергия рельефа снизится до 2—3 метров.

С. С. Соболев дал карту распределения глубин местных базисов эрозии. Методика составления этих карт указана им очень сжато и неопределенно: вычислялись превышения водоразделов над меженью рек; точки выбирались с тем расчетом, чтобы равномерно охарактеризовать всю территорию; точки отстояли от реки на расстоянии не свыше 15—20 *км*.

Но ведь на таком расстоянии обязательно встретятся и другие речки. Они уже не считаются базисом эрозии?! Неизвестно, какие же реки брались для определения базиса, как часто они лежали, неизвестно, брались ли случайные точки на водоразделах или самые высокие? Сохранялась ли неизменность расстояния точек от реки во всех водоразделах?

От изменения расстояния (т. е. и величины ареала) чрезвычайно меняется и результат. Приведем факты в этом отношении. Мы определяли глубину местного базиса эрозии, но не одного, а целых четырех, на разных расстояниях от одной и той же точки (самой высокой в планшете). Вот результаты.

| Расстояние базиса эрозии от высшей точки | Глубина базиса эрозии |
|---|---|
| 12 километров | 230 метров |
| 8,5 —"— | 210 —"— |
| 4 —"— | 130 —"— |
| 1 —"— | 80 —"— |

Насколько же различны могут быть подобные цифры, если получать их по такой, очень неопределенной методике!

2. В нашей работе были применены два способа — по нормальным ареалам (по всей площади Татарии) и по микроареалам (выборочно).

Первый — определение по планшетам карты (второй). В каждом планшете определялась самая высокая точка и самая низкая (по долинам). По существу это было определение «энергии рельефа» в пределах каждого планшета (290—295 *км*$^2$). По всей Татарии получилось по 240 точек максимума и минимума. В работе С. С. Соболева каждый дециметр карты (1 : 5 000 000) документирован 287 точками в среднем. Это дает одну точку (одно превышение) на 900 *км*$^2$. В нашей работе — одно превышение на 280 *км*$^2$; это дало детальность в 3,3 раза большую.

До 40% наших превышений давали высшую точку в расстоянии менее 10 *км* от реки, остальные — больше 10 *км*. По этим превышениям была составлена карта распределения глубин местных базисов эрозии.

В распределении глубин местных базисов эрозии видна ясная закономерность: чем больше абсолютная высота терри-

тории, тем больше глубина местных базисов эрозии (см. карт
тосхему № 8).

Наибольшие градации глубины 200—250 *м* (9 и 10-я) ра
полагаются только на юго-востоке республики, в южной ч
сти Бугульминского плато, как раз там, где имеется наибол
шая высота плато. Лишь островки 9-й градации лежат
других местах. И вообще Восточное Закамье, имеющее на
большую среднюю высоту (162,3 *м*), отличается наибольше
площадью глубоких врезов местных базисов (от 7 до 10 гр
дации). Только в Предволжье (именно в междуречье Сви
га—Волга) есть обширные площади 7 и 8-й градации (глу
бина 150—200 *м*), которые здесь являются основными. Пре
волжье — вторая по средней высоте область — в ней сре
няя высота 125 *м*, а в описываемом междуречье еще больша
В остальных частях Татарии преобладают градации 4,5 и
(глубины от 75 до 150 *м*). Сравнительно небольшое распро
странение (в молодых низких равнинах) имеют низкие гра
дации.

При сравнении наших результатов с картой С. С. Со
лева мы находим общее совпадение результатов. Это, к
нечно, объясняется тем, что С. С. Соболевым была взята хо
рошая гипсометрическая карта под ред. Т. Н. Гунбиной. Од
нако результаты С. С. Соболева все же дают заниженны
цифры, что без сомнения, объясняется мелкомасштабност
взятой карты (1:1 500 000). Заниженность эта доходит до раз
меров одной и даже двух градаций (25 и 50 метров). Д
южной части Бугульминского плато различия результатов с
нашими еще большие:

3. Глубина местных базисов эрозии есть по существу о
носительная высота водоразделов над долинами (именно —
высших точек водоразделов). Карта этих глубин отображае
собой общие черты гипсометрии края, с гипсометрически
показателями, уменьшенными на абсолютную высоту доли
Покажем это, анализируя материал по Татарии.

Абсолютная высота долин в условиях Татарии изменяе
ся немного, если мы возьмем, кроме четырех больших, еще
10—12 наибольших из средних рек. А это достаточно, чтоб
определить глубину базисов, считая, по С. С. Соболеву,
20 *км* от реки, ибо в ширину 40 *км* уложатся почти все основ
ные междуречья Татарии. Экзотические реки Татарии (при
текающие извне) имеют в Татарии уже невысокий уровен
долин. Свияга, Иж имеют в Татарии отметки долины не
лее 75 *м* высоты, Ик же — более 110 *м*. Местные реки, на
нающиеся в Татарии, имеют верховья до 150—170 *м*. Лишь
Восточном Закамье истоки их лежат выше: Меензели — н
230 *м*, Зая — на 250 *м*. Большого Зая—даже 348 *м*. Но и э
реки от истока начинают быстро врезывать свои долины
Уже в 15 *км* от истока Б. Зай достигает 200 *м* высоты, то ес

падает на 148 *м* (почти 10,0 метров на километр). Дальше падение его уменьшается, но все еще большое. Через 18 километров от указанной точки он достигает изогипсы 150 *м*; падение в этой части почти 3 метра на километр. Но дальше у всех этих рек падение быстро уменьшается.

Итак, при однообразной высоте долин на большей части их протяжения глубину местных базисов определяет, главным образом, степень выраженности топографического рельефа. И, следовательно, карта глубин местных базисов эрозии (в условиях Татарии) является отображением обобщенной гипсометрической карты. Это может служить подтверждением древности существования основных речных долин, которые имеют мало отличающуюся высоту на большей части своего протяжения, даже в высоких частях края.

4. В определениях С. С. Соболева измерялась глубина базисов по основной долине и не учитывались все другие долины (притоков основной), каких, без сомнения, было немало на протяжении до 20 *км* от главной долины. А ведь каждая из них тоже есть базис эрозии и притом более высокого уровня. Если разукрупнить участки и расстояния, то результаты значительно изменятся.

Мною сделано 122 определения глубины базисов по наименьшему расстоянию от максимальной точки (до ближайшей долины, а не до самой низкой точки долин всего планшета). Так получилась минимальная глубина местных базисов. В 71 случае эти минимальные глубины оказались меньше обычных в пределах до 50 *м*, в 40 случаях — от 50 до 100 *м*, в 9 случаях—от 100 до 150 *м* и в 2—несколько больше 150 *м*. При этом определилась закономерность — все случаи большого уменьшения глубин базисов (от 80 *м* и больше) падают на самые высокие части республики (16 случаев на Восточное Закамье, особенно юго-восток, и 4 случая на высокие участки других мест). Это показывает, что в высоких частях долины меньших рек имеют большие высоты и, следовательно, значительно уменьшают глубину местных базисов, если брать небольшие ареалы для их определения. При этом в центральных частях больших междуречий мы встретим уже только эти небольшие глубины. На краях междуречий, где глубины базисов определяются уже по отношению к главной долине, эти глубины будут бо́льшими. Получится более разнообразная, но и более конкретная и действительная картина.

Так результат и характер карты глубин базисов зависит от величины ареалов.

## 2. Микроареалы и диапазоны высот

5. Для наибольшего выяснения значения величины ареалов было предпринято выборочное изучение вертикального

расчленения по микроареалам. Это — прямоугольники (квадраты) в 4 *км*² (по 2 километра сторона). Они взяты на основе существующей километровой сетки.

Таких микроареалов в каждом планшете умещалось более 70, и конечно они давали детальную характеристику. Для сравнения иногда ставились определения еще по мезоареалам площадью в 20 *км*².

В пределах каждого микроареала по изогипсам определялась разница высот между высшей и низшей точкой. Назовем эту величину «диапазон высоты», сокращенно Dh*.

Сопоставим результаты определений по мезо- и микроареалам в одном планшете в правобережье р. Зая.

По девяти мезоареалам средней *Dh* оказался 151 метр, максимальный 204 *м*, минимальный 113 *м*. По 28 микроареалам (охватывающим две трети той же площади) средний Dh оказался 92 *м*, минимальный всего 25 *м*, максимальный 177 *м*. Разница с мезоареалами особенно велика по среднему и минимальному диапазону высот. Микроареалы могут уловить, включить в себя цельные, ровные, не очень наклонные и расчлененные участки. Мезоареалы, имеющие площадь в 5 раз большую, охватывают часто очень различный рельеф. Поэтому в них даже минимальный диапазон (по этому планшету) оказался 113 метров.

### 3. Значение *Dh*

6. Показатель Dh (диапазон колебаний высоты в пределах микроареалов) является сложным показателем. Различие высоты в пределах микроареалов может зависеть от двух причин: от существования эрозионных врезов в пределах микроареалов и от общего наклона поверхности. Поэтому такой показатель нельзя считать специфическим показателем только глубины врезов. На территории какого-либо микроареала может не быть ни одного вреза, территория его может быть совершенно ровной, плоской. И все же такой микроареал может иметь очень большой *Dh* только благодаря влиянию общего наклона поверхности. Наибольшее линейное расстояние в таких микроареалах (со стороной в 2 *км*) достигает, по диагонали, почти 3 *км*. Если угол наклона поверхности даже очень малый (всего 1 градус) и то на 3 *км* Dh окажется больше 50 *м*. С другой стороны, и совершенно плоская горизонтальная поверхность может иметь большой Dh, если здесь проходит хотя бы один достаточно глубокий долинный или овражный врез.

Поэтому Dh не является специфическим показателем

---

* Первую букву слова haute (высота) географы нередко ставят при цифрах отметок высоты, для сокращения. Здесь мы соединяем *h* и *D*.

дает диапазон высот суммарный, от каких бы причин это ни происходило. Они дают определение наибольшей величины изменений высоты в пределах микроареала независимо от того, получается ли это от наличия врезов или от уклона поверхности. Надо сказать прямо, что чаще всего микроареалы и Dh дают второй показатель, а также охватывают и глубину вреза долин (но не оврагов). Если б мы имели материал по глубине оврагов, эти цифры могли бы быть включены в определения Dh только в очень плоских территориях, где глубины оврагов могут быть больше, чем колебания высот, зависящие от уклона. Обычно Dh зависит только от уклона поверхности и от наличия долин. Овражность в наших условиях на нем не отражается.

Детальная работа с применением микроареалов была выполнена по одному планшету в самом высоком участке Бугульминского плато, относящемся к десятой градации врезов: глубина местного базиса эрозии в планшете 230 *м*; крайние высотные точки — 380 и 150 *м*. Для сравнения приведен второй участок, взятый на территории диаметрально противоположного рельефа (верхние террасы в Западном Закамье), при наименьшей ступени глубин базисов (третьей).

Даем картосхему Dh обоих участков (№ 9 — 1 и 2). Второй участок занимает 32 микроареала.

Всего на первом планшете определено 68 микроареалов. На территории планшета имеется 23 долины (и частей долин) с общей длиной в 100 *км* и 40 *км* длины оврагов.

Диапазон высоты (максимальный из всех микроареалов) оказался 150 *м*, а не 230 *м*, как было по всему планшету*. Минимальный Dh — 30 *м*, средний 82 *м*. На втором участке эти диапазоны оказались 18 *м*, 1 *м* и средний — 6 *м*. Эти цифры прекрасно характеризуют плоскую, нерасчлененную, почти горизонтальную поверхность второго участка и глубоко изрезанные долинами, очень волнистые, наклонные поверхности высоких территорий плато. Особенно показательна минимальная величина Dh, которая на втором участке в 30 раз меньше, чем на первом. И притом на этом участке до 80% микроареалов имеют Dh меньше средней величины по всему участку.

Микроареалы первого участка, размещенные на нерасчлененных частях плато, дали наименьшее различие высот: в среднем 53 *м* при колебаниях от 30 до 72 *м*. Но эти цифры очень большие. Они показывают большую степень колебаний высот даже в нерасчлененных частях междуречий и определяют возможность большого стока дождевых и талых вод. Отсюда возникает необходимость принимать меры к задержанию вод

* То есть когда ареалом взяты целые планшеты (при определении глубины местных базисов эрозии).

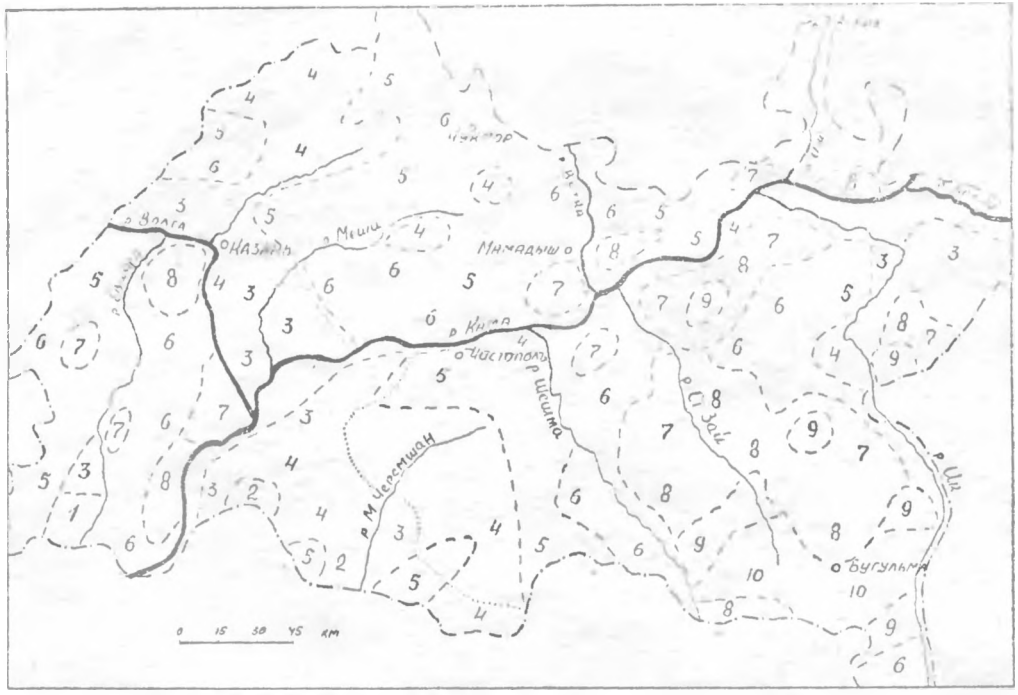



**Рис. 8. Картосхема глубины местных базисов эрозии**

Глубина базисов—разница абсолютных высот в пределах каждого планшета („энергия рельефа"). Цифры от 1 до 10 означают ступени величины этих глубин местных базисов, с интервалом в 25 м. 1 — от 1 до 25 м; 2 от 25 до 50 м; 3 — от 50 до 75 м; 4 — от 75 — 100 м; 5 — [illegible]

на полях даже на центральных частях междуречий, которые мы «привыкли» называть «плоскими» или «горизонтальными». А оказывается это далеко не так (№ 9-1).

Название «горизонтальные равнины» мало пригодно, чтобы охарактеризовать поверхность таких плато, где всюду преобладают в сущности склоны. Это характеризует и генетическое положение плато, как поднятый древний пенеплен. От таких форм, при их долгой и сложной истории пенепленизации, мы и не можем ждать такой выравненности и горизонтальности, какую встречаем в молодых первичных или и в «насаженных» равнинах (№ 9-2).

Следующая форма — долины. В них размещается по планшету (включая и склоны долин) 46 микроареалов. Средняя величина различия высоты по этим микроареалам — 91 *м*, колебания различий по разным микроареалам от 50 до 140 *м* (с преобладанием бо́льших; 20 имеют различия более 100 *м*). Наибольшие диапазоны приходятся на крутые, высокие склоны асимметричных долин (обычно они больше 100 *м*).

Особо выделим еще микроареалы, целиком уместившиеся на пологих сторонах асимметричных долин. Они представляют участки, по степени различий высоты приближающиеся к плато. Пять таких участков дали среднее различие высот в 78 *м* (с колебаниями от 60 до 90*м*).

Различия высот в плато настолько велики, что даже ультра-микроареалы (в 1 *км*$^2$) дают порядочные колебания. С трудом можно найти такой квадрат, в котором различие высот было бы не больше 10 метров. Даже в этих ультра-микроареалах (в том же планшете) различия высоты достигали 20—30 метров.

## *Глава V*

## ИЗОГИПСОМЕТРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

1. Карты с изогипсами (и изобатами) являются наиболее совершенными картами. Они не только хорошо передают формы земной поверхности, но и дают материал для всевозможных подсчетов и заключений, где необходимый элемент есть высота точек. По таким картам составляются профили, по значению стоящие вслед за картой. Наконец изогипсы дают большой материал для составления региональных числовых характеристик рельефа. В этом отношении интересна статья Б. Вахтина (6), где он предлагает четыре характеристики рельефа (веса высот, средняя высота, среднее заложение ската и средняя величина наклонения покатости).

Б. Вахтин написал даже, что первая характеристика (веса высот) дает лучшее и более наглядное представление о рельефе, чем обычное изучение карты. Но в этом, особенно в степени наглядности, следует все же усомниться. Числа сами по себе дадут мало наглядности, особенно в сравнении

с картой. Но те числа уже приобретут наглядность, если мы их расположим по карте в соответствующих местах, в особой форме.

Поэтому в наших работах мы прежде всего использовали изогипсы не только для получения числовых показателей, но и для переработки их в графические, легко обозримые и наглядные построения. В книге «Очерки по географии Татарии»* был предложен способ характеристики рельефа построением диаграмм площадей высотных ступеней. Эти диаграммы, в более крупном масштабе, повторены в настоящей работе (картосхема № 29).

Теперь используем для характеристики рельефа длину изогипс. Это сделано Б. Вахтиным при определении весов высот, но наше использование изогипс пойдет по другому пути.

Для получения большой детальности длина изогипс была определена по второй карте курвиметром. Для упрощения определялась длина не всех горизонталей, а только основных (с сечением 100, 150, 200 метров и т. д.). Для вывода показателей были взяты основные междуречья; более сложные из них подразделены, выделены территории верхних террас. Всего получилось 18 укрупненных ареалов. Для каждого ареала определена была сумма длины каждой основной изогипсы по всем планшетам и общая сумма всех изогипс по ареалу. Затем определялся средний показатель — длина изогипс на площадь в 100 *км*$^2$.

Вывод изогипсометрических показателей (или коэффициентов) дает комплексную характеристику рельефа.

Развитие изогипс зависит от степени горизонтального и вертикального расчленения территории. На плоском участке, не имеющем долин и оврагов, мы можем провести не более одной изогипсы (если этот участок горизонтальный). Длина этой изогипсы будет наименьшая, не более периметра участка, а может быть только равна длине одной стороны участка. Существование на участке хотя бы неглубоких долин и оврагов уже значительно увеличит длину этой единственной изогипсы, так как она будет оконтуривать эти врезы. Если же участок имеет большое (глубокое) вертикальное расчленение, то в долинах встретим новые, другие изогипсы, и общая длина их возрастет. При этом величина абсолютной высоты совершенно не влияет на длину изогипс. Высочайший плоский участок на Памире и такой же участок на Прикаспийской депрессии могут иметь совершенно одинаковое число и длину изогипс; только показатель (отметка высоты) у этих изогипс будет совершенно различный.

2. Уточним предлагаемые понятия. Установим: общий

* Таткнигоиздат, 1957, карты на стр. 303, 311, 313, 317.

изогипсометрический коэффициент (ОИК) есть длина (в километрах) суммы длины изогипс (основных), приходящейся

1

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | 70 | 60 | 70 | 100 | 30 | 75 | |
| 50 | 45 | 40 | 50 | 43 | 50 | 80 | |
| 80 | 80 | 72 | 67 | 50 | 60 | 50 | |
| 60 | 120 | 100 | 50 | 60 | 60 | 60 | |
| 75 | 110 | 120 | 90 | 50 | 60 | 80 | 105 |
| 60 | 105 | 80 | 100 | 60 | 70 | 110 | 142 |
| 60 | 80 | 120 | 120 | 60 | 80 | 70 | 135 |
| 80 | 80 | 130 | 120 | 65 | 90 | 80 | 60 |
| 40 | 80 | 90 | 120 | 120 | 110 | 120 | 150 |

р. Сулин

2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 8 | 8 | 5 | 7 | 3 | 5 |
| 4 | 8 | 10 | 2 | 3 | 1 | 2 | 5 |
| 4 | 7 | 3 | 5 | 10 | 10 | 2 | 2 |
| 5 | 18 | 8 | 10 | 4 | 3 | 3 | 4 |

Рис. 9. Различия высоты поверхности (Dh) в пределах микроареалов (4 *км*², по километровой сетке).
1. Целый планшет к югу от Бугульмы. Средний Dh=82 *м*. 2. Часть одного планшета (почти половина) в Западном Закамье, на территории верхних террас. Средний Dh=6 *м*. На каждом микроареале стоит цифра величина Dh в *м*.

в каждом выбранном участке в среднем на 100 квадратных километров площади. Частные изогипсометрические коэффициенты (ЧИК) есть длина каждой из изогипс в среднем на такую же площадь. Измерения длины и вычисления коэффициентов сделаны для всей Татарии.

Приводим эти коэффициенты в таблице; расчет сделан по основным частям Татарии. Территории верхних террас выделены. В первой строчке даны абсолютные цифры (пло-

щадь и длина изогипс в километрах), во второй коэффициенты (в расчете на 100 *км*²)*.

Таблица

**Развитие изогипс в рельефе Татарии (по основным частям). Длина в *км* по частям и коэффициенты (длина в *км* на 100 *км*²)**

| Части Татарии | Площадь | Изогипсы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | Итог |
| 1—3 Северное Заволжье (Предкамье)—Р | 17972 | 3327 | 4974 | 623 | — | — | | 89[illegible] |
| | на 100 | 18 | 28 | 3 | — | — | — | 4[illegible] |
| 1—2. То же—Q | 2035 | 463 | 7 | — | — | — | | 4[illegible] |
| | на 100 | 23 | 0,3 | — | — | — | — | 2[illegible] |
| 1—4. Предволжье южное Заволжье | 6886 | 1729 | 2596 | 662 | — | — | — | 49[illegible] |
| | на 100 | 25 | 37 | 9 | — | — | — | 71 |
| 1—5 Низинное Заволжье (Западное Закамье)—Р | 7622 | 1349 | 2052 | 269 | 51 | — | — | 3721 |
| | на 100 | 17,7 | 27 | 3,6 | 0,7 | — | — | 49 |
| То же—Q | 5070 | 712 | 652 | — | — | — | — | 1364 |
| | на 100 | 14 | 13 | — | — | — | — | 27 |
| 1—6 Высокое Заволжье (Восточное Закамье)—Р | 20077 | 2683 | 4981 | 4789 | 2630 | 1411 | 97 | 16591 |
| | на 100 | 13 | 25 | 24 | 13 | 7 | 0,5 | 83 |
| Итог — Р | 52557 | 9088 | 14603 | 6283 | 2681 | 1411 | 97 | 34169 |
| | на 100 | 17 | 28 | 15 | 45 | 24 | 0,2 | [illegible] |
| —Q | 7105 | 1175 | 659 | — | — | — | — | 1834 |
| | на 100 | 17 | 9 | — | — | — | — | 26 |
| 1—1 Всего по ТАССР | 59662 | 10263 | 15262 | 6283 | 2681 | 1411 | 97 | 35997 |
| | на 100 | 17 | 27 | 45 | 45 | 24 | 0,2 | 60,[illegible] |

Из более дробных делений (укрупненные ареалы или части междуречий) приведем лишь четыре (табл. 15А). Из них два с наибольшими показателями (II—северный макроареал междуречья Свияга—Волга; X—Бугульминское плато); они характеризуют наиболее высокие и расчлененные части Предволжья и Заволжья. Кроме того, даем 2 ареала с наименьшими показателями (III—южная часть междуречья Свияга—Сура; XI—северо-восток В. Закамья, участок молодых низких равнин); они дают наименее высокие и расчлененные из коренных равнин.

Во второй части таблицы (Б) приводим коэффициенты по трем отдельным планшетам (ареалам), дающим максималь-

* В таблицах 14 и 15 нумерация в первых столбиках дает ссылку на фигуры в диаграмме № 10.

ные и минимальные показатели. Чем меньше ареал, тем более крайние показатели можно найти в них, значительно удаляющиеся от средних.

Таблица 15

**Развитие изогипс в рельефе некоторых укрупненных ареалов Татарии (А) и в рельефе некоторых нормальных ареалов, планшетов (В). Первые строки—длина изогипс (в *км*), вторые — коэффициенты (длина на 100 *км*²)**

| | Площадь | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | Итого |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 А | | | | | | | | |
| II-2. Бугульминское плато (укрупненный ареал X) | 3926 *км*² | 45 | 568 | 1241 | 1274 | 1159 | 97 | 4384 |
| | на 100 | 1,0 | 14 | 31 | 32,0 | 30,0 | 2,5 | 112 |
| II-1. С ч. междуречья Свияга—Волга (укр. ареал II). | 2236 | 697 | 1193 | 346 | — | — | — | 2236 |
| | на 100 | 32 | 52 | 17 | — | — | — | 100 |
| Ю. ч. междуречья Свияга — Сура (укруп. ареал III) | 1510 | 321 | 294 | 79 | — | — | — | 694 |
| | на 100 | 21 | 19 | 5 | — | — | | 45 |
| С. В. часть В. Закамья (укр. ареал XI) | 2506 | 520 | 722 | 251 | 15 | — | — | 1508 |
| | на 100 | 21 | 29 | 10 | 0,5 | — | — | 60 |
| 15 Б | | | | | | | | |
| III—2. Планшет в ю. части Бугульминского плато | 215 | — | 89 | 233 | 208 | 74 | — | 595 |
| | на 100 | — | 37 | 107 | 97 | 34 | — | 277 |
| Планшет в Западном Закамье | 290 | 14 | 92 | — | — | — | — | 106 |
| | на 100 | 5 | 31 | — | — | — | — | 36 |
| III—1. Планшет в верхних террасах Зап. Закамья | 290 | 19 | — | | — | — | — | 19 |
| | на 100 | 6 | — | — | | — | — | 6 |

Для наглядного обозрения переложим большую часть обеих таблиц на диаграмму, разработанную по особому принципу. Все три категории участков (основные части, укрупненные ареалы и планшеты) подразделены. Принцип построения и масштаб во всех одинаковые. (№ 10-1, II и III). Западное Закамье дано в исправленных границах.

3. Получив эти коэффициенты, следует сделать сопоставления и выводы относительно применимости их. Сопоставим коэффициенты с высотой и расчлененностью территории по основным частям (таблица 16).

Таблица

| | Средн. высота | ОИК | Расчл. общая | Расчлененность | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | долин | оврагов |
| Закамье Западное | 112 | 42 | 0,31 | 0,17 | 0,1[illegible] |
| Предкамье | 119 | 58 | 0,54 | 0,21 | 0,33 |
| Предволжье | 129 | 75 | 0,69 | 0,20 | 0,49 |
| Закамье Восточное | 161 | 85 | 0,12 | 0,27 | 0,1[illegible] |

Мы видим, что ОИК, (общий изогипсометрический коэффициент) хорошо согласуется с гипсометрическим (средней высотой). По обоим этим показателям части Татарии располагаются в полной «солидарности», в одинаковом порядке. Такой вывод показывает, что ОИК достаточно хорошо отражает представление о средней высоте территории.

Сопоставляя ОИК с общей расчлененностью, мы находим также достаточное совпадение. Некоторое исключение представляет Восточное Закамье. В нем ОИК самый высокий, а общее расчленение умеренное. Но это исключение в детальном подходе подтверждает общую закономерность. Общее расчленение в В. Закамье снижено за счет малого развития овражности. Отдельно взятое долинное расчленение в этой части самое большое в Татарии, что и объясняет высокую цифру ОИК, так как длина изогипс более всего вызывается развитием долин. Сравнение ОИК с коэффициентом долин (табл. 16) подтверждает причину наличия высокого ОИК для Восточного Закамья.

Вторая часть таблицы 16 (Б) даёт крайние величины по отдельным планшетам. Один планшет в южной части Бугульминского плато даёт ОИК в 277 *км**. Он наглядно показывает развитие относительных высот (в планшете проходят четыре магистральных изогипсы) и большое долинное расчленение (долинное 0,35, овражное — всего 0,02). Второй планшет этой таблицы (Западное Закамье) имеет ОИК всего в 36 *км*. Он отражает небольшие абсолютные и относительные высоты края и малое расчленение; в этом планшете долин нет.

Третий планшет (верхние террасы Западного Закамья) даёт минимальный ОИК — всего 6 *км*! Это вполне понятно при очень малых высотах исследуемых территорий и ничтожном расчленении (долинное=0,08). Заключая, мы устанавли-

* Это наибольший ОИК по планшетам для всей Татарии.

ваем, что изогипсометрические коэффициенты являются достаточно чутким индикатором расчленения. Особая ценность их в том, что они — комплексные индикаторы, которые поддаются влиянию не одного только фактора, а отражают влияние и уклонов поверхности, и развития относительных высот, и долинного расчленения. В более общем виде сформулируем: эти коэффициенты отражают изменения высот поверхности, то есть аналогичны диапазонам высот, хотя по методике разработки являются особой формой.

Эти коэффициенты и можно рекомендовать к употреблению. Их значительно легче вывести, чем показатели Вахтина. Ценность их особая, комплексная. Применение—лучше в визуальной форме, в форме диаграмм.

Мы хорошо представляем себе различия рельефа высоких плато, густо расчлененных глубокими и широкими врезами долин и рельефа ровных, плоских четвертичных террас, очень слабо и неглубоко расчлененных. Комплексные изогипсометрические коэффициенты очень хорошо выражают эти различия своей величиной от 277 до 7 *км* в Бугульминском плато (верхние террасы Западного Закамья)*

## *Глава VI*

## ТИПЫ ФОРМ РЕЛЬЕФА ТАТАРИИ

В Татарии мы устанавливаем 4 типа макроформ: А—Равнины древние, возвышенные, расчлененные; $A_1$ — Равнины молодые, низкие, слаборасчлененные; Б — Долины. В—«Горные» склоны главных долин.

### А. Равнины древние, возвышенные, расчлененные

#### 1. Общий характер

1. Первый тип форм рельефа надо понимать более широко, чем это принято по гипсометрическим отношениям, и остановиться на геоморфологическом определении. Условная граница между возвышенностями и низменностями (200 *м* абс. высоты) здесь не является реальностью: в Татарии только 10% территории лежит выше 200 *м*. Поэтому к возвышенным равнинам мы относим вообще «коренные» равнины, сложенные в верхней части отложениями пермской системы (на юго-западе — юрской и меловой). Значитель-

* Следует добавить, что понятия ОИК и ЧИК сливаются, если в данной территории есть только одна магистральная изогипса.

ная часть их лежит ниже 200 *м*. Все же относительные превышения над долинами хорошо выражены и вызывают большую расчлененность. Общая черта их — древность. Им можно придать название плато, каковое в французской литературе относится к возвышенным равнинам с горизонтальным напластованием (горизонтальность, конечно, не абсолютная).

Эти равнины представляют древний «пенеплен», поднятый альпийскими движениями на разную высоту*.

2. На плато встречаются округлые и конусовидные сопки в 15—20 (и более) метров относительной высоты — останцы денудационного плато (№ 11—2). На краях плато, на крутых склонах долин, выделяются останцы отчленения, значительно более позднего цикла эрозии и денудации (переходящего в современный), в виде столбообразных или куполовидных и конусовидных высоких холмов, иногда в форме целых гряд.

Опишем хорошо выраженный останец в форме гряды («хребтика») — Чатыр-Тау (Шатёр-гора). Он возвышается на 250 метров над руслом р. Ика (у Тумутука), на расстоянии 16—17 километров от реки. К Ику от Чатыр-Тау идет единый скат, постепенно становящейся пологим. С юга и запада Чатыр-Тау изолирован глубокими врезами долин р. Стерли и притоков. Хребтик поднимается здесь над долинами крутыми склонами, на относительную высоту 160—170 *м*. Отдельные вершинки Чатыр-Тау поднимаются до 320 и 334 *м*. Гребень очень узкий, местами расширяется. Конечная вершина гребня на юго-востоке (над с. Уразаево) представляет плоско срезанную форму (именно Шатёр-гора), видимую издалека с окружающих долин и понижений.

Чатыр-Тау представляет останцы татарских толщ, которые уцелели здесь от денудации «островком» в 6 *км* длиной. От основного массива татарских отложений Чатыр-Тау отделяется на западе понижением до 6 *км* шириной, где эти отложения смыты (см. № 2—4).

Обычно все останцы центральных зон представляют остатки толщ татарского яруса. Но бывают исключения. В Кудашевском гребне (к северу от Бугульмы) татарские толщи смыты, и он представляет останцы верхнеказанских отложений (см. проф. № 11—3). Здесь причина в том, что это поднятие — очень интенсивная положительная структура, поднявшая казанские толщи выше 300 *м*; при этом татарские толщи уже были смыты с более высоких отметок.

Оригинальные грядовые останцы образуются в горных склонах крутых рек при сочетании долин основной реки и долины притока. Такие останцы хорошо формируются

* По определению Мазаревича, этот пенеплен — миоценовый.

при сочетании крутых склонов разных категорий асимметрии: волжский склон — по 1-му или 2-му типу, склон притока — по инсоляционному (или денудационному) типу асимметрии. Они то очень узкие, то более широкие, в зависимости от угла сочетания долин. Склоны гряд на все три стороны крутые, так как образованы асимметрией разного генезиса. На Волге от Услона до Камского Устья хорошо выражены четыре таких гряды: у Ташевки, ниже с. Гребени (самая узкая), у с. Лабышки (наиболее широкая) и у с. Буртас. Последняя узкая, на конце превращенная уже в 2 конусовидных холма («Буртасские шишки»), хорошо заметных с пароходов. Гребеневская гряда ясно выражена в картосхеме № 19.

Опыт морфологической классификации останцов (на материале Татарии) автором дан в печати, в книге «Рельеф Татарии», стр. 33—36.

3. Характер пенепленов, его малая дренированность сказывается и в том, что на нем, притом на самых высоких уровнях, встречаются западины, котловинки, вмещающие озерки и болота. Приведем примеры. На Предволжской возвышенности, близ с. Ташевки, на высоте 194 *м* лежат две заболоченные котловины, по 1 километру длиной. В Бугульминском плато, в 8 *км* к югу от с. Н. Сумарково, на высоте 310 *м*, лежит в плоской котловине заросшее озерко Чекнарат. В 6 *км* к западу от с. Байряки, у п. Кзыл-Тан, на той же высоте лежит озеро Му-Куль, уже почти все покрытое зарослями камыша (Scirpus) и тростника (Phragmytes). В 8 *км* к востоку от с. Ст. Письмянка на высоте 373 *м* находится озерко, окружностью в 250 *м*. Там же, на высоте 376 *м* лежит второе небольшое озерко. В урочище Корсак-Алан (к востоку от с. Заинска), на очень плоском междуречье, на высоте более 240 *м* лежат два озерка. Картосхема дает этот участок (№ 11-1). В Западном Закамье, близ с. Б. Тиганы, на предельной для этой провинции высоте (180—184 *м*) раскинуты котловины с озерками и болотами.

Вся территория пермских и мезозойских равнин занимает почти 69% площади Татарии.

### 2. Междуречья и сырты; их деление на центральные и боковые зоны

4. Материал и выводы, изложенные в этом разделе, относятся собственно к обеим категориям равнин ($A+A_1$). Но наиболее полно и типично эти положения конкретизируются именно в равнинах древних (A), почему и включаем эти страницы в первый раздел.

Равнины территориально хорошо делятся долинами рек

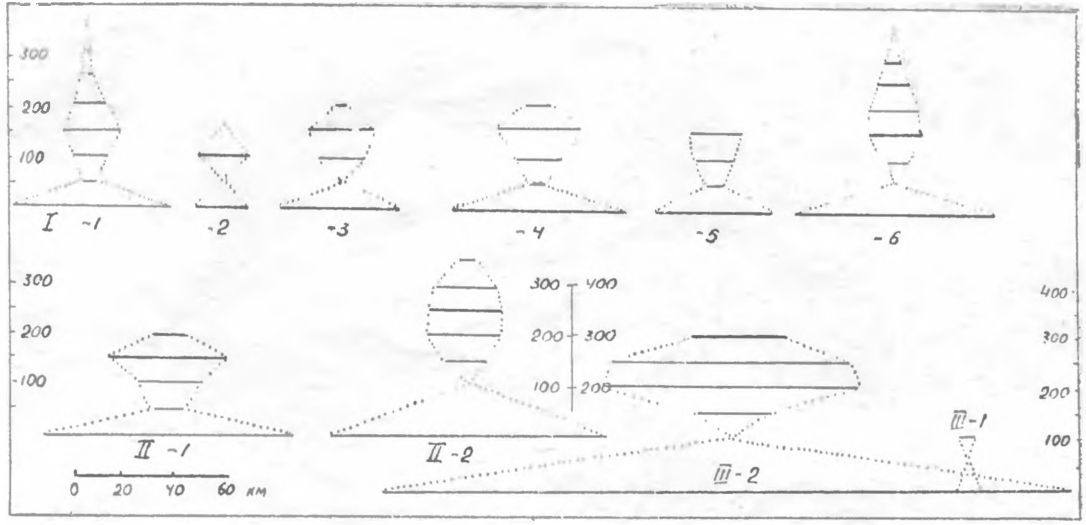



Рис. 10. Диаграммы коэффициентов развития изогипс рельефа в Татарии и в ее частях.

I—1 — по всей Татарии.
I—2 по ареалу XVII (территория верхних террас Волги в Северном Заволжье).
I—3 — территория P (пермских отложений) в Северном Заволжье (до Вятки).
I—4 — Предволжье.
I—5 — Западное Закамье.
I—6 — Восточное Закамье.
II—1 — северная половина междуречья Сьязго-Волги (ареал II).
II—2 — южная (самая высокая) часть Бугульминского плато (ареал X).
III-1 — Один планшет в Западном Закамье на территории верхних террас.
III-2 — Один планшет в Бугульминском плато.

Четыре параллельные линии в фигурах дают изогипсометрические коэффициенты: длина изогипс в *км* в расчете на 100 *км*². Линия в основании дает длину всех изогипс — ОИК (общий коэффициент); линии выше (по шкале высот) — ЧИК (частные коэффициенты для отдельных масштабных изогипс.

на междуречья. Основных больших междуречий в Татарии можно выделить 11 (не считая узкого восточного Предкамья).

Эти основные междуречья назовем: междуречья 1-го порядка. В боковых полосах этих основных междуречий долины притоков 2-го порядка вырезают, обособляют междуречья 2-го порядка. Это уже короткие ветви плато, по 20—30 *км* длины. На юго-востоке Татарии они называются «сырты» с прибавлением собственного имени (сырт Бавлинский, сырт Тумбарлинский, сырт Салиховский и т. д.).

В асимметричных междуречьях сырты (междуречья 2-го порядка) имеют очень различный продольный профиль, в зависимости от расположения. Сырты, идущие в сторону пологого склона основной долины, постепенно снижаются в высоте. Но сырты, идущие в сторону крутого склона асимметричной долины, сохраняют свою высоту без особого снижения до самой долины.

В некоторых случаях в междуречьях 2-го порядка можно выделить междуречья 3-го порядка. Пример — район Крым-Сарая (близ Бугульмы) и другие.

5. Междуречья следует делить по степени расчленения на три полосы или зоны: центральную и две боковые. Особенно типично выражены они в междуречьях 1-го порядка. К ним и относятся дальнейшие рассуждения.

Центральная зона. Центральная зона является водораздельной полосой, в ней проходит линия водораздела. Эта зона представляет наиболее уцелевшие части пенеплена, еще не затронутые более поздним циклом линейной эрозии и продолжающие подвергаться общим денудационным влияниям. Степень сохранности пенеплена на водоразделах можно выразить по расстоянию между контурами бассейнов рек. Контуры определяются линией, соединяющей верховья долин и оврагов каждой системы.

В Предволжье между системами Свияги и Волги расстояние от 2,5 до 1 *км*, а в Тетюшской части — нередко меньше 1 *км*. В этой части эксцентричность залегания русла Волги очень велика. Контуры бассейна Свияги лежат иногда в 0,5—1 *км* от бровки правого берега Волги.

В Северном Заволжье мы встречаем иногда большие участки пенеплена. Между бассейнами притоков Вятки и притоков Волги (и Камы) на облесенных участках расстояние доходит до 5—6 *км* (пример—верховья р. Казанки). Между Мешей и Камой, в лесных же массивах, это расстояние—3—4 *км;* между бассейнами Меши и Казанки—всего 1—2 *км*. Между бассейнами Черемшана и Шешмы расстояние также небольшое, 1—2 *км* (наименьшее). Между системами Шешмы и Степного Зая расстояние тоже небольшое (у Акташа—

1,8 и 2,2 *км*), местами увеличивается до 4 *км* (между р. Зай-Каратай и р. Кувак).

Относительно большие участки пенеплена встречены в междуречье Ст. Зай—Ик. Здесь нередки расстояния в 4 *км*, иногда и до 6 *км* (на участке с. Спасское — М. Бугульма и др.).

Такая сравнительно небольшая, ширина центральной зоны говорит о древности пенеплена и о большом продвижении форм нового эрозионного цикла в сторону центральной зоны. По ширине центральная зона иногда в 5—6 раз меньше, чем каждая из боковых зон. Уцелевшие, но все же пониженные участки пенеплена в боковых зонах нередко более широкие, чем сама центральная зона. На картосхеме междуречий Ашит — Казанка, Казанка — Мёша и Мёша — Кама выражены эти положения (картосхема № 27).

Характеристика центральных зон дана в начале главы.

Боковые зоны междуречий. 6. Это зоны развития овражной малодолинной сети с остатками пенеплена. Центральные зоны отличаются единством, однообразием типа своего рельефа. Боковые же зоны более разнообразны, в зависимости от категории междуречий. Боковые зоны междуречий 1-го порядка состоят главным образом из сыртов (междуречий 2-го порядка), разделенных короткими долинами. Лишь там, где боковая зона более узкая, с отсутствием долин, ее расчленение состоит исключительно из сети оврагов, непосредственно открывающихся в долину основной реки.

Боковые зоны междуречий 2-го порядка представляют большею частью уже чисто овражную зону, с очень редким расчленением короткими долинами.

Дальнейшая характеристика боковых зон относится к междуречьям 1-го порядка. Степень расчленения увеличивается по мере приближения к центральной зоне междуречья. Можно выделить подзону большого расчленения (№ 11-4) иногда веерной формы (прилегающую к центральной зоне) и подзону выводных русел (прилегающую к основной долине). При максимальном развитии первой подзоны в ней находим до 15—20 эрозионных врезов на один выводящий ствол. Такой пример дает Теньковская система (ниже Казани). Общая длина врезов этой системы — до 70 *км* (не считая мелких оврагов). По длине междуречья система имеет (в верховьях) 14 *км*, а в Волгу открывается одним руслом. Вся ширина боковой зоны здесь доходит до 12 *км*: из них 11 *км* приходится на полосу ветвления и несколько более 1 *км* на полосу одиночного выводного канала Ширина же центральной зоны распространяется на 1—2,5 километра.

Подобное веерообразное расчленение системы дрени-

рующих врезов боковой зоны встречается довольно часто. По правому берегу Камы ниже Чистополя — на 10 *км* по длине Камы — мы насчитываем до 60 *км* общей длины овражных систем, привязанных к Каме.

7. Деление междуречий на центральные и боковые зоны есть деление не только морфологическое, но и генетическое, представляющее различие двух циклов развития рельефа.

Центральные зоны — остатки древнего пенеплена. В них в некоторой степени еще продолжается процесс пенепленизации, выравнивания. Интересные наблюдения можно сделать, если очутиться под длительным дождем на центральных зонах. Высокие, обычно сухие, поля превращаются как бы в озера. Всюду накапливаются разливы воды, то стоящие на месте, то переливающиеся на более низкие места. Впечатление такое, что воде некуда деваться. В это время и происходит новая аккумуляция материала, снесенного с более возвышенных частей. Лишь на окраинах центральной зоны течение начинает ускоряться и аккумуляция сменяется транспортом материала, а затем и эрозией.

Боковые зоны — это также полосы древнего пенеплена. Но они уже вступили в следующую стадию развития рельефа — стадию омоложения, развития эрозионных форм, создания пересеченного рельефа.

В асимметричных междуречьях центральная зона смещена в одну сторону. Поэтому боковые зоны развиты при этом различно — одна широкая (расположена на пологом склоне междуречья), другая узкая (на другом склоне). Иногда асимметрия выражена так сильно, что вторая боковая зона местами почти исчезает и центральная зона лежит близко от бровки крутого склона. Это мы видим, например, у Тетюш.

Боковые полосы понижены по сравнению с центральной, так как каждый врез долинно-овражной сети представляет местный коллектор материала, приносящегося с плато при плоскостном сносе. Чем гуще здесь эрозионная сеть, тем более понижены боковые полосы: снос материала идет успешнее при небольшом расстоянии до русел стока. Промежуточные полосы плато в боковой зоне начинают терять характер столовых гряд и переходят в форму куполовидных, а затем и конусовидных гряд.

Рассмотрение горизонтальной Теньковской системы показывает, что в средней части ее мы видим высоту меньше 100 *м* (и не более 150 *м*), тогда как за пределами системы ее оконтуривает горизонталь плато в 200 *м*. Более узкие сырты в общем являются и более низкими — меньше путь транспортировки сносимого материала до соседней долины, и денудирование идет несколько скорее. Особенно это справедливо для концевых частей таких сыртов, где с них дену-

дация идет уже на три стороны. Картосхема (№ 11-6) наглядно рисует эти наблюдения. Такое явление может усиливать асимметрию рельефа, создавая разную высоту сыртов с одной и с другой стороны долины (если ход процесса совпадает соответствующим образом).

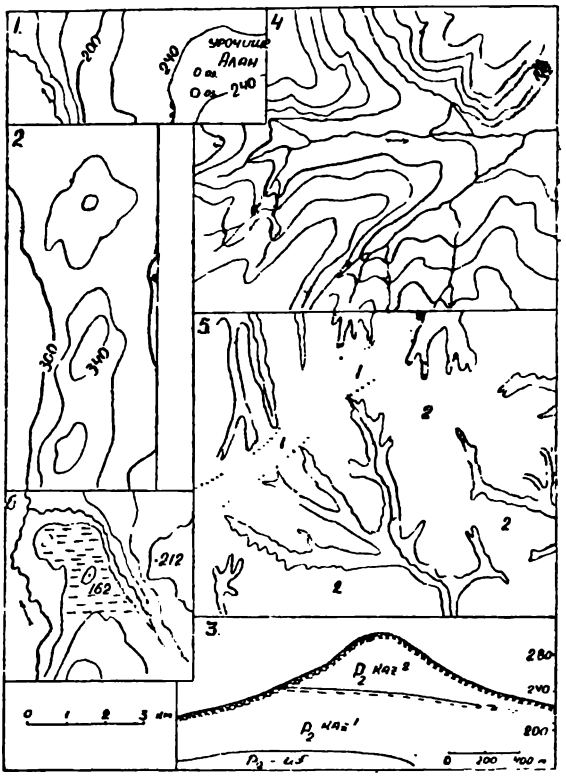



Рис. 11. Рельеф центральных (1—2—3) и боковых зон (4—5—6) междуречий.

1. Плоский, широкий участок центральной зоны, с котловинами — озерками (северо-западная часть междуречья Зай-Мензеля). 2. Участок центральной зоны с внутренними останцами пенеплена (междуречье Б. Зай-Ик, к юго-востоку от г. Бугульмы). 3. Центральная зона в форме остаточного гребня. Татарский ярус смыт (Бугульминское плато, Кудашевское поднятие). 4. Боковая зона, веерообразное расчленение (междуречье Свияга—Волга, к югу от Казани). 5. Узкая центральная зона, развитая южная боковая зона. Цифры 1-1 — центральная зона, 2-2 — сырты второго порядка в боковой зоне (часть междуречья Мёша—Кама). 6. Усиление асимметрии в боковой зоне при трехсторонней денудации. Заштрихован сниженный участок. (Правобережное плато по Средней Шешме).

8. Пониженность боковых зон междуречий отражается и на геологической карте. Центральные зоны междуречий покрыты всегда более молодыми отложениями, чем боковые зоны. Эти отложения в боковых зонах часто уже смыты продвинутой деструкцией; поверхность сложена более старыми отложениями. Чем дальше к концу боковых зон, тем все более древние отложения, вследствие снижения высоты, выходят на поверхность. Особенно ярко все это проявляется на высоких, тектонически поднятых и глубоко разрезанных юго-восточных плато Татарии. При асимметричности междуречий ширина вскрытых полос отложений не одинаковая. На пологих склонах междуречий эти полосы значительно более широкие.

В Бугульминском плато, на склоне к долине Ика отложения верхнеказанского подъяруса вскрыты на ширину 10—15, местами даже 20 *км*. Такой смыв междуречий разнообразит геологическую карту края и обогащает список выходящих на поверхность стратиграфических единиц и горных пород.

## $A_1$. Равнины молодые, низкие, слаборасчлененные

### 1. Распределение молодых равнин

1. Ко второму типу равнин мы относим низкие равнины, сложенные сравнительно молодыми, плиоценовыми и древнечетвертичными (террасовыми) отложениями. Они занимают почти 17% площади Татарии. Плиоценовые отложения имеют значение в сложении поверхности этих равнин только на северо-востоке Восточного Закамья, в междуречье Ик — Сюнь. Древнечетвертичные террасовые равнины занимают территорию в 10 раз большую по площади, чем плиоценовые, главным образом, по левобережью Волги и низовьям Камы. Таковы определения по ненапечатанной геологической карте Татарии 1935 г.

В значительной степени иное распределение Pl и Q отложений мы находим в геологической карте Татарской АССР 1952 г., под редакцией А. М. Мельникова, С. П. Егорова и Г Я. Якупова. Мы встречаем эту карту напечатанной в сборнике «Труды Казанского филиала Академии Наук СССР», серия геологических наук, 4, 1957 г., масштаб 1 1000000. В этой карте площадь Pl отложений показана значительно большей и представляет не менее половины площади, занятой древнечетвертичными террасами Волги и Камы.

Большая территория в Западном Закамье (оконтуренная линиями почти от с. Алексеевское на юго-запад и на юго-восток, на Билярск, Аксубаево и до долины Сульчи и Б. Черемшана) занята плиоценовыми отложениями. Территория лежит по обе стороны долины М. Черемшана, на протяжении 75 *км* по широте и 80 *км* по долготе. На первой же геологической карте (1935 года) здесь показаны отложения Q и даже частью

$P_2^{tat}$. . Также на востоке (от Мензелинска до Актаныша) на второй карте показаны почти исключительно плиоценовые отложения, а на первой карте преобладают отложения Q.

В общем по второй карте площадь плиоценовых равнин значительно больше, чем показано на первой карте.

### 2. Характеристика четвертичных террасовых равнин

2. Очень своеобразную территорию представляют равнины верхних древнечетвертичных террас, особенно развитых по Волге и Нижней Каме. Можно установить несколько основных физико-географических (и особенно геоморфологических) черт характеризующих эти территории.

Первая — общий плакорный характер рельефа, с малой величиной Dh (диапазон высот), который в 10 — 20 раз меньше, чем в коренных территориях. Отсюда следствие — очень малый поверхностный сток. Значительная облесенность северных участков таких территорий также содействует задержке вод дождевых и замедляет таяние снегов. Воды застаиваются в местных котловинах, испаряются и просачиваются в глубину.

Вторая черта — литологический характер (резко отличный от коренных отложений): рыхлость, несвязанность и слабая связанность частиц отложений, что вызывает большую водопроницаемость и усиливает действие плакорности рельефа. Хорошие водоносные горизонты встречаются только на большой глубине (до 50 — 60 *м*), на стыке с коренным фундаментом. Горизонты верховодки всегда очень слабые. Источников совсем нет.

В зависимости от этих основных черт шло развитие деталей рельефа. Эрозионные формы рельефа развиты слабо несмотря на рыхлость отложений. Сеть долин очень редкая, и то имеющиеся долины принадлежат «экзотическим» рекам, начинающимся в коренных территориях. По вступлении в террасовые территории в реках уменьшается количество воды; есть долины сухие, без постоянного водотока.

Овражно-балочная сеть развита больше, но главным образом за счет древних балок. Современные овраги развиты лишь там, где есть условия для интенсивного размыва, главным образом, большой уклон и концентрация стока. Это — безлесные участки на склонах к нижним террасам, особенно в окрестностях больших поселений. Кроме того, развиты овраги на склонах древних балок, имеющих до 10 — 15 *м* глубины (также в безлесных местах). Остальные территории лишены оврагов.

Характерная особенность: при слабом развитии линейных форм эрозионного рельефа (долин, оврагов, балок) очень развиты «точечные» формы: положительные (холмы дюн) и особенно отрицательные (котловины, воронки, западины).

Остановимся подробнее сначала на изучении линейных форм эрозионного рельефа на материале Приказанского участка (к западу от Казани).

Линейные формы рельефа. Овраги и балки. 3. Овраги встречаются и первичные и вторичные. Первичные овраги — недлинные, хотя часто глубокие; они довольно прямые. Эти овраги приурочены к большим склонам балок или возникают на крутом склоне к нижним террасам. Вторичные овраги, врезанные в днище древних балок, наоборот, — длинные, но неглубокие. Дело в том, что у первичных оврагов бровка их склона есть поверхность верхней террасы, а у вторичных — поверхность днища балки. Вторичные овраги, постепенно продвигаясь к верховью, прорезывают днище балки. Остатки днища, в виде террасы, окаймляют русло оврага. В общем наблюдается, что до четверти длины балок уже прорезаны оврагами. Выше верхового перепада оврагов в балках лежат нетронутыми плоские, ровные днища их. В местах с более интенсивным стоком (окрестности Казани) уже свыше трети длины балок охвачено новой овражной эрозией, а местами и больше.

Так получились овражно-балочные системы. Они состоят из двух частей—верхней балочной, более древней, и нижней—с новой овражной эрозией.

Овражная часть не одинакова во всех балках. Можно выделить два типа — с оврагами начального развития и с оврагами полного развития.

4. Прекрасный пример первого случая представляет большая балка, выходящая на первую надпойменную террасу у разъезда Займище. Вся овражная часть и начало балочной части этой системы лежит в густых лесах, которые покрывают и днище и склоны балки и всю окружающую территорию на большое расстояние вдоль кромки верхней террасы.

Ширина русла оврага в нижней и средней части 6 — 7 *м*, глубина — до 1 — 2 *м*. Днище балки в этой части широкое — 50 — 60 и более *м*. Поэтому по сторонам оврага остаются широкие терраски днища (№ 12).

Русло оврага образует многочисленные меандры. Нередко они пересекают вкось или даже почти поперек все днище балки, от одного склона до другого. Частые петли меандр нередко очень круто заворачиваются; русло делает в них оборот на 180 и больше градусов. Эти петли вырезывают из днища балки мысы, выступы и целые полуостровки. Такие полуостровки нередко имеют даже (в плане) каплеобразную форму — расширены на конце, с узким перешейком в месте соединения их с остальным днищем (в корне полуострова). В этих местах ширина перешейка бывает всего 7 — 8 *м*.

Склоны русла оврага имеют асимметрию инерционного типа, с образованием обрывов в вогнутых частях. В очень разви-

тых меандрах, доходящих до склона балки, такие обрывы (яры) становятся очень высокими, до 10 *м* и более. Днище оврагов все сплошь песчаное. При расширении русла подмытые деревья падают, преграждая путь, или еще стоят в грунте, открывая в обрыве большую часть отпрепарированной от грунта корневой системы. В верхней части овражного участка балка становится более узкой, падение увеличивается, овраг углубляется, упавшие деревья во множестве создают трудно проходимый бурелом.

5. Второй тип вторичных оврагов—тип полного развития—существует в ближайших окрестностях Казани, в пределах новой городской черты. Они детально изучены в работе автора (45). В них русло оврага широкое, остатки днища балок узкие, меандр мало, изгибы широкие; изгибы меандр уже почти совпадают с изгибами балок. Здесь мы видим значительно более продвинувшуюся по сравнению с типом займищенской системы эрозию. Полуострова и выступы днища балок уже начисто срезаны, русло оврага выпрямлено и раздвинуто почти во всю ширину балки.

Эти овраги также имеют асимметрию профиля, но уже двух генетических типов. Там, где меандры русла (хотя и слабо выраженные) подходят к склону балки, создаются высокие обрывы — яры, с осыпями в нижней части. Это асимметрия инерционного типа. В участках оврагов, идущих по параллели, наблюдается асимметрия инсоляционного типа: склоны южной экспозиции крутые, северной — пологие.

Различие между двумя стадиями (типами) развития овражных участков проще всего объяснить возрастом, продолжительностью времени действия овражной эрозии. В таком случае овраги начального развития более молодые, чем овраги полного развития. Однако можно видеть причину не столько в возрасте, сколько в различии энергии стока, энергии эрозионного процесса. Займищенская овражно-балочная система лежит в значительной мере в густых лесах, где таяние снегового покрова замедлено. Сток снеговых и дождевых вод в лесах также замедлен. Под Казанью же такие системы лежат в обезлесенных местах, где сток вод более обеспечен. Этим в значительной мере можно объяснить ускоренное развитие пригородных овражно-балочных систем.

6. Вторая, верхняя, часть овражно-балочных систем представляет балки, не тронутые новой эрозией, не считая небольших первичных оврагов и промоин на склонах. Поперечный профиль их трехсторонний: склоны под тупым углом смыкаются с плоским или слабо вогнутым днищем. Ширина днища 50 — 60 и более метров, высота склонов до 10 и более метров. Днище задерновано или заросло травой или лесом. В некоторых местах имеется слабо намеченное русло, что показывает незначительность стока. Но в качестве следов временно-

го стока чаще можно встретить не русла, а полосы песчаного аллювия. Если судить по этим полосам, то нередко боковой сток (из впадающих в балку оврагов) бывает бо́льшим по размерам, чем сток по основной балке. В балке они заворачивают вниз, но скоро прекращаются, не дойдя до полосы следующего бокового оврага. Самостоятельной непрерывной полосы песчаного аллювия по днищу балки часто не бывает.

Характерно в балке также образование конусов выноса из оврагов. Они невысокие, но широкие, иногда перегораживают все днище балки, достигая противоположного склона. Такие балки делятся на ряд котловинок.

«Точечные» формы рельефа. 7. Обширные пространства верхних террас, не затронутые эрозией, однако не везде представляют хорошие плоскости. Во многих частях рельеф разнообразится «точечными» формами, частью положительными, но еще чаще отрицательными. К положительным относятся дюнные холмы, о которых уже писали многие авторы. Обратимся к отрицательным формам — котловинам-воронкам, западинам.

Генезис этих форм может быть довольно разнообразным. Многочисленные котловины мы находим меж дюнными холмами. Они округлые, лопастные или удлиненные. По ландшафтной фациальности эоловые котловины резко отличаются от самих дюн, покрытых чистым, хорошим сосновым лесом. Но и между собой они разнятся в зависимости от своей относительной высоты. Более высокие котловины отличаются от дюн тем, что имеют примесь к сосновому лесу елок и лиственных пород, сообразно изменению почвенного процесса. Низкие котловины имеют преобладание лиственных пород, а иногда и ландшафт заболоченных участков. Наконец, встречаются котловины озерные, заполненные водой снегового и дождевого стока; они не имеют ни притоков, ни стока. Очень типично дюнное озеро Лебяжье к западу от Казани; оно состоит из трех лопастных водоемов, соединенных узкими проливами. Глубина дюнных озер всего несколько метров.

Кроме междюнных котловин, привязанных к дюнному рельефу, мы встречаем значительно больше рассеянных всюду котловин, врезанных в общую плакорную поверхность. Их формы и размеры довольно разнообразны — от воронок до плоских западин и удлиненных руслообразных замкнутых понижений.

Генезис их не одинаковый. Без сомнения, мы имеем котловины карстовые, типа покрытого карста. Это большею частью типичные воронки до 10 и более метров глубины. Для образования их необходимо условие: небольшая глубина фундамента карстующихся пород, в пустоты которых и происходит опускание четвертичных отложений, вероятнее всего, не путем провала, а путем постепенного промывания толщ. Поэтому

карстовые котловины мы находим больше всего там, где коренной фундамент ближе к поверхности, то есть на краях древней погребенной доплиоценовой долины Волги и Казанки, и в том числе на подземном «хребтике» коренных пород (установленном Е. И. Тихвинской) и разделяющем древнюю и современную долину Волги (54, стр. 157; 53, стр. 10—11).

Псевдокарстовые или суффозионные явления и формы образуют неглубокие котловины и западины, не зависящие от процессов в растворимых породах. Однако резкую грань иногда провести невозможно. В лессовидных суглинках углубления могут образовываться не только за счет уноса мелких частиц вниз, где они вмываются в более крупнокластических толщи. В таком случае может быть и выщелачивание имеющихся растворимых частиц. Разница только в том, что растворимых частиц в сравнении с карстогенными коренными породами здесь очень мало.

Словом, во всех этих случаях происходит перенос материала вниз. В одних случаях переносятся нерастворимые частицы, в других случаях — растворимые. В одних случаях они вмываются, входят в готовые пустоты карстогенных пород коренного фундамента, в других случаях—вмываются в поры четвертичных же, но крупнокластических пород. Могут быть всевозможные комбинации этих процессов.

В террасовых территориях Западного Закамья мы встречаем почти исключительно мелкие котловины (до 4—5 *м* глубины) и плоские западины. Многие из котловин включают озерки. Количество всех этих форм иногда очень большое. Приводим примеры. На площади 106 *км*$^2$ есть более 50 западин, частью заболоченных или с водой. По ложбине от с. Ст. Балыкуль до с. Н. Салманы цепочкой тянется 8 небольших озер. На северо-запад от д. Ямкино лежит много западин и котловинок. То же встречаем у сс. Болгары, Три озера, Антоновка. Немало таких форм у сс. Ямбухтино, Бугровка, Отрата, Тат. Тохтали, Болхово, Горки и другие.

В приказанских участках террас встречаются, кроме западин и мелких котловин, и типичные воронки, уже описанные в литературе. Котловины и западины мы находим не только на плакорной поверхности террас, но и в балках.

Гидрографическая характеристика территории. 8. Равнинность территории, большая водопроницаемость, а для северных участков большая лесистость вызывают отсутствие местных источников, ручьев и речек. Грунтовые воды верховодки слабые, хотя все-таки используются местами колодцами. Основная черта гидрографии — скопление вод в отрицательных формах рельефа. Многочисленные озера образуются в междюнных и карстовых котловинах, а также в западинах просасывания как на плакорной поверхности, так и в балках.

В Займищенской балке лежит небольшое озерко Бугровское, а выше его еще одно, безымянное; в Осиновской балке одно за другим три озера—Глубокое, Новое Глубокое и Светлое* На плакорных территориях в западинах, болотах также есть небольшие озерки. Глубина этих озер большая в том случае, если котловина карстовая (пример — озеро Глубокое, до 20 *м* глубины). Во многих озерах значительные участки закрыты зыбучей «сплавиной»; это начало зарастания озер. Даже при отсутствии озер многочисленные западины представляют гнезда болотного ландшафта, с густой зарослью лиственных кустарников и деревьев. Встречаются такие болота в зыбучей форме, с гнездами и полосами открытых водных пространств. Это есть последняя стадия зарастания озер (пример — западина к западу от совхоза № 3 под Казанью).

Итак, для террас характерно обилие болот, мочажин и озер в западинах и котловинах как на плакорной поверхности, так и в балках. Это показывает слабую дренированность таких территорий. Многие из этих резервуаров стоячей воды используются населением для получения воды.

Вода в озерах и болотах получается главным образом за счет поверхностного стока талых и дождевых вод. В некоторой степени возможно питание при поступлении грунтовых вод; но это бывает скорее всего только в очень влажные годы.

Очень заметна роль талых вод. Это видно из того, что озера, имеющие хотя бы частично плоские берега, весной разливаются и заливают участки леса. Особенно заметным разлив озер был в 1957 году, отличавшемся очень большим снеговым покровом (в закрытых от ветра участках — до 100 сантиметров). В этот год и грунтовые воды получили большое подкрепление, так как снег выпал на незамерзшую почву.

В зависимости от водообильности того или другого года, без сомнения, число озер и мочажин в западинах должно меняться, увеличиваясь во влажные годы.

### 3. Количественная характеристика типов рельефа

Кроме общей, качественной (описательной и таксономической) характеристики типов рельефа, данной выше, необходимо разработать и количественную характеристику — установить степень горизонтального и вертикального расчленения. Первое разработано в главе третьей. Вертикальное расчленение можно исследовать многими различными способами, с разных сторон. Общее распределение площади ступеней высот по частям территории (с построением диаграмм) разработано и дано в главе I и в картосхеме районирования — глава VIII, № 29 (1-й способ).

* Выше есть еще 2 водоема в болотных западинах.

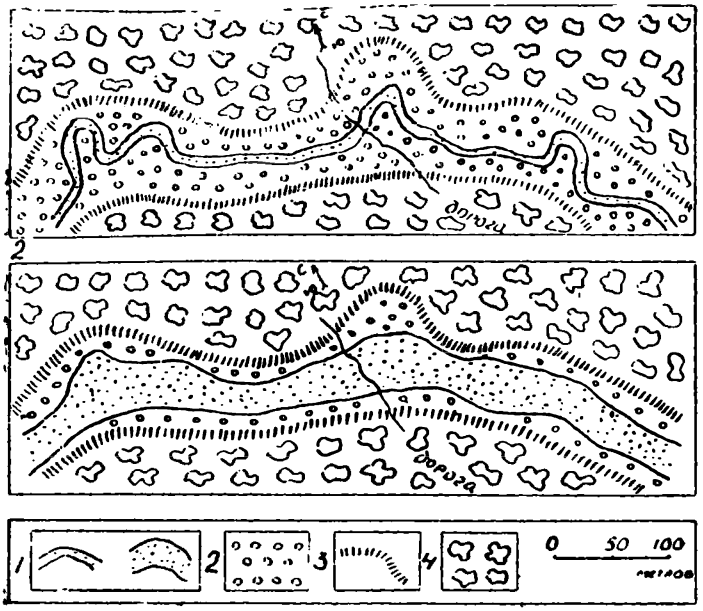



Рис. 12. Эволюция овражно-балочных систем.

1. Балка близ Займища в настоящее время; в стадии образования нового, вторичного овражного русла. 2. Она же в будущем, в стадии затухания вторичной эрозии, с останцами днища балки по краям широкой полосы эрозионных русел второго цикла. В такой форме находятся многие балки у Казани в своих нижних частях.

Условные знаки: 1. Полоса эрозионных русел второго цикла. 2. Днище балки первого цикла. 3. Склоны балки. 4. Поверхность второй надпойменной террасы Волги. 5. Масштаб.

Детальное выражение и распределение высот исследовалось по способу определения изогипсометрических коэффициентов (глава V) и глубины местных базисов эрозии (глава IV) (2 и 3-й способы).

В настоящем разделе применен метод разработки гипсографических (гипсометрических) профилей (4-й) и диапазонов высоты по микроареалам (5-й). Первый, второй и пятый из этих способов предложены автором К разработке рельефа они применены только для выборочных участков, для предварительной оценки методов. Сплошное изучение рельефа республики по ним не произведено. Для вывода диапазонов высот пришлось бы обработать 15000 микроареалов. При громадном развитии измерительных и обрабатывающих работ по

другим разделам эта тема уже не могла быть включена в план исследований на данном этапе.

Гипсографический профиль разработан в масштабе 1 : 100000 по южной полосе Татарии, от западной границы до Шешмы (16 планшетов). В Восточном Закамье линия профиля проведена несколько южнее, через самую массивную часть плато (6 планшетов). Из всего профиля мы приводим 3 планшета по первой части и 1 по второй, по наиболее типичным территориям (№ 13). С этим профилем совмещены диаграммы диапазона высот, в среднем выводе по линии профиля в каждом планшете; даны минимальные и максимальные размеры Dh. Произведены выборочно определения Dh и по другим местам Татарии.

Анализ полученных материалов привел к выводу, что диапазон высот зависит от степени вертикального расчленения территории, от глубины местных базисов эрозии и от густоты долинной сети. Эти факторы сильно увеличивают уклоны поверхности, падение высот, а тем самым и диапазоны высот. Dh может хорошо отобразить различия территорий — от частей высоких и расчлененных, до частей низких, мало эродированных и мало наклонных.

Изучим Dh, полученные из материала главного гипсографического профиля. Здесь подтверждаются закономерности, уже выведенные из изучения двух участков (в разделе «Значение Dh»). Плоские пространства верхних террас Западного Закамья отличаются очень малыми Dh. Средний имеет 9 *м*, минимальный — 3 *м*, максимальный — 20 *м*.

Значительно увеличивается расчленение в восточной части верхних террас, где и абсолютная высота больше и возраст рельефа более древний. Здесь по планшетам минимальные Dh доходят до 15 и до 20 *м*, а средние имеют 28 и 30 *м*, максимальные — 40 и 35 *м*. Эти цифры составляют переход к большому расчлененню коренных пермских территорий.

Равнины (плато), сложенные пермскими отложениями, дают расчлененность по микроареалу в прямой зависимости от абсолютной и относительной высоты территорий. Возьмем три наглядных участка.

В более низком Западном Закамье (междуречье М. Черемшан — Шешма) средний Dh по планшетам мы видим от 25 до 46 *м*, максимальный — до 65 *м*, минимальный — от 15 до 30 *м*. При этом самые минимальные Dh есть в двух срединных планшетах междуречья, охватывающих центральные зоны. Более высокое Предволжье (правобережье Волги у Тетюш) дает Dh до 75 (максимум) и 40 *м* (минимум).

Наконец, самое высокое Восточное Закамье дает и наибольшие Dh, особенно в полосе крутых склонов асимметричных долин. В Правобережье долины р. Зая мы находим громадный максимум Dh 181 *м*, при минимуме в 100 *м*! В не-

сколько раз меньше Dh в левобережной части того же планшета—всего 55 и 20 *м*[1]. Планшеты, лежащие в средней части междуречий, дают меньшие Dh (в сравнении с асимметричными полосами правобережья Зая), но они все же хорошо выражены и достигают 70 м (максимум) и 35 *м* (минимум); средняя величина в данном планшете 62 *м*. Эти соотношения ясно говорят о большой роли наклона поверхности в создании Dh

Сплошное изучение территории на больших пространствах для определения Dh и отображение результатов на спец. морфографических картах, вероятно, было бы очень перспективным методом в изучении морфологии рельефа.

## *Глава VI*

### Б. Долины

Несколько последних печатных работ автора по морфологии долин являются дополнением к этой главе (41, 42, 43). Материал, заключенный в них, здесь детально не повторяется, но развиваются общие положения, высказанные раньше, и вносятся новые.

В Татарии на площади 65000 *км*² 13877 *км* длины всех долин[2]. Из них 666 *км* долин основных крупных рек: Волги, Камы, Вятки и Белой. Поэтому иногда Татарию и называют страной «четырех рек». Все они сливаются в пределах Татарии. Но Вятка и Белая в Татарии имеют очень короткие участки. Главная по длине — долина Камы (340 *км*), затем Волги (190 *км* и 37 *км* по границе с Ульяновской областью).

Средние реки, которые разделяют основные междуречья, в общей сложности имеют длину долин в 1203 *км* (Казанка, Мёша, Иж, Свияга, М. Черемшан, Шешма, Зай, Ик).

Остальные реки — малые реки и ручьи. Долин этих речек более 12000 *км* (12008 *км*).

Обращает внимание общее прямолинейное направление долин основных разделяющих рек: Свияги, Казанки, Шешмы, Зая, Ика. Небольшой дугой идут долины М. Черемшана и Мёши.

В расположении системы Нижней Камы можно установить перистый план—притоки расположены почти равномерно с обеих сторон. Исключение представляет Мелекесский прогиб, по которому сток идет уже не к Каме, а к Волге, на юго-запад и запад. Такой же перистый план можно видеть и в долготном участке Волги. Но после поворота на юг бассейн Волги приобретает одностороннеперистый тип, каковой установлен К. И. Геренчуком для рек, текущих вдоль подошвы настоящих

---

[1] Влияние асимметрии долин.

[2] Территория в 2600 *км*² на юго-западе не была обеспечена соответствующими планшетами и в изучение не включена.

гор. Но у Волги соотношения обратные — с «горной» части бассейна Нижняя Волга на всем протяжении от Камы получает значительно меньше притоков, чем с «луговой» части, вследствие малого развития «горной» части.

### 1. Развитие долин

1. Весьма интересна история развития долин главных рек Татарии.

Долго господствовала идея Г. Ф. Мирчинка о Свияжско-Сурском или, точнее, о Свияжском пороге. Отсутствие акчагыльских отложений по долине Волги выше этого порога и присутствие их в долине Свияги говорило о том, что Волги в то время не было выше Свияги. Воды современной Средней Волги, вместе с Пра-Унжей стекали на юг, в бассейн Дона. Наступление рисского ледника закрыло этот сток в Дон. Образовались широкие разливы, которые стали искать выход на восток. Первоначально этот выход открылся (по А. П. Павлову, 35) южнее современной долины Волги, поперек бассейнов Суры и Свияги, с выходом в Свиягу через р. Карлу. Здесь образовались длинные, неширокие полосы ландшафта «Полесий» (alt Alluvium или Jung Diluvium, а также Tahl-Sand немецкой литературы). Затем был пропилен Свияжский порог и образовался молодой участок Волги. Этого же воззрения держится и С. Г. Каштанов. Но время прорыва Свияжского порога он относит, по сравнению с Г. Ф. Мирчинком, значительно назад. С. Г. Каштанов пишет: «Волга выше Казани тогда (в доплиоценовое время) не существовала». — «Существовала Прасура, текущая в южном направлении». — «В конце апшеронского века, вследствие дальнейшего понижения базиса эрозии, оживились процессы размыва и сноса. Именно в это время, в результате возросшей эродирующей силы реки, невысокий водораздел, разделяющий бассейны Прасуры и Пракамы, был пропилен у Казани, и таким образом к началу четвертичного периода создалась Волга» (17).

Однако концепция Г. Ф. Мирчинка не укладывалась в факты. Морфология террас Волги ниже и выше долины Свияги не отличается, они идут непрерывно в том же выражении. Мнение С. Г. Каштанова о времени образования Волги в этом участке значительно точнее. Но, кроме того, обнаружены факты и построены мнения о доплиоценовом (или, по крайней мере, о доакчагыльском) существовании долины Волги. Об этом говорят указания о нахождении акчагыльских отложений в бассейне Свияги и Казанки Е. И. Тихвинской (53, 54) и северо-западнее Йошкар-Олы — Оссовского (Журнал Мар. авт. респ., 1934, № 2). В 1947 г. Б .В. Селивановский открыл эти отложения близ устья Р. Юшут (38). Все это показывает на отсутствие Свияжского порога и древность Волги и на этом

участке. Следовательно, Волга существовала и в доплиоценовое время. Затруднения стока вод в четвертичное время были, что объясняется не «порогом», а небольшой шириной долины Волги на участке Козловка — Казань (всего 12 — 14 *км* вместо 60 *км* в марийской части). Эту малую ширину следует объяснять тем, что это долина прорыва через структуры Вятского вала.

Правятка и Праветлуга. 2. В связи с формированием Волги находилось и формирование долин Вятки и Ветлуги. Еще П. И. Кротов, затем Е. И. Тихвинская писали об объединенном потоке — Праветлуге, куда впадала и Правятка, не пересекавшая еще Вятский вал. Этот большой поток дугой огибал Вятский вал и выходил в район г. Свияжска (точнее — значительно выше — *В. С.*), составлял часть Праволги. Много работал по этому вопросу Б. В. Селивановский. Он нашел акчагыльские отложения по р. Вятке и в участке прорыва через Вятский вал и выше его, чем было доказано наличие Правятки на ее современной линии. Он считал Правятку объединенной с р. Моломой, а верховья Правятки — объединенными с Пракамой. Пракама же направлялась на север, а не на юг, ибо выше устья Белой по Каме не обнаружено плиоценовых отложений.

Существование объединенного потока Правятки и Праветлуги Б. В. Селивановский относит на четвертичное время. Узкая долина прорыва Правятки через Вятский вал была закрыта флювио-гляциальными песками, и воды нашли выход на Праветлугу и затем в Праволгу. Б. В. Селивановский дает картосхему этих изменений (38). Но в его картосхеме, повторенной Ф. И. Мильковым (в книге «Среднее Поволжье»), вследствие очень мелкого масштаба слишком упрощенно представлено направление вод Праветлуги — прямо к Свияжску, через высокие водоразделы. В книге «Очерки по географии Татарии», Казань, 1957, дана уточненная схема этих гидросетей.

Палеокама. 3. Б. В. Селивановский указывает, что в ледниковую эпоху, когда сток верховьев Камы на север был закрыт, воды Камы разработали выход на юг и Кама слилась с Прабелой. К концу четвертичного времени снова разработался проход Правятки через Вятский вал и речная сеть приняла современные очертания.

Интересные данные получены в последние годы относительно направления погребенной долины Палеокамы. Большой разворот геолого-разведочных работ дал обильный материал по буровым скважинам. Н. В. Кирсанов в 1948 г. (24), А. Н. Розанов в 1948 г. (37) и С. Г Каштанов в 1956 г. (18) в своих работах определили и направление доплиоценовой долины Камы. Включаем эти материалы в картосхему № 29.

Намеченная А. Н. Розановым и С. Г. Каштановым линия

Палеокамы нуждается в уточнении. Ясно, что на этой линии не должны лежать никакие более древние отложения. А это не так. Линия Палеокамы ниже Чистополя в двух местах пролегает через выступы сплошного распространения татарского яруса. Если подойдем со стороны орографической, мы не найдем (по гипсометрическим картам) на этой линии соответствующего долинного вреза. А он должен быть, хотя бы и значительно более пологий, чем раньше. В области верхних террас такие древние долины могут быть совершенно перекрыты мощными процессами четвертичного аллювонакопления. Но как же быть с этими местами? Может быть, геологическая карта не точно составлена? Может быть, картосхемы эти имеют в той части слишком мало точек, чтобы решиться на проведение линии Палеокамы экстраполяцией? Может быть, эти точки глубокого залегания подошвы плиоцена относятся к меридиональным долинам древних притоков Палеокамы? Кроме того, получается, начиная от Чистополя, большое расхождение с Палеокамой по материалам Н. В. Кирсанова. И вообще все подобные работы тормозятся неполнотой бурового материала, о чем сказано во второй главе. Если же эти линии верны, остается допустить неточность геологической карты.

4. Преобразование этих, ныне погребенных, древних долин произошло во время плиоценового (предакчагыльского) поднятия Среднего Поволжья, при котором амплитуда высот рельефа вдвое и втрое превосходила современные отношения. Д. В. Борисевич (4) определяет поднятие как сильное, но кратковременное. Эти особенности процесса поднятия определили и характер преобразования долин. Долины Волги, Камы и их притоков получили в то время большое развитие в глубину, характер глубоких, но нешироких врезов каньонного характера вследствие больших темпов поднятия. Долина Палеокамы, ниже устья Вятки, имела ширину 2,5 *км*, днище ее вскрыто на отметке — 101 *м*, у Чистополя на отметке — 114 *м*. По Волге, к северу от Казани, размыв этот доходил до отметки — 52 (у с. Савиново). Вслед за магистральными реками начали углублять свои долины и их притоки. Но врезание притоков, вследствие небольшой массы их водостока, было не столь глубокое и не распространилось, из-за кратковременности эпохи, очень далеко. По известным к настоящему времени материалам предакчагыльское врезание прошло по притокам на 60 — 100 *км* от устья. Найден этот размыв у Свияги, Казанки, Шешмы, Зая, Ика. По Свияге размыв доходил почти до южных границ Татарии (до села С. Студенец)*, по Казанке — до с. Сидорова Пустошь. По Казанке (у Каменки) размыв доходил до отметок — 41 *м*, и глубина узкой древней долины достигала 130 *м*. Такая большая для притоков глубина вреза объяс-

* Есть мнения о более далеком проникании этого размыва.

няется здесь (С. Г Каштановым и Н. Н. Нелидовым, 22) содействием развитых в этом участке карстовых процессов.

Притоки древней Праволги имели другую длину, чем в современном состоянии, так как русло Праволги лежало левее. Река Свияга была длиннее, чем теперь; она пересекала полосу всей современной поймы Волги. Казанка и Мёша были короче, так как это левые притоки.

Между тальвегами древней и современной долины Волги и Камы лежат останцы коренных пород в виде подземных хребтиков или отдельных возвышений. Под казанским кремлем эти породы выступают на поверхность.

## 2. Генетические типы долин

Долины равнин обычно относятся к одному генетическому типу — долин эрозионных. Но они настолько разнообразны по величине и строению, что следовало бы попытаться установить некоторое дробление в определении их.

При общей эрозионной основе генезиса долин различия появляются от того, остается ли эрозия основным и почти единственным фактором в моделировке долин или на нее накладываются другие факторы, значительно изменяющие характер профиля долин.

Долины эрозионно-аккумулятивные. 5. Это долины четырех крупных рек Татарии и значительная часть долин средних рек (в нижнем течении). Выработанный эрозией реки (с начала ее существования) долинный врез наполнен в значительной мере аккумуляцией речных отложений, сформированных в террасы. Тектоника не имеет определяющего влияния на направление и характер долин. Долина Волги в казанском участке есть поперечная долина прорыва, в Тетюшском участке она расположена совершенно эксцентрично по отношению к оси Мелекесской депрессии. Тектоника имеет местное значение, определяя местами резкие изгибы долины Волги и Камы. Долины Зая и Шешмы идут не вдоль уклона громадного тектонического поднятия, а почти поперек. Долина Ика прорывается через Бавлинское поднятие (флексуру).

Для долин крупных рек типично чередование узких и расширенных участков долин. Еще в 1939 г. автор опубликовал свои наблюдения над долинами Волги и Камы (44), обратив внимание на типичное явление — чередование расширений и узких частей долин в пределах поймы и надпоймы (а также и верхних террас). В 1948 г. А. В. Ступишин дополнил эти материалы своими исследованиями в области водораздела Волга—Мёша (50). Основываясь на останцах, установленных Е. И. Тихвинской, и дополнив эти материалы своими исследованиями, он составил свое мнение о связи этих горловин и рас-

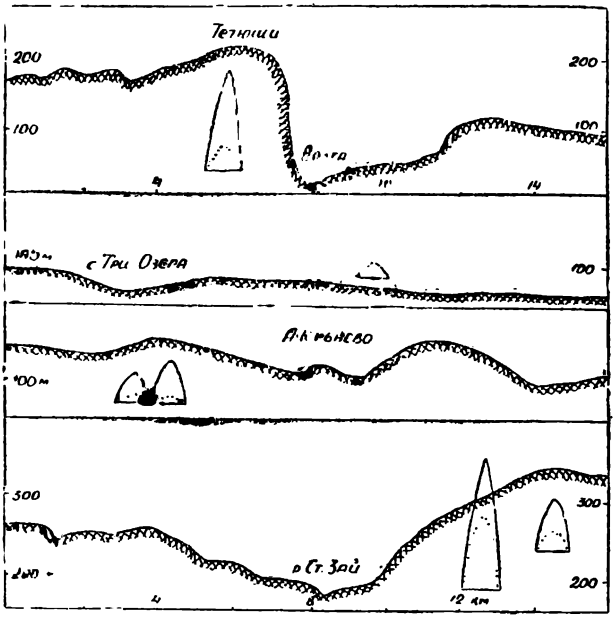



Рис. 13. Фрагменты из основного гипсографического профиля ТАССР (участки четырех планшетов).

1. Приволжская возвышенность и террасы левобережья Волги. 2. Территория верхних террас Волги (Зап. Закамье). 3. Междуречье М. Черемшан-Шешма (Низинное Заволжье—Западное Заволжье). 4. Высокое Заволжье (Восточное Закамье). Бугульминское плато, междуречье Зай—Ик.

Вертикальный масштаб в 20 раз крупнее горизонтального. В профиль вписаны отрезки эллипсовидных фигур, дающие величину диапазона высот (по микроареалам) в каждом планшете профиля. Пунктирная линия — минимальный Dh, сплошная линия — максимальный Dh по данному планшету. Вертикальный масштаб (величина Dh в метрах) такой же, как и самого профиля.

ширений (в исследованном участке) с наличием или отсутствием погребенных останцов коренных толщ.

В марте 1953 г. автор сдал в печать работу о поймах Татарии (43). В ней сделан опыт обосновать эти расширения и горловины долины тектоникой — отрицательными и положительными структурами. Для Волги, от Марийской АССР до Камы, это сделано детально.

В 1954 г. А. И. Москвитин опубликовал свои наблюдения по этому вопросу, касающиеся территории Среднего Поволжья (30). Он определил прямую связь образования расширений и горловин со структурами. Для большинства горловин он установил их положение над поднимающимися структурами.

Описываемые расширения и горловины различаются и

морфологически. Расширения имеют развитую типичную пойму. Горловины имеют узкую пойму: иногда она выклинивается (также и надпойма). Река течет в горловине почти прямым и единым руслом. При образовании водохранилищ в горловинах получаются узкие проливы, ограниченные коренным берегом и высокой ступенью верхних террас. Приводим картосхему (№ 14) конфигурации долины Волги и Камы с показанием тектонических структур.

Долины денудационные. 6. Это — асимметричные долины средних рек (первого порядка), а также долины рек второго порядка (нередко и третьего порядка). Аккумуляция и тектоника не имеют значения. Долинный врез чрезвычайно обширный в сравнении с небольшой мощностью рек. Долины созданы общими процессами денудации (в том числе и эрозией). Долинное понижение выходит далеко за пределы действия основной реки и распростирается на низовья притоков, обнимая и прилегающие пониженные части асимметричных междуречий. Получается широкая полоса долинного вреза, составное, сложное образование. Основное в генезисе — комплекс денудационных факторов, асимметрично проявляющихся. Это — долины асимметричные, денудационного типа асимметрии. Дальше приведен ряд профилей таких долин разных порядков (№ 26).

В создании этих долин основное значение имеют процессы образования асимметрии рельефа. На этом детально остановимся в седьмой главе.

Долины эрозионные. 7. Это долины малых рек, большей частью 3-го и 4-го порядка (иногда и второго). Их следует признать молодыми эрозионными врезами. Они напоминают нередко развитые овраги с ущельеобразным профилем, с узким днищем (пример — р. Киндерка и р. Печищи под Казанью). Глубина в сравнении с шириной очень значительная. Склоны очень крутые. Аккумуляция почти отсутствует. По продольному профилю иногда встречаются перепады, даже водопадики (созданные упором плотных пластов).

Долины карстовые. 8. Карстовый процесс для формообразования в Татарии не имеет большого значения, хотя и дает немало интересных участков карста и псевдокарста, с большой густотой расположения карстовых форм.

Автором было начато изучение карста Татарии, особенно в Приказанском районе (44, 45). Автор для этого района ориентировал карст генетически более всего на кунгурские отложения. По этому поводу С. Г. Каштанов пишет (21): «М. С. Кавеев для Зеленодольского района карстовую зону приурочивает к верхнеказанским отложениям. В. Н. Сементовский считает карст в основном кунгурским. Накопившиеся довольно значительные материалы бурения подтверждают взгляды последнего».

В дальнейшем изучением карста занялся (в порядке планирования научных работ кафедры) А. В. Ступишин. В докторской диссертации А. В. Ступишина (51) дано полное изучение карста Татарии.

В настоящей работе мы используем карстовый процесс с целью показать наличие в Татарии карстовых долин, хотя бы и в небольшом выражении.

Карстовый процесс, с одной стороны, может содействовать образованию эрозионных долин, с другой — может образовать самостоятельные долины. Карстовый процесс, вероятно, содействовал образованию каньонообразных долин некоторых участков доплиоценовых рек, например, р. Казанки (Каштанов и Нелидов) и др.

На современной поверхности Татарии в карстовых участках мы находим иногда долинообразные ложбины, довольно глубокие, с карстовыми воронками. Эти долины можно назвать карстовыми долинами. Они «полуслепые», полузамкнутые, то есть имеют выходное устье, но оно сформировано в виде порога. Однако этот порог значительно ниже других склонов долины, почему и нельзя назвать ее слепой (какими часто бывают карстовые долины). (См. профиль и план № 15). Из таких долин наиболее выражена долина к северу от п. Чингиз (близ Казани), по направлению к р. Киндерке. Она лежит на склоне пермской возвышенности, над долиной реки Казанки. Древняя долина Казанки заложена здесь глубоко (у с. Савиново до — 51 *м*). У с. Дербышки в ней расположено большое поле карстовых форм, описанное ранее Кавеевым и автором (45). М. С. Кавеев считает эти воронки образованными в процессе вмывания мельчайших частиц рыхлых четвертичных отложений в нижележащие трещиноватые и закарстованные пермские отложения. Эта проницаемость четвертичных и казанских отложений, а также большая глубина древней долины, без сомнения, содействовала и стоку подземных вод с близко расположенного склона и углублению образовавшихся там карстовых котловин. Об этом говорит отсутствие озер в воронках описываемой долины. Нет их даже в котловинах, которые имеют большой приток сточных вод по длинным ложбинам, как во второй линии данного участка (северной).

На описываемом склоне лежат две карстовых долины. Из них более выражена южная.

Эта большая долина имеет форму слегка изогнутую, длиной до 1 *км*. Устьем она открывается на юго-запад, в долину Казанки. Тыловая часть врезывается на северо-восток, в более высокие части склона. В днище долины расположено до 8 котловин и воронок. Наиболее глубокие, конусообразные воронки лежат в дальнем конце долины. Они имеют глубину от боковых склонов долины до 40 — 50 *м*, а от разделяющих их перемычек глубина воронок до 20 — 30 *м*. Выходная часть до-

лины (устье) не имеет заметных признаков эрозии. Следовательно, у долины бассейн бессточный. Весь сток с водосборной площади уходит в грунт, большей частью через воронки, частью испаряется.

Вторая подобная долина, но менее выраженная, лежит недалеко от первой, северо-западнее. Она представляет длинную ложбину стока, оканчивающуюся на юге обширной воронкой (без озера). Западнее лежат две меньшие воронки. В нижней части ложбина падает круто, с перепадами и сформированным руслом. В верхней, пологой, части она имеет широкое лесное болото.

7. Площадь, занятая только долинами первого типа, составляет в Татарии 14,5% территории республики. Эта площадь определена по геологической карте. Определялась площадь, занятая руслами, поймой и первой надпойменной террасой (верхние террасы включены в иную категорию рельефа). Первая надпойменная терраса выражена очень мало (в среднем она занимает вряд ли больше десятой части долины). Следовательно, основной формой является пойма.

Но и территория верхних террас также представляет территорию долинных врезов (древняя часть их). Она обнимает 15,5% площади республики. В итоге вся площадь, где шло и идёт долинное формообразование, занимает до 30% территории республики.

Но и это еще не все. До 130000 километров длины малых и большей частью средних рек не вошли в подсчет площади долин, так как на геологической карте, из-за её масштаба, они не были отражены.

В итоге площадь долинных врезов в Татарии дойдет до цифры 40 и больше процентов всей территории, что характеризует большую степень эволюции рельефа и перехода древних пенепленов в стадию низкого яруса рельефа.

### 3. Морфография русел в поймах

8. О морфологии поймы в Татарии говорится в печатной работе автора (43). В данной работе необходимо установить некоторые закономерности развития русел в главных поймах, в общем виде отмечавшиеся и раньше. Для Татарии эти формы, закрытые уровнем водохранилищ, становятся уже историческим материалом.

Отклонение притоков, каптюры и пойменные речки. При вступлении в долину главной реки многие притоки отклоняются вниз по течению и текут несколько километров по пойме, до своего устья (44). Отклонение мы видим у рек Шешмы, Мёши, Свияги, Крым-Сарая (приток Дымки), Ика и других. Особенно велико отклонение Ика (до 60 *км*). У других рек оно в пределах 2—4 *км*. Если пойменное русло

проходит близко от русла главной реки, то могут произойти каптюры, отрезание устьевых частей притока и укорачивание русла его.

Эти каптюры происходят при эрозии главной реки в процессе меандрирования или при отклонении ее вправо. Каптюры всех левых притоков происходят только в процессе меандрирования главной реки. Для правых притоков возможны оба случая. При каптюрах притоки получают новые устья выше старых, а обрезанное русло превращается в старицу.

Приведем несколько случаев каптюр притоков Камы. В атласе Камской описной партии 1882 года нанесено два устьевых протока Зая, один прямой короткий, другой отклоняющийся влево и впадающий на 3 *км* дальше чем первый. Расходятся оба протока в расстоянии 0,75 *км* по прямой от Камы. На современных картах мы видим такую картину: Кама, путем «инерционного» подмыва левого берега (в изгибе меандры), смыла большую полосу поймы, уничтожила прямой, короткий устьевой рукав Зая; левый длинный устьевой рукав Зая поглощен руслом Камы; Зай впадает, уже без разделения, прямо в Каму. На Шешме ясно видны следы такой каптюры: отрезано русло до 5 *км* (картосхема № 16-1). Головкинский (12) указывает, что новое устье Шешмы (против правобережного села Покровского) образовалось в 1863 году.

Еще резче такой процесс выражен у р. Шенталы (картосхема № 16-4). Бывшая устьевая часть р. Шенталы (длиной до 10 *км*) была отрезана эрозией меандры Камы, которая на 2 *км* отделила эту часть от нового устья Шенталы. На современных картах отрезанную устьевую часть Шенталы не отличить от рукавов Камы. Но на карте 1876 года эта часть, хотя и отрезанная, называется все же «устье р. Шенталы». На карте 1882 г. верхняя часть протока уже закрыта песками; нижняя еще имеет частичное сообщение с Камой.

Из правых притоков Камы интересен процесс каптирования низовьев р. Мёши (картосхема № 16-6 и 7). Вероятно, до половины 19-го века ниже с. Мансурово существовала огромная излучина Камы, общей длиной русла почти в 20 *км*. Около 1855/56 года здесь образовалась прорезь корня излучины длиной до 4 *км*. В 1866 г. Головкинский наблюдал этот узкий рукав. «Быстрота течения так значительна, что большие гребные и парусные суда, плывущие вниз по течению, не решаются проходить здесь и предпочитают обогнуть остров по коренной Каме, употребляя для этого, вместо 1,5 или 2 часов, 6 или 8 часов. Левый рукав постепенно мелеет, тогда как правый (прорезь) становится все шире и глубже» (12). На карте 1876 г. прорезь уже вполне разработана, судоходна. На планах Камской описной партии (1882 г.) фарватер показан уже только в бывшей прорези, а в меандре он не показан. На карте 1919 года верхний вход в меандру показан закрытыми песча-

ными отложениями, нижний — свободен. На последующих картах эта меандра показана как уже вполне отчлененная старица.

Образование прорези описанной меандры ускорило процесс каптирования Мёши, так как расстояние до Мёши сократилось. После рукав Камы (прорезь), вследствие отклонения вправо и образования меандры (обращенной также вправо), подошел к Мёше и каптировал её. На планах 1882 г. в 1 *км* ниже Мансурово показана сухая ложбина, идущая к Мёше. Вероятно, здесь был сток вод Мёши в весенний паводок.

Кроме отклонения притоков в пойме Камы встречаются оригинальные пойменные речки, которые и начинаются и заканчиваются в пойме. Это две речки Прость — одна ниже р. Зай, вторая ниже р. Шешмы (картосхема № 16-3 и 1). Первая имеет до 30 *км* длины, вторая — до 42 *км*. Возможно, что эти речки были низовыми частями рек Зай и Шешмы, отклонение которых тогда по величине приближалось к отклонению Ика. Первая р. Прость и теперь ответвляется от р. Зая.

Однако надо учитывать, что есть случаи ложного отклонения, случаи, когда приток не имеет в пойме главной реки самостоятельного русла, а впадает сразу в «воложку» или в старицу главной реки, которые неправильно и принимаются за русло притока. Притоки, впадающие со стороны «луговой» части долины, обычно впадают в водоемы притеррасного понижения поймы. Речки Ошняк и Суша (все ниже Чистополя) впадают в протоки Камы (картосхема № 16-8). Речки Тойма и Танайка (под Елабугой) также впадают в протоки Камы (картосхема № 16-2). Речка Уратьма по существу является притоком не Камы, а речки Прость (картосхема № 16-3). Речка Бриса у Лаишева (картосхема № 16-5) использовала даже водоемы двух разновозрастных сегментов поймы Камы. От этого получился резкий поворот русла у озера Тува при переходе в другой сектор поймы. Речка Шумбут у Чистополя использовала притеррасное понижение даже для того, чтобы направиться к слиянию с Камой вверх, а не вниз по долине.

В процессе каптирования имеет значение и работа вод самого притока, особенно для рек, текущих с юга. Во время весеннего паводка в таких притоках подъём вод происходит раньше, чем в северных притоках, и на много раньше основной реки. Масса воды паводка, переливаясь в устьевом отрезке притока через полосу поймы к главной реке, может начать в более удобных местах прорыв поймы.

Устьевые останцы. 9. Многие притоки образуют в устьевых отрезках течения останцы, вырезанные из первой, иногда и второй надпойменной террасы. Есть в погребенном положении останцы и коренных толщ. Это показывает, что закономерность образования останцов действовала и в разрезе прошлого времени. Останцы террас мы встречаем по обе сто-

роны устья р. Белой (Чортовы городища), в Камско-икской пойме (Игимский останец), в устье Свияги (Свияжский холм), в устье Казанки (Зилантовский холм и останцы надпоймы под некоторыми слободами).

По Свияге (у д. Дятлово) обнаруживается останец в виде холма, на 25 *м* высоты над уровнем верхней террасы (над поймой его высота уже до 50 *м*).

Погребенные останцы есть в устьях Казанки, Вятки, Зая, Ижа, Свияги. Есть они и как внеустьевые образования, особенно по долине Волги. Погребенные останцы можно рассматривать как части повышенной полосы коренных пород, разделяющей древнюю и молодую долины Волги и Камы и являющейся останцом при эрозионном углублении долин.

Вопрос об останцах разрабатывался раньше и автором, и другими исследователями, поэтому ограничимся сказанным.

Меандрирование. 10. Вопросу о речных излучинах К. И. Геренчук отвел 6 страниц своей крупноформатной книги (стр. 126—131). Он указывает, что есть излучины, развивающиеся на всем протяжении реки, вероятно, обусловленные «внутренней динамикой потока» («ритмичные излучины»). Другой тип излучин—«далеко выходящие за среднюю норму извилистости» реки и встречающиеся только в определенных участках. Эти излучины, меандры К. И. Геренчук генетически обосновывает на тектонических движениях и заключает, что врезанные, крутые меандры (типа днестровских) образуются в участках с неотектоническими поднятиями. Долины в таких местах становятся узкими и глубоко врезанными.
Свободные меандры — «когда река блуждает по днищу широкой долины» — К. И. Геренчук связывает с отрицательными движениями.

В Татарии мы не можем установить врезанные меандры. Даже там, где Волга проходит поперек структур Вятского вала и долина ее становится узкой, мы не имеем этих меандр. Мало того, здесь русло Волги почти не имеет вообще меандр, а идет прямолинейно, с одним небольшим изгибом у Свияжска. Очевидно, это указывает на неотектоническую стабильность данной зоны.

В участках тектонических погружений долина расширяется, река образует свободные меандры, часто крутые, крупные, одну за другой («узлы меандр»). Такой характер имеет Кама ниже Чистополя и особенно в приустьевой части и Волга ниже устья Камы. Это — зона Мелекесского прогиба.

Большое расширение долины и развитие меандр мы видим по нижнему Ику и Белой. Причиной этого могла быть пониженная структура Бирской седловины (между Татарским и Башкирским сводами), а также сопротивление многочисленных структур Татарского свода, лежащих в участке Иж—Вятка.

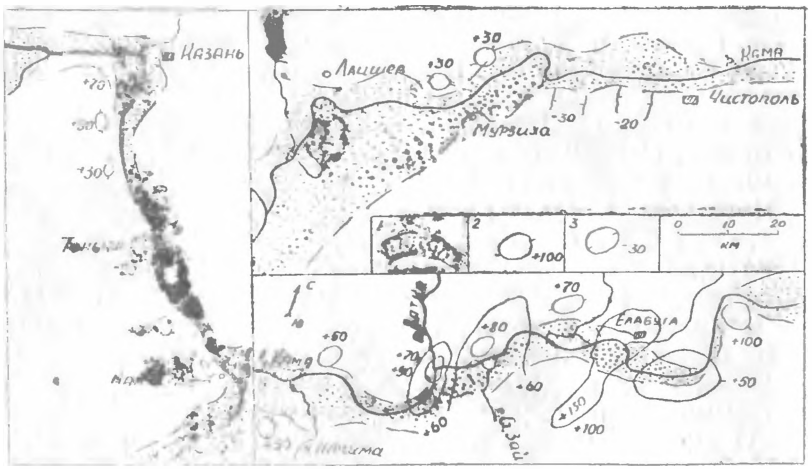



**Рис. 14. Расширенные и суженные участки долины Волги и Камы в Татарии в сопоставлении с тектоническими структурами.**

1. Долина в пределах поймы и узкой надпойменной террасы. 2. Стратоизогипсы опорного горизонта с положительными отметками. 3. То же — с отрицательными отметками.

Приводимые ниже цифры дают представление о развитии меандрирования. Длина русла р. Белой (в пределах Татарии) больше длины долины на 45%; длина русла р. Камы (ниже устья Вятки) больше длины долины на 19%. У р. Актай (в Мелекесском прогибе) длина русла в низовьях даже на 180% больше длины долины. На Волге выше устья Камы меандр почти нет.

Обычный для рек процесс прорезывания шейки меандр ясно наблюдается при изучении карт разного времени. На Каме ниже г. Набережные Челны есть 5 больших меандр. Из них две нижние (у сс. Котловка и Свиногорье) уже прорезаны и русло спрямлено. А. Головкинский в 1866 г. описал прорезь меандры у Котловки. Эта меандра делает изгиб к югу.

«Самая Котловка лежит собственно не на Каме, а на небольшом рукаве её, замечательном по удивительной быстроте, сообщающей поверхности воды постоянно волнующийся, даже пенистый вид» (12).

Через 16 лет после наблюдений Головкинского мы видим по планшетам Камской описной партии 1882 г., что в этой прорези есть уже судоходный фарватер; но он еще не столь глубокий, как в самой меандре Камы. Впоследствии прорезь разработалась в основное русло и фарватер Камы, а меандра была заброшена; постепенно она превратилась в воложку. В следующей меандре, у Свиногорья, сама меандра делает дугу к северу; но фарватер уже в 1882 г. был только в прорези. Очевидно, эта меандра прошла цикл развития раньше, чем Котловинская меандра (№ 16-9).

Попутно надо поставить вопрос (по предложению В. А. Дуглав) об исправлении названия с. Свиногорье. Это очевидно село Совиные Горы. Ведь на Каме есть села Соколы Горы, Сорочьи Горы. И здесь, вероятно, в основу были положены не свиньи, а совы. И действительно, в печатном атласе Камской описной партии в сборном листе атласа мы читаем название Совиные Горы. Но в планшете и профиле этого атласа напечатано Свиногорье. Слово Совиные легко могло исказиться и перейти в Свиные.

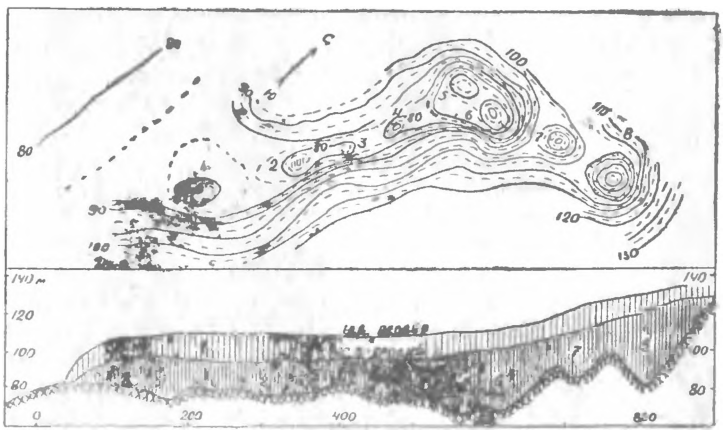



Рис. 15. План и профиль карстовой долины у п. Чингиз близ Казани.
Меридиан магнитный. Отметки высот относительные (близкие к действительности).

Ниже Ланшева Кама образовала большие меандры. Они уже отчленены и носят название Старая Кама. Выше с. Мансурово на карте 1876 г. показаны старицы — остатки большой левобережной меандры. Еще больше (20 *км* общей длины русла) была меандра ниже с. Мансурово. Ее развитие описано раньше, в связи с каптированием р. Мёши. В 2 *км* от устья Камы влево отделялась большая (до 15 *км* длины русла) Старая Кама, впадающая уже в Волгу.

### 4. Закономерности направления линий рельефа

10. Непосредственно долинный рельеф представлен руслом основной реки и всей пойменной террасой. Этот рельеф отличается продольной или русловой ориентировкой элементов рельефа. Все формы рельефа (прирусловые валы, гряды, ложбины, русла стариц и протоков) направлены вдоль долины или, точнее, вдоль того участка русла, который явился для них исходным. В меандрирующих участках реки эти фор-

мы почти также изогнуты, как и меандры русла. В старых участках поймы такие изогнутые формы могут быть направлены даже перпендикулярно к современному руслу реки, прорезавшему старый меандровый комплекс.

На первой надпойменной террасе рельеф имеет смешанную ориентировку. В ослабленном виде наблюдается еще русловая ориентировка; сами же формы значительно утратили свою выраженность под действием денудационных процессов. Есть уже формы поперечной ориентировки.

На верхних террасах русловая ориентировка совсем почти утрачена, и на них развиваются новые формы эрозионного рельефа, в общем перпендикулярные долине, а также формы эолового и карстового рельефа в гнездовом расположении.

Формы рельефа на коренных склонах развиваются в перпендикулярной ориентировке (в общем).

Изложенные вопросы автор разработал в своих статьях «Геоморфология поймы» и «Типы бечевников» (43, 41).

### 5. Падение долин

К. А. Головкинский в свое время сделал указание на быстроту течения и большое падение малых рек в сравнении с крупными (13). В качестве примера он привел речку-ручей Янасалку (между Красновидово и Буртасы). В своей средней части (где еще «нет ни водопадов, ни особенных быстрин») она имеет падение от 1 105 до 1 170, то есть 10—15 *м* на 1 *км*.

Различие в падении рек разных категорий широко распространено, и не только в Татарии, и зависит от истории геоморфологического развития. Крупные реки в Татарии имеют в среднем падение в 4—5 *см* на 1 *км* (0,00004—0,00005). Урез Волги имел отметку у входа в Татарию до 44 *м*, у выхода — 32,5 *м*. После окончания Куйбышевского узла проектный уровень Волги в водохранилище стал 53 *м* а. в.

Средние реки надо разделить на 2 группы, различающиеся по длине, величине и падению. Реки первой группы начинаются далеко за пределами Татарии, более крупные по водности; в Татарии их долины уже вполне разработаны и углублены. Это реки Ик, Иж, Шешма, Свияга. Вследствие древности существования этих рек и достаточной многоводности (15—25 и более кубометров в секунду среднегодовой расход) долины их согласованы с долинами крупных рек. Ик вступает в Татарию на отметке около 120 *м*. Падение его здесь, округленно, до 50 *см* на 1 *км* (0,0005). К низовьям падение уменьшается до 23—25 *см* на 1 *км*. Свияга входит в Татарию на отметке до 80 *м*, с падением до 60 *см* на 1 *км*, которое уменьшается (на средине расстояния до Волги) до 25 *см*. Шешма имеет на границе отметку 110 *м*, с падением 60—50 *см* на 1 *км*. Большое

падение сохраняется и дальше, ослабляясь к низовой части. Итак, у рек этой группы падение (в пределах Татарии) от 10 до 5 раз большее, чем у главных рек.

Но вторая группа средних рек имеет падение ещё в 2—3 раза большее, чем реки первой группы, измеряющееся уже не дециметрами, а почти в метр и более на километр. Это понятно. Реки Казанка, Мёша, Зай начинаются в пределах Татарии. Приводим округлённо высоту их истоков (по карте м-ба 1 : 1500000): Казанки — на высоте до 150 *м*, Мёши — более 150 *м*, Степного Зая — более 200 *м*. Если же считать за начало Зая не Степной Зай, а более многоводный Большой Зай (предложение автора), то исток Зая будет на высоте более 300 *м*.

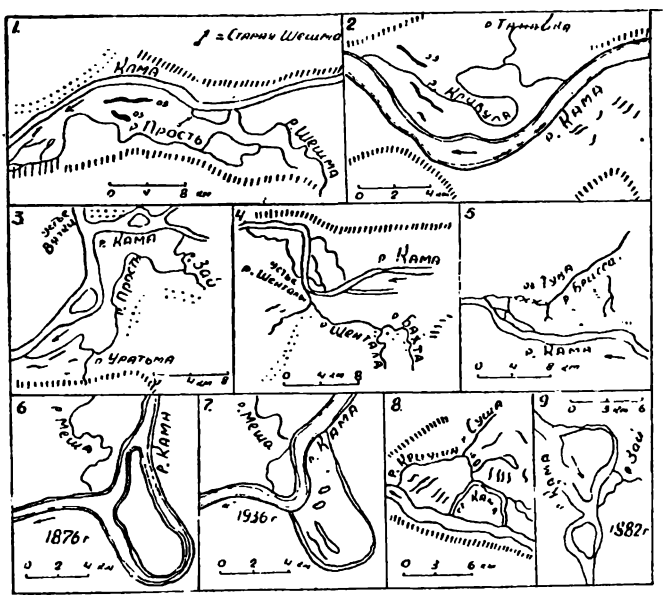



Рис. 16. Морфология притоков в долине магистральной реки (Камы).

1, 2 и 3 — пойменные речки; 1, 4, 6, 7 и 9 — каптюры притоков; 2, 5 и 8 — впадение притоков в пойменные образования. Местоположение примеров: 1. Выше Чистополя. 2. Ниже Елабуги. 3. При впадении Вятки. 4. Ниже Чистополя. 5. Выше Лаишева. 6 и 7 — ниже Лаишева. 8. Ниже Чистополя. При устье Зая.

Определим длину долины Казанки в 100 *км*, Мёши в 168 *км*. Степного Зая в 175 *км*. Среднее падение их на 1 *км* длины оп-

ределяется: у Казанки — до 1 *м*, у Мёши — до 0,7 *м*, у Степного Зая — почти 1 *м*, а с. Б. Заем даже до 1,3 *м*.

Водность этих рек раза в 2 меньше водности рек первой группы (5—10 кубометров в секунду).

Многочисленная группа малых речек, особенно впадающих прямо в Волгу или Каму, резко отличается и от второй группы средних рек. Длина их небольшая (часто 30 — 40 *км* и меньше), а начинаются они нередко на достаточной высоте. Поэтому падение измеряется цифрами в несколько метров на 1 *км*. Особенно это ярко выражено в Высоком Заволжье. В то же время водность малых рек измеряется немногими десятыми кубометра в секунду, следовательно, активность выработки долины очень небольшая, с преобладанием глубинной эрозии. Р. Уратьминка (левый приток Камы ниже Вятки) начинается на высоте 200 *м*. Общее падение ее составляет 150 *м* на длину долины в 30 *км*. Это дает до 5 *м* на километр. Уратьминка имеет почти горный характер течения. Р. Мелля (левый приток Ика) начинается на высоте 305 *м*, впадает в Ик на отметке 72 *м*, длина долины до 55 *км*, среднее падение более 4 *м*. Еще большее падение имеют короткие притоки Волги на ее горном склоне. Кроме указанной Головкинским р. Янасалки, приведем еще пример реки у с. Гребени. Исток ее на высоте 157 — 158 *м*, длина всего до 6 *км*. Падение почти 20 *м* на километр. Такие речки имеют небольшие водопады, образованные устойчивыми слоями в казанском ярусе.

Эти речки имеют не вполне согласованные долины с долинами магистральных рек. Поэтому и в устье у них мы наблюдаем быстрое течение (пример — р. Берсут, р. Морквашинка).

Такая большая разница в падении рек различной категории есть следствие новых (верхнетретичных и четвертичных) и новейших поднятий территории в связи с различной водностью рек.

Крупные реки смогли разрабатывать свои долины параллельно с поднятиями. Средние реки, особенно второй группы, имеют малую мощность. Они отставали в разработке своих долин, и падение их уже в 10 — 20 раз большее. Наконец, малые реки, ничтожной мощности и большей частью более молодые, совсем не могли поспеть за поднятием территории. Падение их в 80—100 раз больше, чем у крупных рек, долины несогласованные, замечается даже выпуклый профиль у некоторых.

Падение долин, о котором говорилось в этом разделе, определялось картографически, по урезу уровня рек, но рассчитывалось на длину не русла рек, а на длину долин. Поэтому приведенные цифры и представляют падение не рек, а долин.

## *Глава VI-В*

# НИЗКОГОРНЫЙ ТИП РЕЛЬЕФА

## 1. Формирование склонов

1. Крутые, высокие склоны многих участков долин (особенно асимметричных) представляют своеобразные геоморфологические полосы — ландшафт низких гор.

И здесь мы должны отказаться от шаблонного определения, что к холмам относятся формы, которые имеют менее 200 *м* относительной высоты, а к горам—имеющие более 200 *м*. Представим горы, которые имеют 300 *м* относительной высоты, но по склонам длиной в 5 *км* и с падением склона в 60 *м* на 1 *км*. С другой стороны, берем хотя бы Услонские горы на Волге с относительной высотой 120—140 *м* и с длиной склона всего в 0,5 *км* с небольшим. Падение склона на километр дает больше 200 *м*, в 3—4 раза больше, чем в первом примере. Так почему же эти формы не назвать горами, хотя относительная высота их менее 200 *м*? Так и делает народное наблюдение, которое называет такие склоны долин «горными», а отдельным выдающимся массивам дает собственные названия гор (Услонские, Змиевские горы и т. д.).

В формировании таких склонов в долинах больших рек принимает основное участие работа реки в пределах высокого паводка. Так формируется бечевник. Выше бечевника главным фактором является денудация на основе геологического сложения склонов. Но и деятельность реки не остается без влияния и содействует отодвиганию правых склонов (по Бэру).

В. В. Батыр в своих работах неоднократно подчеркивал, что Волга непосредственно очень мало подмывает свой крутой склон, так как русло отделено от него полосой бечевника или даже правобережной поймой. Но ведь общепринято правостороннее отступание склона на основании закона Бэра, следовательно, река так или иначе действует на склон, хотя и очень медленно. Во время очень высоких паводков Волга на 3—4 и больше метров поднимается выше бечевника, и в это время происходит прямой подмыв склона. Кроме того, надо учесть не только прямое, но и косвенное действие реки, которое происходит уже и при средних и низких паводках. При всяком паводке река удаляет часть материала, накопившегося на бечевнике и принесенного сюда со склонов. Этим очищается место для вновь прибывающего сверху материала и предупреждается чрезмерное накопление делювиального плаща на бечевнике. Так поддерживается стабильное состояние бечевника и непрерывно идет процесс формирования склонов, а материал поступает в распоряжение реки после известной ста-

дии задержки на бечевнике. Действие постоянного водохранилища здесь мы не рассматриваем.

2. Мы встречаем много интересных форм рельефа, образующихся на склонах. Рассмотрим основные процессы, принимающие участие в формировании и эволюции склонов и создающие все разнообразие форм склонов и деталей рельефа. И рассмотрим это на примере Волги.

Первичным и действующим все время является процесс правостороннего подмыва склонов рекой там, где река не превращена в водохранилище*. Этот процесс создает общее отступание склонов и поддерживает их крутизну, но не участвует в создании различий формообразования. Для этого надо привлечь деятельность других процессов, главным образом тектонического, общего денудационного, и в том числе, эрозионного. Денудация и эрозия больше всего действуют в своей первой форме, форме отщепления и уноса материала, создавая отрицательные формы в первоначальном склоне. От этого возникают скульптурные (уже положительные) формы рельефа на склонах. Но дальше, особенно в нижней части склонов, денудация и эрозия создают уже и аккумулятивные формы рельефа, хотя по размерам они не часто бросаются в глаза.

Большое значение для моделировки склонов имеет геологическое сложение склонов.

Различное сочетание всех этих факторов и создает большое разнообразие рельефа склонов и по продольному, и по поперечному профилю, и по деталям рельефа.

## 2. Поперечные профили склонов

3. На всей Волге, при большом разнообразии склонов долины, все же можно выделить три основных типа склонов в поперечном профиле. Из них в первом типе можно различить две вариации.

Один из основных типов (третий) отличается известной равномерностью откоса склона. Первые два типа характеризуются существованием резко отличных частей склонов — крутых и пологих. Различие между ними в том, где расположены крутые части склонов — в нижней или в верхней части.

Первый тип. Сразу над бечевником начинается крутой и высокий склон, местами обрывистый в средней части, в нижней части смягченный плащом делювия. В верхней части при подходе к боковой полосе междуречья, склон становится все более пологим, сохраняя выпуклый профиль, и незаметно переходит в придолинные части боковой зоны междуречья (предлолинное понижение). На профилях № 17-1а и 17-1б за-

* После этого идет процесс озерного типа.

ны два примера этого типа склона — пример высокого склона и пример низкого склона (в более крупном масштабе).

Этот профиль образуется в толщах устойчивых пород: для Татарии — верхнеказанского подъяруса, для нижней Волги в целом — верхнемеловых и третичных отложений.

В Татарии первый тип профиля мы видим на всем протяжении Волги от западных границ до устья Камы. На Нижней Волге он часто встречается на больших расстояниях, особенно ниже Сызрани, у Вольска и ниже Саратова.

Первый тип склона имеет в нижних частях долины Волги разновидность, которую можно назвать «террасовой». Такой склон на больших протяжениях встречается от Волгограда до Камышина и выше. На профиле № 17-2 ясно выражена форма этого склона. Над большим основным обрывом располагается слабо наклонная терраса шириной иногда от 0,5 до 1 *км*. На такой террасе выше Камышина развернуто большое строительство. За террасой мы видим снова довольно крутой, хотя и недлинный подъем к водораздельной зоне междуречья. В этих местах междуречье очень узкое. Поэтому за узкой центральной зоной междуречья начинается склон к долине р. Грязнухи (относящейся к бассейну р. Иловли). Можно было бы считать такую террасу склона за структурную террасу. Но этого не позволяют величина и выдержанность этой террасы на больших расстояниях. Поэтому такую террасу лучше рассматривать как остаток нижнего денудационного уровня, ставший террасой при опускании Заволжья и подмыве Волгой правобережья.

Второй тип неравномерного профиля имеет обратное расположение пологих и крутых частей. У реки, за бечевником, очень слабый подъем склона. Эта полоса слабого подъема иногда тянется на километр и больше. Постепенно склон увеличивается, и наконец перед бровкой мы видим очень крутые откосы и обрывы. Такой склон очень типично развит на Нижней Волге близ Хвалынска и в других местах. Он образуется в толщах оползневого характера, особенно в нижнемеловых, отчасти в татарских толщах. Пологая часть склона не ровная, а покрыта буграми и продольными грядами и террасками, большею частью оползневого генезиса. Крутые обрывы верхней части склона часто представляют заднюю стену оползневого цирка. В плане они в форме плоской дуги; при близком залегании цирки отделены один от другого выступающими высокими грядами, носами. Иногда эти высокие гряды доходят до самой реки, и в этих местах образуется склон крутой и высокий, близкий к первому типу.

Третий тип профиля — высокий склон, почти равномерного уклона от самого бечевника. Распространен в Татарии от Сюкеева до границ и идет до Ульяновска и дальше.

Такие склоны формируют, по всей вероятности, также

оползневые процессы, но при равномерном проявлении их по всему склону. Имеет значение и большой правосторонний подмыв реки; подмыв уносит накапливающиеся в нижней части склона массы и поддерживает одинаковую форму склона.

Итак, мы заключаем, что различие основных типов профилей вызывается различным сочетанием факторов геологического строения и работы экзогенных сил (больше всего односторонней эрозии главной реки). В образовании первого типа склонов ясно видно основное значение односторонней эрозии. Устойчивость горных пород содействует образованию крутых склонов.

Во втором типе склонов сочетание факторов противоположное. Основным фактором является стратиграфический — оползневая структура стратиграфического разреза. Оползневые процессы создают второй тип. Правосторонняя эрозия реки здесь немного может сделать. Самое большое, что она создает, — небольшой обрыв над бечевником в пределах той небольшой высоты склона, который образуется здесь в результате действия оползневого цикла.

Для третьего типа остается допустить равномерное сочетание эрозии и оползневого цикла, которое и дает почти однородный склон.

4. Выше мы выставили положение, что форма склона зависит от преобладания в склоне толщ известных физико-динамических свойств, дающих в процессе развития склонов тот или иной тип. Можно развить это положение дальше и установить распределение типов склонов по реке в зависимости от тектонических структур. Именно эти структуры выдвигают в состав склона или опускают ниже уреза реки тот или другой комплекс стратиграфических единиц.

Изучим основной материал в этом отношении по Средней и Нижней Волге. Оползневой тип склона наблюдается на всей Средней Волге, от самого Горького. Здесь, на месте тектонического сурского прогиба, склон долины образуют слои татарского яруса. У границ Татарии этот тип сменяется склоном первого типа; вследствие общего подъема слоев на восток в состав берегового склона все больше входят толщи казанского яруса, выходящие из-под уровня реки. После устья Камы, вследствие общего падения слоев на юг, казанский ярус начинает опять постепенно исчезать из берегового склона, заменяясь толщами татарского яруса, затем юрскими и меловыми. Из них особенное значение имеют большие толщи (до 200 *м*) нижнемеловых отложений, обладающие оползневыми «качествами». Оползневой тип склонов в общем сохраняется до Жигулей.

Резкий тектонический вал Жигулей, состоящий в основном из высоко поднятых каменноугольных отложений, снова образует склон первого типа. Ниже Сызрани до Вольска опять

идет склон с преобладанием оползневого типа, так как в склонах снова мы видим нижнемеловые толщи, а верхнемеловые отложения лежат только в верхней части склона.

Ниже Вольска, у с. Рыбное, большой сброс опустил и верхнемеловые толщи под урез реки, и склон составлен только третичными отложениями. Склон снова приобретает характер первого типа, образуя живописные Змиевы горы. От с. Кошелей (50 *км* выше Саратова) сложное поднятие выводит на поверхность нижнемеловые отложения и вновь возникает оползневой характер склона на этом участке. Оползни продолжаются в известной Соколовой горе, выше Саратова, и в Увеке, ниже Саратова. Но вследствие общего падения слоев на юг нижнемеловые отложения снова начинают постепенно опускаться. От пристани Ахмат (50 *км* ниже Саратова) склон построен только верхнемеловыми отложениями. Они также постепенно опускаются вниз и замещаются третичными отложениями. Этому процессу помог большой сброс у с. Щербаковки, за которым в склоне остаются только третичные толщи. Поэтому на большом расстоянии от Ахмата до Волгограда в склонах преобладает хорошо выраженный первый тип профиля и его террасовый вариант. Последний хорошо развит от Н. Добринки (выше Камышина) до Волгограда.

Ярусность склонов и структурные террасы. 5. В некоторых типах склонов (и больше всего в первом) имеются структурные терраски. Иногда они выражены в виде только рубчиков, иногда в виде заметного карниза, галереи. Местами такая терраса настолько заметна в профиле склона, что делит его на ярусы, этажи. Такая ярусность особенно заметна, когда каждый ярус совпадает с различными стратиграфическими единицами .В этом случае различия цвета отложений, различие микрорельефа еще усиливают разнообразие ярусов склона.

Подобное явление мы имеем в верхнепермских отложениях на границе между татарским и казанским ярусом. Эта граница дает везде на склонах ясно заметную структурную террасу и деление склона на два яруса, этажа. Лишь редко структурная терраса перекрыта осыпью татарского яруса. Преобладание плотных пород в казанском ярусе создает эту структурную террасу.

Однообразный серый оттенок толщ казанского яруса и ленточная пестрота толщ татарского яруса еще более усиливают различия ярусов. И по микрорельефу откосы татарского яруса представляются «приглаженными» в сравнении с более сложной поверхностью откосов казанского яруса.

Так получается двухъярусный склон. Он на больших пространствах виден между селом Красновидово и Камским Устьем, особенно в пределах «Антоновских гор».

Иногда здесь встречаются участки с трехъярусным скло-

ном. В толщах верхнеказанского подъяруса также образуется заметная структурная терраса, и эта часть склона получает дополнительный уступ. Встречается двухъярусный склон и в пределах одного казанского яруса; третий верхний ярус (татарские толщи) здесь смыт.

Кроме микрорельефа верхняя часть склона (в татарских толщах) отличается меньшим углом уклона откоса по сравнению с более плотными казанскими толщами. Иногда плотный слой находится вверху склона, у самой бровки. В таком случае мы имеем там как бы отвесный карниз, увенчивающий склон. Хорошо выражено это положение на Каме ниже г. Елабуги и с. Тихие Горы.

В пределах каждого яруса или подъяруса также встречается немало горизонтов, образующих структурные террасы или хотя бы карнизы, рубчики на склоне. В склонах второго типа (оползневых) также наблюдаем террасы. Это — поверхность сползавших масс. Но оползневые террасы резко отличаются от структурных. Расположение их не зависит от структурных элементов, поверхность неровная, бугристая, уровень невыдержанный, длина небольшая.

6. В крутых склонах ассимметричных долин денудационного типа, особенно в Бугульминском плато, хорошо развиты структурные террасы. Лентообразными зонами, этажами на разных высотах террасы опоясывают склоны. Ширина террас значительно больше ширины структурных террас в долинах крупных рек. Иногда она доходит до полукилометра.

Большую ширину террас в долинах денудационного типа (по сравнению с террасами в крутых склонах больших рек) следует объяснить отсутствием подмыва склонов при отклонении реки. Склоны отступают под действием общей денудации; при этом ширина террас может даже увеличиваться. В больших же реках склон отступает под действием правостороннего подмыва реки, и структурные террасы не могут стать широкими.

Террасы склонов денудационных долин находятся на разных стадиях сохранности: то длинная сплошная кайма, то отдельные выступы, площадки, контрфорсы, разрезанные оврагами, ложбинами, рытвинами. Иногда эти остатки террас отшнурованы от остальной части склона в виде отдельных холмов. При большой степени разрушения вместо правильных рядов террас мы видим целый лабиринт остаточных форм разного вида, различной сохранности, на разной высоте, то еще с плоскими площадками на вершинах, то уже превращенных в сопки, формы конусов. На склонах встречаются большие отдельные глыбы твердых пород, упавшие сверху, после разрушения бровки террас.

Интересно рассмотреть три поперечных профиля через долину р. Бавлинки (№ 26). Они дают изменения террас по до-

лине в зависимости от изменения характера долины. В профиле I видим полное развитие асимметричной долины с двумя террасами. В профиле II остается только терраса (верхняя); она же составляет всю высокую часть профиля; поверхность плато уже смыта, так как тут долина Бавлинки вступила в пониженный к долине Ика восточный склон междуречья. Еще дальше к востоку, в профиле III, асимметрия уже чуть заметна, склоны низкие.

В рассмотрении структурных террас надо разбирать возможность смешения их (в случае большой выраженности) с остатками поверхностей выравнивания разного возраста.

## 3. Продольные профили крутых склонов основных долин

7. Наиболее высокие, типичные, разнообразные и красивые склоны — склоны первого типа. Но нельзя представлять себе, что они тянутся сплошной стеной на десятки, сотни километров. В колебаниях высоты и характера этих склонов проявляется комбинация взаимодействия тектонического, денудационного и эрозионного процессов. В зависимости от этого склоны то поднимаются над бечевником на 100—150 *м*, иногда почти на 200 метров, то снижаются до высоты 20—30 *м*.

а) Изменения высоты склонов (тектоника и смыв). Разберемся в этих явлениях на примере более изученного участка от Казани (Верхнего Услона) до Камского Устья, используя, в числе материалов, геологический профиль (по Е. И. Тихвинской), упрощенный нами по стратиграфии и подработанный геоморфологически (№ 18). Татарский ярус дан в делении на 4 серии, верхнеказанский подъярус обобщен в 3 группы серий (из 8 серий М. Э. Ноинского: 3+3+2 серии, сверху).

Одним из основных факторов, вызывающих различие высоты склонов, является тектоника. Наличие в крутом склоне брахиантиклиналей и брахисинклиналей дает максимальное различие положения слоев для одной структуры до 100 *м*. Но еще больший результат получается от степени смыва верхних отложений. Немалое значение имеют и местные изменения в пахиметрии отложений.

Вследствие низкого положения опорного горизонта (кровля нижнеказанских) в этом участке за опорный горизонт будем принимать кровлю верхнеказанских отложений. Относительная высота определяется от проектного уровня Куйбышевского водохранилища (53 *м* а. в.). Одновременно будем рассматривать изменения, вносимые в профиль деятельностью и других процессов.

В начале этой части долины Волги, на резком переломе долины с восточного почти на южное направление, лежит

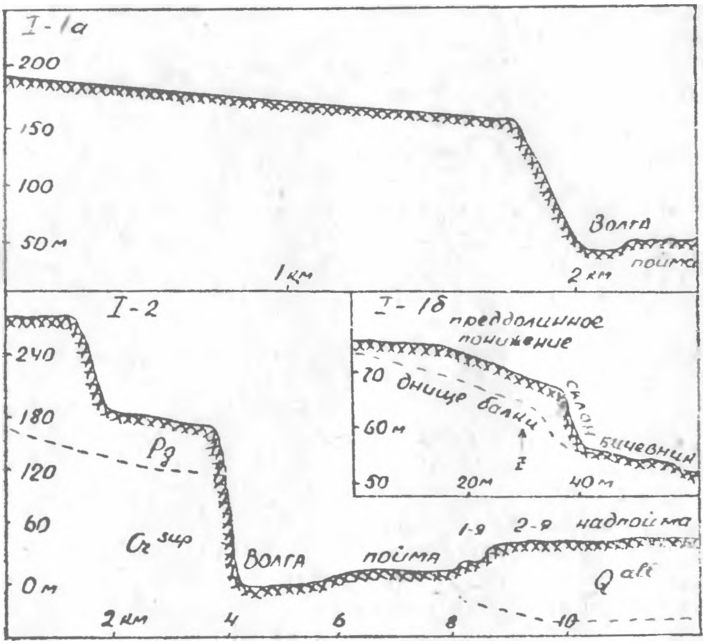



Рис. 17. Поперечные профили склонов первого типа (долина Волги).

I-1а. Высокий склон в 2 *км* ниже Красновидово (к югу от Казани). I-1б. Низкий склон (к ю у от Казани, ниже с. Шеланги). Дан в более крупном масштабе, чем предыдущий. I-2. Разновидность первого типа — террасовый склон. У с. Миллер и с. Белокаменки на нижней Волги (по Е. В. Милановскому).

крупный Верхне-Услонский массив высотой до 160 *м*; дальше к водоразделу он поднимается выше 200 *м*. Он образован хорошо выраженной брахиантиклиналью (амплитуда 125 *м*). Глубокие и широкие овраги, особенно Печищенский, почти отрезают массив от основного плато, выделив его в форме широкого купола. Кровля казанского яруса лежит в нем высоко, достигая 130 *м*. а. в.

Остальная часть берегового склона удобно делится на три участка. Первый — до Гребени завода. Отличается в общем средними высотами склонов (не более 110 *м*. а. в.). При этом кровля казанского яруса лежит сравнительно высоко (70 — 90 *м*. а. в.). Итак, достаточная высота склонов происходит от тектонического подъема казанских толщ, которые и слагают почти весь склон. На долю татарского яруса приходится всего 10 — 20 *м* во второй половине участка (живописные откосы от Ташевки в обе стороны).

Второй участок идет до с. Красновидово. Имеет пониженное (на 20—30 *м*) положение кровли казанского яруса, которая держится в общем на отметках 55—60 *м*, редко до 70 *м*. В первой и последней трети участка склоны низкие — не более 75 *м* (татарский ярус отсутствует). Но в середине участка вздымаются два крупных массива — Лабышкинский (140 *м*) и Буртасский (130 *м*). Они образованы уцелевшими от смыва толщами татарского яруса: в первом массиве до 80 *м* мощности (три серии), во втором — до 60 *м*. (две серии). Буртасский выступ оканчивается двумя конусообразными холмами («Буртасские шишки»), которые всегда бросаются в глаза при проезде по Волге.

Третий участок — до Камского Устья. Отличается подъемом пластов. Кровля казанского яруса лежит на отметках 80—120 *м* а. в. Кроме того, у Красновидово и затем у Антоновки и гипсовых рудников находятся значительные толщи татарского яруса. Все это доводит во многих местах высоту склонов до 140—160 *м* а. в. Лишь в конце участка лежит большой прогиб (на 50 *м* кровля ниже) и смыт татарский и даже часть казанского яруса. На этих низких склонах (70 *м*) и находится Камское Устье. За ним, в горе Лобач, — резкое повышение (до 130 *м*), на основе крутой брахиантиклинали (опорный горизонт 110 *м*). В итоге из 72 километров общей длины (от В. Услона) почти 30 километров приходится на пониженные части береговых склонов.

Определяющим для высоты склона является все же не тектонический, а денудационный процесс.

Малая выраженность смыва (и сохранность татарских толщ) создает высокий берег даже на участках больших тектонических прогибов. В других прогибах большое проявление смыва создало очень низкие берега, значительно усилив действие тектонического прогиба. На участках антиклиналей большой смыв может дать берег невысокий, как и на участках синклиналей. Самые высокие склоны получаются там, где выраженность антиклиналей и величина смыва обратно пропорциональны. Это — участки Верхне-Услонских, Красновидовских и Антоновских «гор». В общем мы видим преобладание согласованного рельефа в обоих вариантах (РС — I-1 и 2). Рельеф несогласованный, хорошо выражен ниже Шеланги и выше с. Буртасы (сохранность татарского яруса определила высокий склон на тектоническом понижении (РН — II-4). Кроме того, выше с. Антоновка есть участок РН — II-3 — понижение склона (смыв татарских толщ) на поднятии.

Еще А. Головкинский в 1866 г. обратил внимание на резкую смену высоты склона долины Волги у Гребеневской горы, указав, что в меньшей мере это встречается и выше и ниже. Непосредственную причину он видит в отсутствии в низ-

ких местах «верхних полосатых мергелей» (очевидно — верхних серий татарского яруса. — *В. С.*). Но Головкинский не решился точно определить тот процесс, который вызвал этот факт: «Это зависит не от какого-либо сдвига» (очевидно — сбросы? — *В. С.*). Также не считает он причиной местный размыв какой-либо речкой. «Впоследствии будет указана вероятная связь его (этого явления) с другим обстоятельством»,— заканчивает Головкинский. Но в дальнейшем он уже не вернулся к этому вопросу.

б) Детали морфографии склонов в продольном профиле. 8. Высокие крутые склоны (первого типа поперечного профиля) представляют большое число деталей формообразования.

Долины притоков и большие овраги глубоко разрезают склоны, доводя свои врезы до бечевника. Но есть немало в склонах и «висячих» форм вреза (овраги, цирки и др.).

В промежутках между долинами притоков и длинных оврагов крутые склоны имеют видимость ровной сплошной стены. Назовем такие, сравнительно целые, участки — фестоны склонов. В продольном профиле они имеют линию бровки, или выгнутую кверху (в высоких склонах) или почти горизонтальную (в низких склонах). В последнем случае такие фестоны будем называть «сундучными».

Фестоны и фасетки склонов. 9. На картовыкопировке (№ 19-1) даны два крупных фестона склона долины Волги, по обе стороны с. Ташевки (к югу от Казани). Длина фестонов — по 3 — 4 километра. Южный фестон оканчивается узкой грядой — останцом ниже с. Гребени. Этот острый гребень с хорошими обнажениями отлично виден с пароходов.

В склоне долины Свияги много мелких фестонов, по 1 — 1,5 *км* длины. Фестоны придают склонам в продольном направлении зубчатый профиль. Зубчатость тем более заметна, чем меньше длина фестонов. При развитии асимметрии рельефа и зубцы фестонов могут быть асимметричными. Пример такого асимметричного зубчатого профиля даем по долине р. Б. Зая к северу от г. Бугульмы (№ 19-4). На протяжении 5,5 *км* по длине склона мы наблюдаем здесь 5 фестонов. Более широкие в месте отчленения от плато, они к концу становятся узкими.

Зубчатость склонов, обусловленная фестонами и фасетками, наиболее выражена в полосе, ближайшей к долине. Чем дальше от долины в сторону плато, тем более выклиниваются отрицательные формы, разделяющие фестоны, и профиль становится затухающим. Для примера на профиле № 19-4 даны три профиля на разных расстояниях от подошвы склона (0,5; 1,0; 1,5 *км*). Поэтому склоны с развитием фестонов издали кажутся непрерывной высокой стеной, так как взгляд проецирует их на основной массив плато.

Фестоны, особенно длинные и высокие, часто дают в основном склоне к долине хорошие, большие обнажения (№ 19-2). На этих обнажениях обнаруживается картина дальнейшего преобразования склона местными формами денудации. Это формы линейные (промоины, рытвины). Они развиваются главным образом по двум измерениям (длине и глубине); ширина их небольшая, так как для боковой эрозии крутой склон не дает предпосылок. Линейные формы не нарушают особенно общей цельности (по крайней мере при не слишком большом развитии), но разбивают фестоны при дальнейшем развитии на ряд вторичных форм, которые можно назвать «фасетками».

На продольном профиле № 19-3 дано несколько таких фасеток на склоне долины Волги у с. Шеланги. На поперечном профиле склона (№ 17-1б)* стрелкой и буквой Z отмечено положение линии, по которой были пронивелированы эти фасетки.

Фасетки представляют то узкие, то более широкие гряды, гребни или холмы и бугры. Поверхность их или плоская (столовые формы), или, при продвижении денудации, куполовидная и конусовидная. Разделяющие их отрицательные формы находятся в стадии балок или овражков, или рытвин, в зависимости от размера стока и возраста рельефа участка. Иногда склон настолько разрезан, что представляет целый лабиринт, хаос («бедлэнд»). Так образуется «бахромчатость» бровки склона с треугольным или трапецоидным сечением промежуточных грив-останцов (или отдельных холмиков) (№ 19-5). Подобные участки встречаются и на Каме. У с. Бетьки (выше Елабуги) на участке меньше одного километра наблюдается более 20 коротких овражков. Ниже Лаишева на протяжении 1,5 *км* склон разрезан многочисленными (до 80) рытвинами и овражками. Ниже с. Сорочьи Горы и выше с. Урай-Троицкое на несколько километров тянутся такие склоны (№ 19-5).

Все описанное расчленение на фасетки является по существу эрозионным расчленением, слабо выраженным по глубине и длине линий вреза. Оно характерно тем, что захватывает верхнюю часть склона и бровку, а также небольшую полосу за бровкой. Такое расчленение развивается на фестонах сундучного профиля (невысокого склона). В фестонах выпуклого профиля (высокого склона) формообразование, более сложное генетически, дает другую морфографию. По размерам это расчленение меньше и сосредоточивается только на самом склоне, почти не затрагивая бровку и полосу за нею.

Такие различия в формообразовании деталей в фестонах выпуклых «сундучных» профилей следует приписать больше

* Стр. 104.

всего разнице стока в тех и других. Невысокие, с ровной бровкой («сундучные») склоны имеют за бровкой обширный «Hinterland» — постепенный подъем к водоразделу. Воды стока доходят к бровке довольно равномерно, чтобы произвести частое рассечение прилегающей к бровке (с обеих сторон) полосы.

В крутых высоких склонах с выпуклыми фестонами каждый фестон склона не имеет к долине заметного стока; сток большею частью идет в боковые понижения, ограничивающие фестон (№ 19-2). Естественно, что до бровки доходит очень мало вод стока. Поэтому в основном откосе склона (обращенном к реке) преобладает не столько эрозионное формообразование, сколько вообще процессы выветривания (до образования фасеток дело, большей частью, не доходит).

Перейдем к описанию этого формообразования.

Формообразование на высоких крутых обнаженных откосах. Столбичи. 10. На первоначально ровном откосе обнажения постепенно образуется сеть эрозионных рытвин, или частых, или более редких. Между рытвинами располагаются гребни, или острые, или закругленные.

При наличии в склоне твердых пластов, образующих структурные террасы, форма рытвин становится сложной. Они узки в зоне твердого пласта, а выше и ниже расширяются и представляют две воронки (треугольника), соединенные вершинами.

В сухое время процесс транспортировки материала по рытвинам не прекращается, но переходит в форму осыпания, скатывания мелких частиц. В нижней части склона и на бечевнике под рытвинами образуются щебневые валики или целые конусы выноса и конусы осыпей.

Структурная терраса, прорезанная многими рытвинами, разбивается на ряд отдельных выступов, балкончиков. Если в склоне было 2 или 3 структурных терраски, то получается 2 и 3 этажа таких балкончиков.

Получается своеобразный рисунок склона: рисунок рытвин, узких в зоне «балкончиков» и расширяющихся в промежутке, а также к бровке и подошве склона; противоположный, дополняющий рисунок промежуточных полос (зачаток столбичей).

При большом развитии этого процесса промежуточные, уцелевшие полосы образуют столбы, в известной мере отделенные от склона. Получается ландшафт столбичей.

Преобразование структурных террас нередко происходит путем распадения их на глыбы. В дальнейшем глыбы теряют опору, сползают, а иногда и обрушиваются вниз и остаются лежать на склонах, а иногда доходят и до бечевника. Если устойчивый пласт находится в венце склона, то такие глыбы

вытягиваются по всему склону (пример — Елабуга, Тихие Горы на Каме). Часто они скатываются целой полосой по ложбинам склона, где сток вод содействует их постепенному продвижению вниз, Столбичи. 11. Этот тип расчленения крутого склона давно известен для Нижней Волги, особенно ниже Саратова. В Татарии он встречается в зачаточном состоянии, в обрывах казанского яруса, в немногих местах. Более сформирован этот тип на небольшом протяжении выше с. Шеланги. Отдельных столбов и здесь нет; есть вертикальные столбообразные выступы, еще совсем неотчлененные от склона с задней стороны. Их до 30, высотой от 3 до 5 *м*. Произошли они путем разрезания структурной терраски. Остатки терраски увенчивают верхушку каждого столба (на одинаковой высоте). Ширина терраски — 5 — 10 *м*. В большом овраге, прорезывающем склон, также выявляется несколько таких «столбов».

в) Цирки склонов. Кроме линейных эрозионных форм в склонах, мы видим формы, имеющие достаточные размеры по всем трем измерениям: цирки, разлоги. Эти формы вносят новый элемент разнообразия в склоны. Когда они развиваются в склонах первого типа, то совсем нарушают прямолинейность высокой бровки склонов и придают ей причудливые, изогнутые ходы в форме дуг и выступов. Если цирки расположены в склонах в большом количестве, склон приобретает своеобразный характер котловинного рельефа. По генезису эти цирки являются или оползневыми или денудационными. В зависимости от генезиса их характер и расположение различны.

Оползневые цирки в полной выраженности расположены в наиболее крутой, удаленной от реки части оползневого склона. Их характер и влияние на оформление склонов уже определены нами в описании склонов оползневого генезиса.

В склонах первого типа развиты цирки денудационные (эрозионно-денудационные). Это цирки «истечения», или «ендовища». Расположены они в верхней части склонов, где раскидывается веер выносящих линий. В Татарии росту таких цирков содействует то, что они расположены в зоне татарского яруса, который больше поддается выносу, «истечению» материала.

По существу эти цирки — область водосборных бассейнов первичных потоков, котловины, углубленные долговременным действием стока водосбора. И в них есть все части, установленные еще в 1840 году Сюреллем в Альпах: le bassin de re'ception (водосборный бассейн), le canal d'ecoulement (русло, канал истечения) и le cône de dejections (конус отложения, выноса). В оползневом цирке есть только котловины цирка и больше ничего. Если впоследствии и образуется ложбина стока вод, то она вторичная. Кроме того, и весь Habitus тех и

других цирков совершенно различен. Оползневые цирки обычно вытянуты вдоль линии долины, довольно узкие, но зато часто имеют почти отвесную заднюю стенку.

Денудационные цирки имеют часто почти округлую форму, в них расположена почти веерообразная сеть ложбин стока, объединяющихся в канал истечения. Иногда к цирку примыкает новый, молодой овраг, образовавшийся на боковом или заднем склоне. Склоны цирка имеют выступы между линиями стока.

Оползневые цирки обычно открыты к долине. Денудационные — и от реки отделены более или менее тонкой (узкой) стенкой (грядой), хотя она значительно ниже других краев цирка. В стенке и прорезан канал истечения, обычно уже в зоне казанского яруса.

Денудационные цирки развиты выше В. Услона, в антоновских «горах», на участке ниже с. Сюкеево* В последнем на протяжении трех километров (близ Сюкеевского взвоза) наблюдается 5 цирков. На Каме выше Соколок можно насчитать более 10 цирков, у Сентяка до 10. Прилагаем картосхемы некоторых из цирков на Волге (№ 20-1, 2 и 3 ниже Камы; № 20-4 выше Казани у п. Захваткино).

Итак, склоны долин представляют область преобладания поперечных линий рельефа в противоположность самой долине и бечевнику, где преобладают продольные линии рельефа, обусловленные работой самой реки. Лишь часть поперечных форм рельефа продвигается и на бечевник. Это главным образом конусы выноса и осыпания и дельты притоков. Они большей частью состоят из щебня и гальки. Лишь в области развития Белебеевских и Уфимских толщ, а также верхних террас эти формы песчаные. В таком случае они довольно обильно подкрепляются новым приносом песчаного материала, особенно талыми и ливневыми водами. При интенсивном использовании этого песка для новостроек образующиеся котловины все же являются почти неистощимыми, так как вновь заполняются приносом песка.

Обычный для казанского яруса серый оттенок бечевника нередко прерывается поперечными полосами иного цвета, за счет перекрытия приносом сверху. Принос из татарского яруса дает коричневое, красновато-бурое перекрытие; принос в областях битуминозных сланцев дает темные, почти черные полосы, в областях верхне-меловых толщ — светлые полосы.

## *Глава VI-Г*

## УРОВНИ РЕЛЬЕФА

1. В рельефе Татарии наиболее ясно отразились черты двух циклов развития рельефа — доплиоценовой пенепленизa-

* До границ

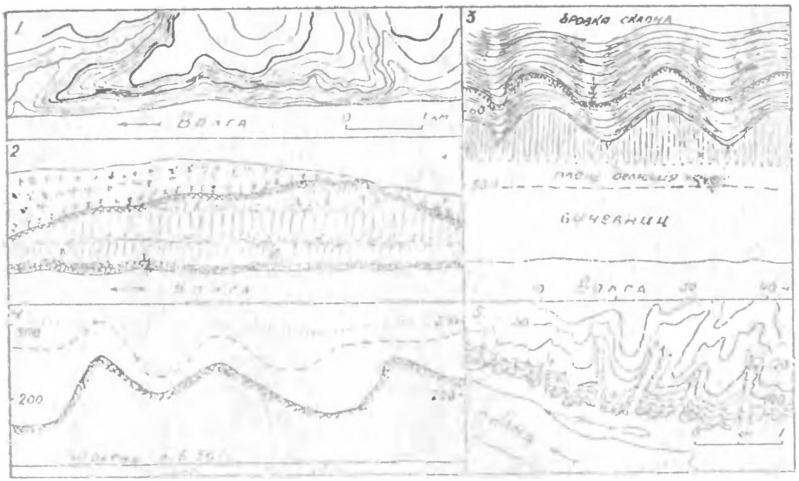



Рис. 19. Детали расчленения крутых склонов долин в продольном направлении.

1. План фестона на Волге, близ Гребени. 2. Профиль фестона (с фото) выпуклого высокого склона (ниже Казани). 3. Фасетки низкого склона „сундучного" профиля (ниже Шеланги). Ср. с проф. № 17-1-16. 4. Профиль асимметричных фесточов северного (правого) склона долины низовьев р. Б. Зая (Бугульминское плато). Линии профилей взяты (от подошвы склона) в 0,5 *км* (сплошная), в 1,0 *км* (штриховая) и в 1,5 *км* (пунктирная). 5. Фасетки правобережья Камы в нижнем течении.

ции и альпийских движений, особенно плиоценовых, отчасти четвертичных. В доплиоценовые периоды в развитии рельефа преобладала нивелляция. Территория Татарии в общем за громадные периоды времени имела невысокое положение вследствие распространения в Русской равнине морей юрских, меловых, палеогеновых. Создавшийся пенеплен был, вероятно, чрезвычайно равнинный.

С началом альпийских движений наступил ряд преобразований рельефа. В результате поднятий и опусканий больше всего изменялись долины. Древний пенеплен в результате расширения старых долин и образования новых сокращался в размерах, на краях подвергался рассечению, поверхность его постепенно смывалась и теряла свою хорошую выравненность. К настоящему времени поверхность этого пенеплена лежит на уровнях от 380 до 200 и меньше метров, в зависимости от общей высоты той или другой геоморфологической провинции. Диапазон высот достигает уже большой величины. Первый и наиболее интенсивный эрозионный цикл был вызван нижнеплиоценовым поднятием. Г. В. Обедиентова называет этот цикл предакчагыльским (34-2).

По характеристике Д. В. Борисевича (4) нижнеплиоценовое поднятие было недолгим, но интенсивным. Узкие, глубо-

кие врезы долин успели образоваться по Нижней и Средней Волге и многим притокам. В Татарии в районе Казани и к западу этот размыв был на 90—100 *м* ниже уровня современной поймы (на отметках — 50 — 60). На Каме, в районе Чистополя (с. М. Толкиш), днище третичной долины лежит на отметках — 102,5 и — 113,8 *м*. Энергия рельефа была большей, чем теперь, и доходила до 700 и более *м*.

Акчагыльское опускание дало начало верхнеплиоценовой эпохе выравнивания. В условиях большого повышения базиса эрозии долины стали расширяться и заполняться аккумулированным материалом. Расширению и заполнению долин и процессам нивелляции содействовала во многих местах абразия акчагыльского бассейна. На значение этого бассейна в образовании долин и молодых низких равнин автор обратил внимание с 1929 г., во время экспедиции в Мензелинский кантон ТАССР. (Оро-гидрография Мензелинского кантона ТАССР. Труды общества изучения Татарстана, Казань, 1930) .По геоморфологическим соображениям автор указал, что Мензелинский край, особенно к востоку от Ика, почти весь был покрыт в свое время трансгрессией акчагыла. Впоследствии геолог Распопов по геологическим исследованиям подтвердил это заключение. О влиянии трансгрессии на долины и низкие междуречья автор более широко высказался в 1939 г. (44).

Г В. Обедиентова (34-2) определяет, что в это время в бассейне Нижней Волги создалось 2 яруса рельефа, две поверхности выравнивания: нижняя, аккумулятивно-абразионная ступень акчагыльского моря (120 — 160 *м*) и средняя, денудационная поверхность (200 — 240 *м*), «возникшая в условиях близости общего базиса эрозии в период акчагыльской трансгрессии». К этому Г. В. Обедиентова прибавляет, что «верхняя ступень (280 — 360 *м*) остаточная, не захваченная предакчагыльским размывом». Эта ступень не что иное, как древний, доплиоценовый пенеплен. Но непонятно, зачем давать ему такое ограниченное высотное положение (280 — 300 *м*). Последующие движения и смыв дали ей, наиболее древней остаточной поверхности, очень разнообразную высоту, в более широких пределах. Общую характеристику и определение хронологического и генетического положения этого типа рельефа автор обосновал в 1939 г. (44).

Приведем примеры этих уровней. На картосхеме № 21 можно ясно видеть первую, древнюю, доплиоценовую поверхность (1) в виде останцов центральных зон разных порядков (21-1 и 2-1). На чертеже № 11 см. об этом картосхемы 1, 2 и 3.

При большой денудации плато уцелевшие участки верхнего пенеплена остаются в виде холмов, иногда также в форме узких гряд и даже хребтиков. Примеры — Кудашевское поднятие, Чатыр-Тау.

Второй (верхнеплиоценовый) денудационный уровень (средний по Г. В. Обедиентовой) можно предположить на картосхеме № 21-1 и 2 в форме участков, отмеченных цифрой II. Они располагаются широкими уступами на склонах к долине Ика на высоте 230 — 260 *м* и в бассейне Дымки на высоте 210 — 240 *м*. Различная высота подобных участков может объясняться (как и первого уровня) разной интенсивностью денудации, а также различиями в величине последующих движений; второй участок лежит в области Бугульминской депрессии. На этих же схемах мы можем различить и указанную выше нижнюю ступень.

Но этим дело не ограничивается. Четвертичные движения, все более затухающие, внесли свою работу в формирование основных долин образованием ряда террас. Они представляют несколько нижних ярусов выравнивания рельефа эрозионно-аккумулятивного генезиса.

Под вопросом остается датировка хорошо выраженной террасы, которая на большом протяжении располагается на половине горных склонов по р. Сулице и р. Свияге (№ 21-3) в низовьях, у д. Гордеево, Тихого Плеса, против Свияжска и т. д. Поверхность ее имеет отметки 90 — 110 *м*, ширина максимально 500 — 600 *м*. Они почти непрерывно тянутся в хорошей выраженности на 9 *км* от с. Каинки вниз по долине. Еще больше линия их выше с.Каинки, а также по долине р. Сулицы. Вряд ли можно считать их оползневыми или даже структурными; оползневые не могут достигать такого единства и выдержанности при большой длине и ширине. Структурные террасы таких размеров не имеют предпосылок в татарском ярусе. Над современной долиной Свияги и Сулицы они поднимаются на 40 — 50 *м*.

О четвертичных террасовых уровнях рек материала опубликовано много.

2. Все изученные типы рельефа имеют очень различную степень расчленения в горизонтальном и вертикальном направлениях и, следовательно, разную степень трудности использования для сельского и всего народного хозяйства.

Более всего удобны центральные зоны междуречий в равнинах всех типов. Правда, горизонтальность расположения поверхностей в них бывает редко, как показали определения «диапазона высоты» (Dh) по микроареалам. В этом отношении лучше показывают себя молодые низкие равнины. Но плоские, ровные поверхности могут быть и в наклонных участках, и они достаточно удобны, пока угол наклона невелик. Такие поверхности, не расчлененные резкими врезами, преобладают в центральных зонах. Также удобны плоские стороны асимметричных долин.

Оба эти типа рельефа представляют наибольшие возможности для хозяйственного освоения. Освоение началось внача-

ле с долин, а затем распространялось на междуречья, начиная с более низких.

Боковые зоны междуречий имеют очень бо́льшую расчлененность, поперечную к их длине, чем затрудняется развитие путей сообщения и освоение земель в этих зонах. Однако зоны имеют большие нерасчлененные межовражные и междолинные участки (сырты следующих порядков). На них можно широко развернуть полевое хозяйство. Поэтому боковые зоны часто используются скорее и полнее, чем более высокие и далекие от основной реки центральные зоны.

Совершенно противоположный характер имеют два другие типа рельефа — пойма и крутые, высокие склоны долин. В этих склонах совсем нет сколько-нибудь горизонтальных участков, нет даже обширных плоских (хотя бы и наклонных) частей. Всюду мы видим бесконечные комбинации склонов различных размеров и степени наклона, большую залесенность склонов густыми чащами лиственных лесов и кустарников. Такой тип рельефа менее всех используется в сельском хозяйстве. Но он пригоден для садов, которые и начинают занимать здесь большие площади.

Пойма крупных рек также относится к трудным участкам. Но в ней нет больших колебаний высот и больших крутых склонов. Главное препятствие в пойме — протоки и старицы, которые приходится огибать иногда на несколько километров. Водная поверхность в этих водоемах лежит ниже уровня поймы на 5 — 6 и больше метров. Сюда надо присоединить их глубину. В итоге подобные формы дают линейные углубления в пойме на глубину 10 — 15 метров и больше. К этому присоединяется большое развитие в пойме заболоченных участков, болот и древесно-кустарниковых густых зарослей. Пойма Волги и Камы в пределах Татарии с постройкой Куйбышевской и Нижне-Камской гидростанций вся исчезает под уровнем водохранилищ.

## *Глава VII*

## АСИММЕТРИЯ РЕЛЬЕФА

Асимметрия рельефа представляет типичное явление в средней полосе Русской платформы, в зоне древних плоских возвышенностей, от Волыно-Подольской на юго-западе до Высокого Заволжья на востоке включительно.

В Татарии асимметрия рельефа очень распространена. Сначала рассмотрим асимметрию долин, затем асимметрию междуречий и вопрос об их взаимной связи.

## 1. Методика определения и отображения асимметрии долин

Превышения асимметрии, определение их по румбам и ступеням. 1. Развитие асимметрии в Татарии нами определялось по второй карте. При этом мы не остановились над одним качественным разделением долин на симметричные и асимметричные. Была поставлена задача углубить, уточнить это изучение в сторону определения количественного выражения асимметрии, разработана методика картографического изучения асимметрии. Методика эта и некоторые результаты опубликованы в статье «Румбограмма асимметрии долин» (48).

В предлагаемой работе эта методика расширена, детализирована и уточнена (получился второй вариант метода румбограмм).

Тальвег долины (русло реки) считается нейтральной полосой при определении асимметрии. От него в обе стороны долины на одинаковых расстояниях определяется превышение — относительная высота одного склона над другим (разница абсолютных отметок высоты).

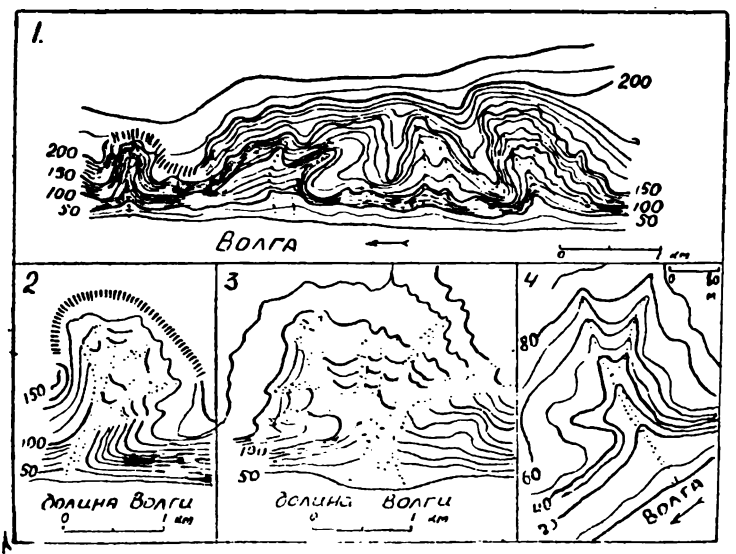



Рис. 20. „Цирки" крутых склонов Волги.
1, 2, 3 — выше г. Тетюши. 4. Выше г. Казани (у п. Захваткино).

Если тальвег (русло) широкое, то превышение определяется для обоих склонов от соответствующих берегов русла. Превышение определяется максимальное* Оно обычно лежит

* Но при сводке материалов для целого планшета и всей данной ступени превышение вычисляется среднее

в пределах от одного до двух километров от тальвега (в крутом склоне). Кроме того, определяется превышение через каждые 0,5 *км* расстояния. Эти расстояния названы градациями.

Помимо величины превышения, определяются еще две характеристики: положение крутого склона (по восьми румбам) и длина участков каждого румба. Превышения определяются отдельно для всех румбов.

Весь этот (чрезвычайно трудоемкий) измерительный материал был оформлен в табличной системе и расположен по планшетам основной карты. Для суммарного определения и выводов были рассчитаны средние величины по геоморфологическим областям и по их частям или ареалам (всего 18). Материал распределен по четырем ступеням превышения (до 50 *м*, от 50 до 100 *м*, от 100 до 150 *м* и более 150 *м*). Для каждой ступени высчитана средняя цифра для каждого румба по каждому району. (См. ниже для примера таблицу ареала X). Затем выведены средние по горизонтальным и вертикальным линиям таблицы (графам и колонкам).

Таблица 17

**X. Южная часть междуречья Зай—Ик (Бугульминское плато) Распределение асимметричных участков долин по румбам и величине превышения; а—длина в километрах; б—среднее превышение в метрах**

| Ступени превышения | Северо-запад | | Север | | Северо-восток | | Восток | | Юго-восток | | Среднее | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| До 50 *м* | 47,5 | 36 | 56,5 | 30 | 72 | 30 | 36,5 | 31 | 8 | 40 | 220,5 | 32 |
| 51—100 *м* | 13 | 81,6 | 47,0 | 60 | 100,5 | 71 | 71 | 70 | — | — | 231,5 | 71 |
| 101—150 *м* | — | — | 23 | 127 | 13 | 108 | 22 | 117 | — | — | 58 | 119 |
| более 150 *м* | — | — | — | — | 12 | 170 | — | — | — | — | 12 | 170 |
| Итого . . | 60,5 | 46 | 126,5 | 61 | 197,5 | 65 | 129,5 | 67 | 8 | 40 | 522 | 62 |

Румбы обозначают положение склонов по отношению к тальвегу. Название экспозиции определяется по противоположному румбу (юго-восточная, южная, юго-западная, западная, северо-западная). Высчитан и процент асимметричных участков по отношению к общей длине долин. Для ареала X он равен 46.

На основе всех этих материалов были даны наглядные формы отображения асимметрии по особым разработанным методам — румбограммы, картограммы и кардиаграммы.

Площадь ареала X — 3926 *км*², длина всех долин—1129 *км*.

Румбограммы и картограммы асимметрии долин. 2. Румбограмма асимметрии представляет собою октагон (восьмиугольник). Величина сторон его не имеет значения, так как сам октагон представляет интерпретацию румбического кольца. Но каждая сторона расположена перпендикулярно к направлению одного из румбов. Величина октагонов не произвольная. Площадь их соответствует площади территории тех участков (ареалов), к которым относятся октагоны. Масштаб взят в 1 *см*² 40 *км*² на исходных чертежах и дан на них также графически, с учетом изменений при клишировании. Цифры площади стоят на нижней стороне октагонов. На сторонах октагонов строятся треугольники, выражающие асимметрию. Некоторые стороны могут остаться пустыми, если в данном районе нет асимметрии этих румбов. (Для примера даем октагон ареала X, № 22).

Основания треугольников лежат на сторонах октагона. Для каждой ступени превышения строится особый треугольник на каждом румбе. Но все они имеют общую линию высоты, направленную внутрь октагона. Эта линия — и геометрическая линия (высота треугольника) и геоморфологическая линия. На ней отлагаются линии средней величины превышения каждой ступени (в масштабе 1,5 *см* = 50,0 *м*. Для показания шкалы высоты она обозначена внутри октагона пунктирными линиями, по трем ступеням (50, 100, 150 *м*).

Основания треугольников отображают длину асимметричных участков данного румба и ступени. Некоторые основания выходят за пределы стороны октагона. Это не мешает чтению чертежа.

Длина всех долин каждого участка показана линиями в нижней части фигур октагонов. Сплошная линия — длина всех долин. Штриховая двойная линия в средине сплошной дает длину асимметричных участков. Тут же даются цифры длины.

Для частей Татарии с большим выражением асимметрии при составлении октагонов взяты меньшие размеры районов, чтобы детальнее учесть распределение асимметрии*.

Разработав такие румбограммы, мы можем создать картодиаграмму асимметрии, размещая эти румбограммы на карте на тех участках, к каким относится данная румбограмма. Получается возможность быстро обозревать для больших территорий распределение асимметрии, сравнивать, заключать и т. д.

Большое значение имеет также картограмма асимметрии. В ней нанесены крутые и пологие склоны асиммет-

---

* В этом втором варианте метода изменена расстановка двух из основных элементов асимметрии — длины и превышения (они даны в разных измерениях); превышение — в четырех ступенях.

ричных долин в соответствующих местах карты. Крутой склон обозначается по принятым четырем ступеням превышения. Там, где допускало место, ставились цифры, точно обозначающие превышение. Длина и экспозиция асимметричных участков выдерживались точно. В тексте дана картограмма мелкого масштаба (1 1500000), с обобщением ступеней превышения.

Для более полного выражения асимметрии установлены, кроме того, показатели: расстояние уравнивания высоты и коэффициент асимметрии.

Расстояние уравнивания высоты есть расстояние в километрах (от тальвега) той точки (на пологом склоне), на которой достигается уравнивание высоты обоих склонов. Коэффициент асимметрии есть отношение расстояний от тальвега обеих точек, на которых происходит уравнивание высоты — на крутом и пологом склонах—первой ко второй. Для симметричных долин этот коэффициент — единица, или близок к этому. В асимметричных долинах коэффициент всегда дробь; чем более выражена асимметрия, тем меньше арифметическая величина дроби (тем больше знаменатель).

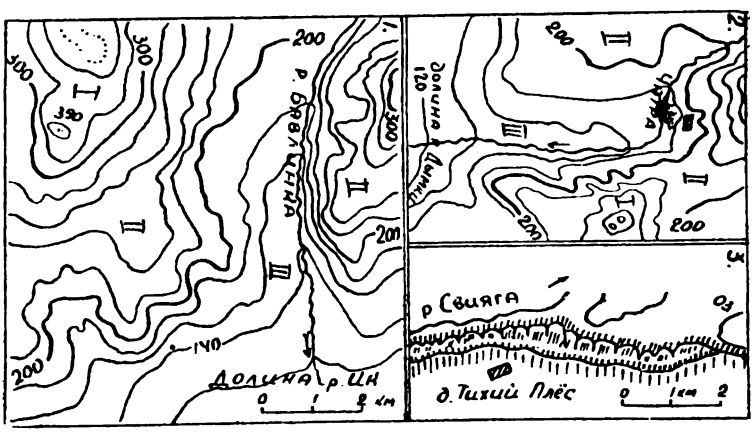



Рис. 21. Примеры уровней развития рельефа.

1. В районе слияния рек Ика и Бавлинки. 2. То же — рек Дымки и р. Чатры. 3. В низовьях Свияги.

Предполагаемые уровни денудации: I. Миоценовый; II. Верхнеплиоценовый; III и следующие — четвертичные (долинные).

Кроме указанных построений, для отображения асимметрии применены профили и выкопировки из карт.

## 2. Степень развития ассимметрии в Татарии

Линии асимметричных долин разных порядков. 3. Картографический материал дал возможность

определить асимметрию на площади в 59662 *км*. Это составит (за вычетом поймы крупных рек) более 95% площади Татарии (на крайний юго-запад не было материала). На изученной площади имеется 13066 *км* общей длины речных долин*. Асимметричные участки долин составляют 3270,5 *км* (24%). На картах учтено также более 80 *км* крупных асимметричных оврагов.

Со включением долин трёх (без р. Белой) основных рек мы имеем 13689 *км* длины долин, из них 3698,5 *км* (27%) — асимметричных участков.

На долины крупных рек (Волга, Кама и Вятка) приходится 428 *км* асимметричных участков, что дает почти 69%. Следовательно, у долин крупных рек асимметричность выражена почти в 3 раза сильнее, чем в среднем по Татарии.

Очень хорошо выражена асимметрия долины Волги. Она там исключительно правобережная (по положению крутого склона) и составляет 70% общей длины долины. Экспозиция крутых склонов преобладает северная и восточная (№ 23 и № 24).

На Каме асимметричность менее выражена. Правобережные крутые склоны составляют 35% (вдвое меньше, чем на Волге). Есть немного и левобережных крутых склонов. Большое отличие и в величине превышения. На Волге средняя величина превышения асимметрии = 122 *м*, на Каме только 64 *м*. На Вятке процент асимметрии 80.

На средних и малых реках длина асимметричных участков достигает 3270,5 *км* (до 25%). Очень резко различаются два основных типа территории: I — древние, повышенные равнины, сложенные пермскими толщами, и II — молодые низкие равнины, сложенные четвертичными ($Q^{-M}$ $Q^{-R}$) и плиоценовыми отложениями.

Таблица 1

| Площадь | Длина долин | Асимметричные участки | Их % | Среднее превышение |
|---|---|---|---|---|
| I — 52557 | 12477 | 3184,5 | 25,4 | 51,0 |
| II — 7105 | 589 | 86 | 15 | 22,0 |

Асимметрия в древних частях территории имеет развитие (по проценту длины долин) почти на 70% большее, чем в молодых частях, и еще большее отличие в переводе на площадь. На сто квадратных километров в территориях I приходится до 6 *км* асимметричных долин; в территориях II—всего 1,4 *км*.

---

* Долина Ика в пограничном участке (на длину 145 *км*) не вошла здесь в подсчет, но учтена в главе о расчленении.

В этом сказывается, без сомнения, влияние на развитие асимметрии возраста рельефа (по А. А. Борзову).

Средняя высота превышения также значительно большая в территориях I. Кроме того, в них имеется много частей с превышениями второй и третьей ступени (иногда и четвертой). В молодых же равнинах превышение исключительно первой ступени.

Линии асимметричных долин средних и малых рек. 4. Деление асимметричных долин притоков магистральных рек мы будем вести по порядку категорий рек. Асимметричные долины первого порядка, наиболее заметные после магистральных рек, — это особенно долины Свияги, Шешмы, Зая и Ика*.

В картосхеме асимметрии долин (картосхема № 24) резко проявляются эти четыре линии, идущие почти параллельно. Из линии Ика в Татарии лежит вся левобережная плоская полоса долины, но высокое правобережье находится за границей республики и в подсчет не включено. Долина Свияги из 145 *км* длины имеет 110 *км* асимметричных участков (76%) с максимальным превышением до 130 *м*. Из них более 40 *км* второй ступени и 20 *км* третьей ступени. Долина Шешмы из 150 *км* длины имеет 105 *км* (70%) асимметричных участков, главным образом второй, частью и третьей ступени превышения. Долина Степного Зая из 156 *км* общей длины имеет 132 *км* асимметричных участков (85%). Преобладает превышение второй ступени, но много (45 *км*) участков с превышением третьей ступени; есть даже до 10 *км* частей склона с превышением четвертой ступени (максимум 170 *км*). По длине асимметричных частей и величине превышения долина Зая первая среди средних рек. По проценту длины асимметрии она (как и Свияга) превосходит Волгу и уступает Волге лишь по средней величине превышения, однако превосходит ее по максимальной величине превышения.

Для этих основных средних долин характерна большая величина расстояния уравнивания высоты. Сведения по этому вопросу приведены дальше.

Сильную выраженность асимметрии в долинах основных средних рек следует обосновать (как и для крупных рек) древним возрастом этих долин: они были заложены и развивались еще в доплиоценовое время.

Линии рек Казанки и Мёши имеют постоянно выраженную, хотя и слабую асимметрию (до 30 *м*). В правобережье Казанки и Средней Мёши асимметрией охвачены долины многих притоков, но также со слабым превышением (до 20 *м*), лишь кое-где доходящим до 60 *м*.

---

* Напомним, что принцип определения порядков долин притоков геоморфологический (начало III главы), а не гидрографический.

Асимметричные долины второго порядка по числу объектов распространены наиболее. По своему превышению многие из них мало уступают комплексам первого порядка и представляют очень заметные линии в рельефе. Наибольшее превышение крутых склонов в них доходит до 100—120 и даже до 140 *м*. Эти линии, как и линии третьего порядка, удобнее рассматривать уже не по малой картограмме асимметрии, а по большой, данной в приложениях.

В системе Свияги хорошо выражены комплексы Улемы и Сухой Улемы, а особенно Сулицы. По Сулице асимметрия по длине развита на всем протяжении долины, кроме самых верховьев. Превышение везде второй и третьей ступени (максимально 130 *м*).

В системе Шешмы выдается линия Кичуя, также асимметричная почти на всем протяжении. Но превышение меньшее, чем по Сулице; преобладает вторая ступень.

В системе Степного Зая выдается комплекс Лесного Зая и Большого Зая. В обоих процент асимметричных участков больше 90, превышение второй ступени, а в нижней половине Б. Зая и третьей ступени.

В системе Ика целый ряд параллельных линий дают левые притоки Ика: Татарский Кандыз, Тумбарлинка, Бавлинка, Ютаза, Стерля. Превышение в них местами заходит в третью ступень.

Асимметричные долины третьего порядка также довольно многочисленны*. Длина их уже небольшая: 10—15, редко 20 километров. Но по величине превышения в Восточном Закамье они также заходят в третью ступень (до 110 *м*).

Территориальное распределение асимметричных форм. 5. Для суммарного изучения асимметрии Татария была разделена на 18 крупных ареалов в пределах основных междуречий. Для каждого ареала подведены итоги и составлены румбограммы, которые и размещены на картодиаграмме основного машинописного экземпляра работы. Используем эти цифры для изучения территориального распределения асимметрии, прилагая 4 особые румбограммы: две для Татарии (территория пермских отложений и четвертичных террасовых) и две для наиболее противоположных частей — Восточного и Западного Закамья.

Восточное Закамье (румбограмма № 25-4), самая высокая часть республики, имеет и наибольшее развитие асимметрии, особенно в южной половине края. Из 6 крупных ареалов Восточного Закамья два южных ареала имеют про-

---

* Но главным образом только в самой высокой части Татарии—Восточном Закамье, именно в области юго-восточных плато.

цент асимметричных участков долин 47 и 46, а среднюю высоту превышения — 60 и 62 метра. Основная часть превышений приходится на 2 и 3 ступень; есть и четвертая. Следующие три ареала (в северной половине) имеют процент асимметрии уже в 1,5 — 2 раза меньшей, но высота превышения меньше незначительно. Лишь северо-восточный ареал (за Иком), представляющий низкие молодые равнины, имеет небольшое превышение (35 *м*) и невысокий процент асимметрии (23).

Сеть асимметричных долин наиболее густая в южной половине края. Хорошо выраженные парные линии мы видим в долинах рек Багряш и Кичуй, Лесной Зай и Ирня. Целый ряд параллельных линий дает ряд левых притоков Ика, отмеченных выше. Даже притоки третьего порядка имеют если и короткие, то все же глубокие асимметричные долинки, располагающиеся нередко часто рядом. По левобережью Дымки, на расстоянии 35 *км*, можно насчитать до 8 почти параллельных асимметричных линий с максимальным превышением в 110 *м*. По правобережью Большого Зая, от Малой Бугульмы вниз,

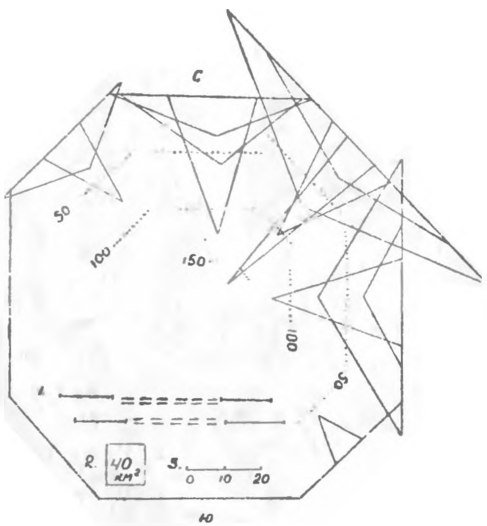



**Рис. 22. Румбограмма асимметрии долин. Укрупненный ареал X (южная часть междуречья Зай—Ик).**

1. Диаграмма длины долин всего ареала (1129 *км* (46%), в т. ч. асимметричных участков 522 *км* (46%). Сплошная одиночная линия—симметричные, двойная штриховая линия—асимметричные участки долин. 2. Масштаб для площади румбограммы В ареале 3926 *км*². 3. Масштаб для длины асимметричных участков долин (по ступеням превышения) в треугольниках румбограммы (в *км*).

| Превышения | Румбы | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | СЗ | | С | | СВ | | В | | ЮВ | | Итого | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* |
| **Предволжье** | | | | | | | | | | | | |
| до 50 *м* | 15 | 27 | 99 | 29,5 | 75 | 32 | 56,5 | 25,5 | 33,5 | 31 | 279 | 29 |
| до 100 *м* | 8 | 56 | 47,5 | 67 | 44,5 | 67,5 | 50,5 | 73 | 15,5 | 80 | 166 | 70 |
| до 150 *м* | 1,5 | 115 | 6,5 | 108 | | | 7 | 116 | 10 | 115 | 25 | 112 |
| Итого на всю площадь 6886 *км*² | 24,5 | 42 | 153 | 44,5 | 119,5 | 45 | 114,52 | | 59 | 58 | 470 | 48 |
| Всех долин 1391 *км* | | | | | | | | | | | | |
| В среднем на площадь в 1000 *км*² | 3,5 | | 22 | | 17 | | 16,5 | | 8,5 | | 68 | |
| **Зап. Закамье** | | | | | | | | | | | | |
| до 50 *м* | 46 | 29 | 86 | 27 | 45 | 25 | 14 | 18 | — | — | 191 | 26 |
| до 100 *м* | 8 | 70 | 8 | 74 | 6 | 70 | | | — | — | 22 | 71 |
| Итого на 7622 *км*² | 54 | 35 | 94 | 31 | 51 | 30 | 14 | 18 | — | — | 213 | 31 |
| Долин 1497 *км* | | | | | | | | | | | | |
| Итого на 1000 *км*² | 7 | | 12,4 | | 6,7 | — | 1,3 | — | — | — | 27 | — |
| **Вост. Закамье** | | | | | | | | | | | | |
| до 50 *м* | 131 | 32 | 169 | 32 | 177 | 29 | 181 | 33 | 37,5 | 30 | 695,5 | 31 |
| до 100 *м* | 109 | 66 | 235,5 | 270 | 285,5 | 67 | 151,5 | 74,5 | | 80 | 782,5 | 69 |
| до 150 *м* | — | — | 56 | 141 | 76 | 119 | 46,5 | 111 | 5 | — | 178,5 | 125 |
| более 150 *м* | — | — | — | — | 22 | 175 | — | — | — | — | 22 | 175 |
| Итого на 20077 *км*² | 240 | 47 | 456,5 | 64 | 560,5 | 66 | 379 | 60 | 42,5 | 35 | 1678,5 | 61 |

Продолжение

| Превышения | Румбы | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | СЗ | | С | | СВ | | В | | ЮВ | | Итого | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* | *км* | *м* |
| Долин 5327 *км* Итог на 1000 *км*² | 12 | | 22,7 | | 30 | | 19 | | 21 | — | 83,5 | |
| Предкамье Зап. | | | | | | | | | | | | |
| до 50 *м* | 67 | 39 | 158 | 29 | 136 | 21 | 229 | 26 | 12 | 19 | 602 | 28 |
| до 100 *м* | 9 | 58 | 25 | 59 | 78 | 57 | 52 | 62 | — | — | 164 | 59 |
| Итог на 14685 *км*² | 76 | 41 | 183 | 33 | 214 | 39 | 281 | 33 | 12 | 19 | 766 | 35,5 |
| Долин 3303 *км* Итог на 1000 *км*² | 5,2 | | 12,5 | | 14,5 | | 19 | | 0,9 | | 52 | |
| Предкамье Вост. | | | | | | | | | | | | |
| до 50 *м* | 7 | 36 | 19 | 25 | 11 | 39 | 14 | 26 | — | — | 51 | 30 |
| до 100 *м* | — | — | — | — | 1,5 | 90 | 4,5 | 66 | — | — | 6 | 72 |
| Итог на 3287 *км*² | 7 | 36 | 19 | 25 | 12,5 | 45 | 18,5 | 36 | — | — | 57 | 34 |
| Долин 959 *км* Итог на 1000 *км*² | 2 | | 5,8 | | 4 | | 6 | | — | — | 17 | |

на расстоянии 16 *км* расположено 9 асимметричных линий долинок. Есть линии и четвертого порядка.

Для Западного Закамья (за исключением молодых террасовых равнин) разработана одна общая румбограмма (№ 25-3). Малая высота территории (средняя 112 *м* при отсутствии высот более 200 *м*) сказалась на слабом развитии асимметрии (процент — 14, среднее превышение — 31 *м*). Террасовые четвертичные равнины Западного Закамья, очень низкие и молодые, имеют небольшое развитие асимметрии (14 процентов, среднее превышение — 22 *м*). Интересно несколько детальнее проанализировать это. Дело в том, что процент асимметричных участков довольно велик для таких равнин и равен проценту для более высоких и очень древних территорий Западного Закамья, сложенных пермскими толщами. Причину можно видеть в том, что в рыхлых четвертичных отложениях асимметрия вырабатывается быстрее, чем в плотных коренных отложениях. Но превышение асимметрии в них значительно меньше.

Из остальных ареалов Татарии выделяется развитием асимметрии северная половина междуречья Свияга — Волга. Оно имеет наибольший из всех ареалов процент асимметричных долин (57%), а по среднему превышению (61 *м*) равняется очень расчлененным частям Восточного Закамья.

Даем таблицы для всех основных частей Татарии (длина асимметричных участков—1; среднее превышение—2), табл. № 19 а, б и в.

Таблица 19а

**Асимметрия долин на территории четвертичных террасовых отложений Волги и Камы**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Предкамье Зап. до 50 *м* на 2035 *км*² | — | | 6 | 25 | — | | 6 | 15 | — | 12 | 20 |
| на 1000 *км*² | — | | 3 | | — | | 3 | | — | 6 | |
| долин 49 *км* | | | | | | | | | | | |
| Закамье Зап. до 50 *м* на 5070 *км*² | 12 | 22 | 22 | 18 | 20 | 20 | 20 | 29 | — | 74 | 22 |
| на 1000 *км*² | 2,4 | | 4,4 | | 4 | | 4 | | — | 14,8 | |
| долин 540 *км* | | | | | | | | | | | |

Сделаем опыт распределения асимметричных долин по факторам — доминантам асимметрии.

1. По теории Бэра-Бабинэ всех долин 623 *км* (Волга, Кама, Вятка), асимметричных участков 332 *км*, процент — до 53 (На Каме есть ещё левосторонняя асимметрия протяженностью в 96 *км*).

Таблица 196

**Асимметрия долин магистральных рек**

| Превышения | Румбы | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ю | | ЮЗ | | З | | СЗ | | С | | Итог | |
| | км | м | км | м | км | м | км | км | км | м | км | м |
| **Волга** | | | | | | | | | | | | |
| до 50 м | — | | 6 | 50 | — | — | — | — | — | — | 6 | 50 |
| до 100 м | 2 | 97 | 5,5 | 80 | 16 | 90 | 3 | 80 | 9 | 80 | 35,5 | 75,5 |
| до 150 м | 22 | 127 | 34,5 | 146 | 26 | 123 | 29 | 117 | | | 111 | 130 |
| более 150 м | — | — | — | — | 5 | 160 | — | — | — | — | 5 | 160 |
| Итог | 24 | 125,0 | 46 | 126 | 47 | 115,5 | 32 | 113,5 | 9 | 80 | 158 | 122 |

| | Ю | | ЮЗ | | З | | СЗ | | С | | СВ | | ЮВ | | Итог | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | см | м | км | м | км | м | км | м | км | м | км | м | км | м | км | м |
| **Кама** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| до 50 м | 23 | 41 | 2 | 30 | 2 | 40 | | | 21 | 37 | 4 | 30 | 25 | 44 | 77 | 40 |
| до 100 м | 20 | 60 | | | 20 | 70 | 51 | 80 | 21 | 80 | 15 | 59 | 6,5 | 80 | 133,5 | 73 |
| до 150 м | | | 4 | 30 | | | 9 | 130 | | | 1,5 | 135 | | | 14,5 | 94 |
| Итог | 43 | 50 | 6 | 97 | 22 | 68 | 60 | 89 | 42 | 58 | 20,5 | 56 | 31,5 | 51 | 225 | 63 |
| **Вятка** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| до 50 м | — | — | — | — | — | — | 8 | 75 | — | — | — | — | — | — | 8 | 75 |
| до 100 м | — | — | — | — | 21 | 115 | 16 | 118 | — | — | — | — | — | — | 37 | 116 |
| Итог | — | — | — | — | 21 | 115 | 24 | 104 | — | — | — | — | — | — | 45 | 109 |

2. По инсоляционной (климатической) теории, с наложением (частично) других факторов — всех долин 13066 *км*. асимметричных участков — 3270,5 *км*, процент — 24.

Итого всех долин по Татарии — 13689 *км*, асимметричных участков — 3689,5 (27 процентов).

Если к I группе отнести долины Свияги, Шешмы, Зая, процент поднимется до 63, а во второй группе понизится до 22,0%.

Интересно также сопоставить величину этих генетических типов асимметрии по отношению ко всей асимметрии. Первая группа составит всего 9 процентов (а с включением Свияги, Шешмы и Зая — 18,4 процента). Вторая группа составит почти 88 процентов (или, без Свияги и других,—до 78 процентов), третья — 3 процента (другие типы).

В четырех румбограммах (№ 25-1, 2, 3 и 4) отражены картины асимметрии наиболее показательных частей в среднем расчете на территорию в 2000 *км*². № 25-3 и 4 дают громадные различия асимметрии между Восточным и Западным Зака-

мьем (и по длине участков и по величине превышения). № 25-1 и 2 показывают нам еще более резкие различия (по всей Татарии) между территориями пермских отложений и территориями четвертичных террасовых отложений. В последних процент асимметричных долин почти вдвое меньше, а величина превышений не выходит за пределы первой ступени (только 22 *м*), тогда как в пермских территориях она дает 51 *м*, в два с половиной раза больше.

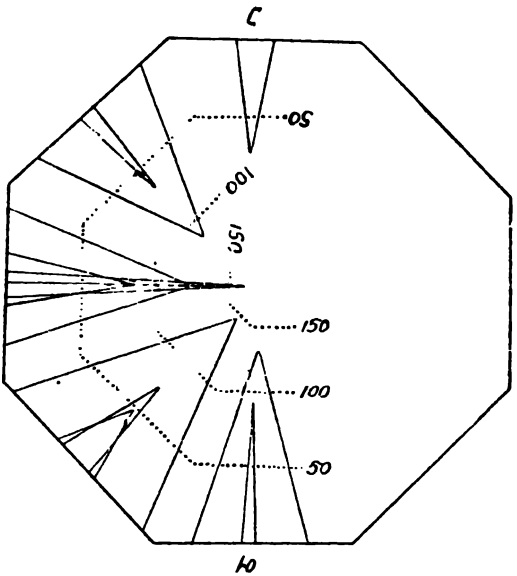



Рис. 23. Румбограмма асимметрии долины Волги в пределах ТАССР

Кроме долин и долинок рек, речек и даже ручьев мы встречаем асимметрию и в склонах оврагов и в больших балках.

6. Изучив территориальное расположение асимметрии, мы можем установить некоторые закономерности: выраженность асимметрии по всем показателям в общем пропорциональна высоте территории. При этом для сравнения надо брать участки рельефа приблизительно одновозрастные и учитывать долины рек близких категорий.

При этом имеют значение не столько абсолютная (средняя высота), как относительные высоты (глубины местных базисов эрозии). Поэтому ареал II (северная половина междуречья Свияга — Волга) имеет развитие асимметрии, почти не уступающее Бугуль-

минскому плато, хотя абсолютная высота его значительно меньше. Но относительные высоты здесь (над долиной Волги и Свияги) довольно большие, достигают 120 — 150, а местами и 180 *м*.

В северной части Бугульминского плато (в ареалах VI и VIII) абсолютные высоты не меньше, чем в Свияжско—Волжском междуречье, но относительные высоты меньше. Поэтому и развитие асимметрии меньшее.

Пропорциональность развития асимметрии возрасту рельефа не отрицается собранными материалами, но высоту территории мы должны считать более важным фактором, так как высокие и низкие древние равнины, сложенные одинаково пермскими толщами, имеют большое различие в развитии асимметрии.

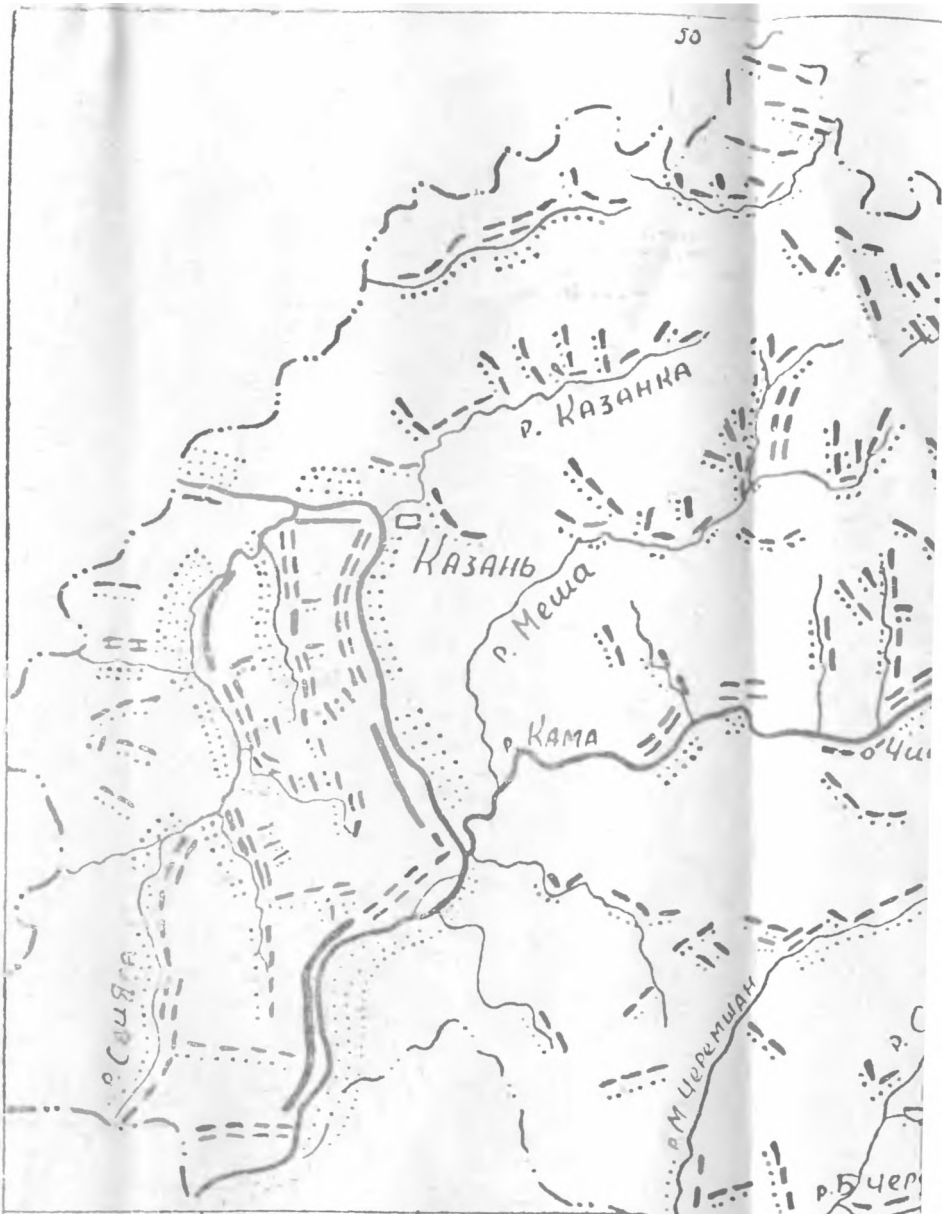
## 3. О причинах асимметрии долин

7. Вопрос об асимметрии рельефа все еще недостаточно разработан, хотя имеет большую литературу. Особенно недостает регионального изучения асимметрии. Часто в литературе вопроса мы встречаем ссылки только на асимметрию крупных рек; на этом и базируются все выводы. А этого недостаточно. Еще в 1894 году А. Пенк в своей солидной Morphologie der Erdoberfläche (Stuttgart), 1894 (в разделе Asymmetrische Thäler (Teil), II, стр. 115) писал, что закономерности, выведенные для б о л ь ш и х (подчеркнуто мною — *В. С.*) рек России и Западной Сибири (о преобладании крутых правых склонов), непригодны для м а л ы х долин Средней Европы, где то правый, то левый склон круче.

Изучение асимметрии рельефа развивалось медленно. Ещё в начале 19-го века П. А. Соловцов впервые установил факт преобладания крутых, высоких правых склонов долин крупных рек. Этим занимались затем Бэр и ряд других ученых в середине и конце 19-го века. Выработался известный закон Бэра-Бабинэ. Но еще в конце этого века в труде А. Пенка (упомянутом выше) в двух томах, содержащих 1133 страницы, вопросу асимметрии долин отведено всего 8 страниц (во втором томе). В первом томе Пенк более 10 страниц отдал разбору отклонения рек вследствие вращения Земли и влияния ветра, то есть вопроса, близкого к проблемам асимметрии.

В середине прошлого века появилась гипотеза профессора Казанского университета Н. А. Головкинского о падении пластов.

Н. А. Головкинский (13; 1868 г.) основал свою гипотезу на трех положениях, которые, однако, недостаточно подкреплены фактами. Первое положение: «реки отступают в сторону падения слоев, потому что в этом берегу струя легче проникает в слои и подмывает их». Здесь и создается крутой склон.




| Превышение высокого склона | Высокие крутые склоны | Днища долин и низкие пологие склоны |
|---|---|---|
| до 50 м | — — — — | ····· |
| от 50 до 100 м | = = = = | ····· |
| более 100 м | ▬▬▬▬ | ····· |

Но мы имеем опубликованную на 30 лет позднее гипотезу А. П. Павлова (1899), где крутым склоном считается противоположный, тот, в котором слои наклонены к долине. Головкинский основывается на процессе подмыва, Павлов — на действии оползней. Очевидно, влияние наклона пластов если и может иметь значение, то в разных направлениях.

Второе положение Головкинского: крутым может быть то правый, то левый склон, в общем склон, обращенный на юг.

Это не точно, так как асимметрия охватывает больше четырех главных румбов горизонта, из них особенно сильно — склоны экспозиции южной юго-запада и запада. У Волги же видим асимметрию на склонах экспозиции север и восток.

Третье положение Головкинского: в изученной им местности он установил двойное преобладание длины северных склонов тектонических складок.

Сопоставляя второе положение с третьим и принимая в расчет первое, он и вывел свою гипотезу о влиянии наклона пласта. Но почему же нет крутых склонов в южных склонах складок, которые занимают все же треть территории? Как объяснить асимметрию других румбов на этой же территории?

Вообще роль наклона пластов большей частью трудно выявить из-за недостаточности материала. Трудно это учитывать также потому, что оба автора (Н. А. Головкинский и А. П. Павлов) придают наклону противоположное значение. На современных структурных картах, например, падение слоев в бассейнах Мёши и Казанки идет не на север, как говорил Головкинский, а на юг (южнее Мёши). В других частях здесь стратоизогипсы располагаются часто поперек долин, и определенного единого падения установить нельзя. Во всей этой зоне крутизну южных склонов легче объяснить и по закону Бэра и по климатологическим, инсоляционным воздействиям.

К причинам, производящим асимметрию, можно отнести и отклоняющее действие ветра на воду реки, о чем довольно настойчиво пишет Пенк. Это может быть, когда преобладают ветры западных и южных румбов. Думается, однако, что такое действие ветра может быть заметным только у крупных рек, у малых же рек оно ничтожно. Да и у крупных рек действие ветра вряд ли сможет уравновеситься с постоянно действующей силой Кориолиса, противоположной по направлению (в наших зонах для рек, текущих на юг). Кроме того, у наших крупных рек русло прижато к высокому правому склону и находится (по отношению к западным ветрам) в «ветровой тени». По всем этим соображениям механическое действие ветра не приходится принимать в расчет. Влияние «дождевых» западных и юго-западных ветров относится уже к числу климатических факторов. Об этом — в другом месте.

В конце прошлого века профессор Казанского университе-

та А. В. Нечаев (1892) предложил свою гипотезу причин развития асимметрии. Эти причины он видел в отклоняющей силе односторонне развитых притоков главной реки, почему эта река и подмывает свой противоположный берег, создавая здесь крутой склон долины. Известный геоморфолог профессор А. А. Борзов в 1913 году, независимо от А. В. Нечаева, разработал подобную гипотезу. Это — теория «наклона первичной поверхности».

Н. А. Димо в 1907 году и А. Д. Архангельский в 1911 г., независимо один от другого, разработали теорию асимметрии климатическую, или инсоляционную. По этой теории склоны южной экспозиции должны становиться более крутыми, так как процессы, содействующие ускоренному смыву, здесь действуют быстрее. Горные породы разрыхляются термическим выветриванием быстрее вследствие большей суточной «инсоляционной» амплитуды. Скорее происходит весенний смыв талыми водами при быстром таянии снега. А после образования хотя бы небольшого крутого склона и сток дождевых струй становится быстрее.

В большом и прекрасно изданном труде Martonne E. — Traité de Geógraphie Physique (1926 г.) асимметричным долинам отведено всего 2,5 страницы текста.

В двухтомном труде И. С. Щукина «Общая морфология суши» сведен обзор всех гипотез асимметрии долин (том 1, стр. 134 — 140; год 1933). «Основы геоморфологии» В. Г. Бондарчука асимметрии долин уделили одну страницу. В вузовском учебнике физической географии СССР В. Ф. Добрынина вопросам асимметрии рельефа не уделено нигде ни одного слова, как будто у нас и нет этого широко распространенного явления.

Из последних работ привлекает внимание статья С. С. Воскресенского (9). В этой статье основной причиной асимметрии принимается действие закона Бэра-Бабинэ. Устанавливается связь асимметрии склонов долин с асимметрией междуречий, которая создается путем отступления крутого склона вправо и наращивания в левобережье речных террас. Исключение (крутые — левые берега) объясняется действием тектонических валов и куполов. На тех же позициях стоят В. В. Батыр и Б. В. Селивановский, рассматривавшие для Среднего Поволжья вопрос о происхождении асимметрии в разрезе геоморфологических и геологических фактов (3). А. П. Рождественский дал детальную статью об асимметрии долин части Башкирии*. Он применил и метод румбограмм асимметрии автора данной работы**. А. П. Рождественский склоняется

* А. П. Рождественский. К вопросу о природе асимметрии склонов речных долин северо-западной части Башкирии. „Вопросы геоморфологии и геологии „Башкирии", в. 1. Уфа, 1957.

** Первый вариант метода.

к выводу, что в исследованных им районах основное влияние может иметь первичный уклон поверхности (теория А. А. Борзова), местами завуалированный действием неотектоники. Но он считает, что в этих районах тектонические воздействия, во всяком случае, не укладываются в тот механизм, какой дают В. Е. Хаин и Е. Г. Качугин (прижимание реки к понижающемуся склону и образование здесь крутых склонов).

Особенные позиции занял В. П. Философов (56-2). По его мнению, все «известные гипотезы и теории асимметрии не дают удовлетворительного объяснения этому явлению». Дальше он пишет: «Асимметрию долин и междуречий автор объясняет силой тяжести». Но ведь в конце концов и закон Бэра-Бабинэ и действие денудации и эрозии также зависят от действия силы тяжести. Это слишком общее положение. Дальше

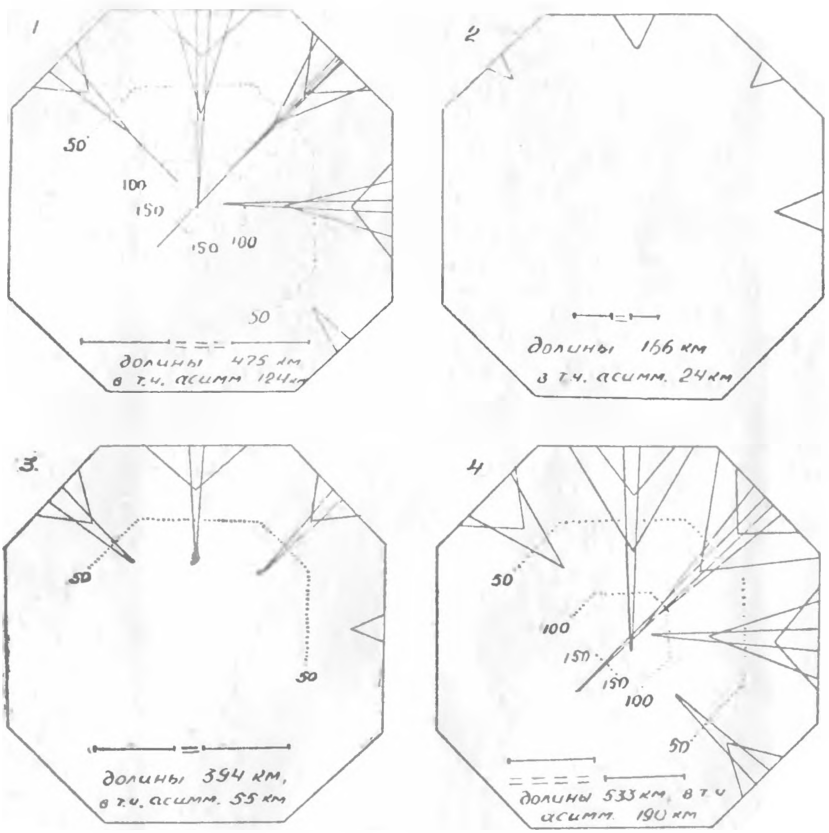



**Рис. 25. Румбограммы асимметрии долин в среднем расчете на площадь в 2000 *км*² по каждой румбограмме.**

1. Румбограмма для всей Татарии, для территории P
2. " " для территории Q по Волге и нижней Камы.
3. " " для Западного Закамья — P.
4. " " для Восточного Закамья.

В. П. Философов пишет точнее: у левого и правого берегов (при асимметрии) имеется «разница естественных гравитационных полей». «Вода в реке будет стремиться к тому берегу, где сила тяжести больше...». Очевидно, это должен быть высокий берег. Но ведь для ускорения Кориолиса есть формула. Оказывается, что эта сила очень мала и, чтобы она могла создать асимметрию, надо привлечь очень большое время. Сила тяжести в данном случае должна действовать еще на много слабее, ибо масса «горного» берега на данном разрезе дает очень ничтожное приращение силы тяжести по сравнению с массой земного шара, которая определяет ее обычное значение. И почему В. П. Философов отрицает действие закона Бэра-Бабинэ, где также участвует сила тяжести?

И еще возражение: в начале развития долины, когда она была симметричной, разницы гравитационных полей не было! Следовательно, и долина не могла бы развиваться в сторону асимметрии...

К. И. Геренчук весь 19-й раздел своей книги (11/2, 1960) отдал вопросам асимметрии речных долин и их соотношений с тектоническими структурами. Он считает теорию Бэра универсальной вследствие абсолютного преобладания правосторонней асимметрии. Очень большое значение придает он тектонике. Немногие случаи левосторонней асимметрии объясняются тектоническими структурами. В некоторых местах тектоника усиливает правостороннюю асимметрию.

8. Итак, мы имеем довольно много гипотез и теорий асимметрии. Одни из них приобрели уже престиж значительной вероятности и универсальности (закон Бэра-Бабинэ и, до некоторой степени, теория «наклона первичной поверхности» А. А. Борзова, а также климатическая, или инсоляционная, теория Н. А. Димо и А. Д. Архангельского). Другие приобрели признание, но без универсального значения, а только для местных проявлений. Третьи признаются мало достоверными, значение их отвергается или считается слишком ничтожным.

Но и по отношению к принятым и универсальным теориям следует выставить оговорки. К закону Бэра-Бабинэ первая оговорка та, что она все же не имеет характера универсальности, так как не объясняет левосторонней асимметрии. Вторая оговорка о том, что эта асимметрия для большого развития требует огромных, чисто геологических периодов времени, так как сила Кориолиса очень мала. Третья оговорка—та, что закон Бэра-Бабинэ применим только для больших рек, с большой массой воды. Для малых рек этот закон имеет чисто теоретическое, а не практическое значение, ибо в них секундный расход воды в летнее время составляет часто доли кубометра. А в Волге минимальный летний расход составлял 2,5 — 3 тысячи кубометров в секунду; среднегодовой имел до 8000 кубометров в секунду; во время весеннего паводка река несла це-

лый месяц (и больше) 30 — 40, а иногда и 50 и 60 тысяч кубометров в секунду. Конечно, такая масса воды могла давать ощутимые результаты согласно отклоняющей силе вращения Земли.

А между тем малые реки, почти ручьи, нередко имеют асимметрию, мало уступающую асимметрии Волги. Ясно, что здесь работали другие силы.

В настоящее время теория Бэра-Бабинэ считается наиболее вероятной. Но ее надо применять с указанными ограничениями, и об ее универсальности нельзя говорить. Другие случаи асимметрии могут быть объяснены другими теориями; мы становимся на позиции полигенизма асимметрии, не стремясь отыскивать одну универсальную теорию. Мало того, в природе, по высказыванию Ф. Энгельса, нет резких граней. В развитии рельефа то или иное формообразование вызывается обычно целым комплексом причин. Из них одна является доминирующей и придает окраску классификационной рубрике.

Остановимся еще на рассмотрении этих вопросов. Интересно то, что И. Ф. Леваковский (1870) через 14 лет после опубликования гипотезы Бэра высказал сомнения в ее значении, так как эти факты не составляют общего и постоянного явления. Конечно, в то время еще мало было наших знаний и рано было говорить по разбираемому вопросу определённо.

Мы уже отмечали, что В. П. Философов в наше время уже совсем отрицает закон Бэра-Бабинэ, а равно и все другие гипотезы и теории. Но у него в подтверждение этого отрицания не приведено ни одного слова.

Многие высказывания об асимметрии были слишком общими и неполными. Они основывались на одном и том же повторяющемся материале, который был известен о более крупных реках. А в Русской равнине как раз несомненный, бросающийся всем в глаза факт выраженной правосторонней асимметрии долин Волги, Дона и Днепра. Отсюда и пошла теория Бэра. Но при этом оставались неоснащенными огромные территории вне крупных долин. Это была terra incognita. Подробного, территориального, сплошного измерительного исследования асимметрии еще не было. Такое изучение на четырех указанных принципах автор произвел для территории Татарии. К этим принципам были присоединены еще три. Асимметрия изучалась количественно (и «в плане» по длине долин, и в вертикальном развитии, по превышению крутых склонов) и по их экспозиции.

Диалектика говорит нам, что количество переходит в качество. И вот обильный материал изучения количественного порядка позволил увереннее обсуждать вопрос качества, вопросы происхождения асимметрии.

В упомянутой статье С. С. Воскресенский, возражая против намечающейся в литературе недооценки закона Бэра-Бабинэ, стремится придать ему должное значение. Но при этом он как бы обходит другие возможные причины создания асимметрии. Он пишет, что для всех случаев, когда круты правые склоны, «приложимо одно объяснение — проявление действия кориолисова ускорения, влияние вращения Земли». А долин с правыми крутыми берегами, говорит он, до 90%.

Но при детальном изучении асимметрии обнаруживается, что правые крутые склоны есть в долинах и малых речек, и ручьев, и «сухих» рек, и во врезах безводных оврагов. И притом долины малых речек обладают громадными асимметричными профилями; крутые склоны в них имеют высоту 100—150 *м*, а плоская часть долины имеет в ширину до 3—4 километров. Ясно, что кориолисово отклонение не может быть применимо в этих условиях, так как нет сколько-нибудь достаточной массы текущей воды, а иногда и вообще в тальвеге нет постоянного водотока.

Если использовать для изучения более детальные карты, то длина асимметричных участков будет больше. Но это увеличение пришлось бы на случаи очень небольшой вертикальной выраженности асимметрии (10—20 метров превышения). Все остальные случаи хорошо фиксированы теми картами, которые были применены в работе.

Подведем итоги по этому (3-му) разделу.

1. У нас не было точных данных о распространении асимметрии. Только сплошные территориальные исследования могут дать хороший материал для вывода закономерностей.

Приведенные в этой книге исследования дают опыт такого изучения и приводят во многих отношениях к неожиданным фактам и выводам, о которых раньше не приходилось мыслить.

2. Следует утвердиться на позициях полигенизма асимметрии. Придавая основное значение теории Бэра-Бабинэ для правосторонней асимметрии, мы привлекаем другие теории для случаев левосторонней асимметрии, а также правосторонней асимметрии малых рек. Возможно для обеих этих форм асимметрии и наложение факторов, то есть участие двух-трех процессов, при доминанте одного из них. Налагающиеся или «совмещенные» факторы могут действовать в том же направлении, как и доминирующие, но могут действовать и в противоположном направлении, ослабляя асимметрию.

3. Надо признать необоснованной недооценку инсоляционной теории. Множество случаев асимметрии малых рек с южной и западной экспозицией крутых склонов утверждают значение этой теории, если эти случаи не будут расшифрованы иначе (а это сомнительно). Этот тип (денудационный) охватывает обширные пространства. В Татарии он образовал поч-

ти 88 процентов всех асимметричных участков всех долин. На правобережную асимметрию Волги, Камы и Вятки приходится только 9 процентов. На другие типы асимметрии — меньше 3 процентов. Может быть к действию закона Бэра-Бабинэ мы должны отнести и правостороннюю асимметрию долин Свияги, Шешмы и Зая? И в таком случае общий процент асимметрии этого типа будет 18,4, а процент асимметрии инсоляционной, снизившись, останется все же очень высоким, именно — 78,0. Но нельзя забывать, что сообразно с массой воды этих рек и с румбической направленностью крутых склонов здесь больше оснований принимать действие инсоляционной теории, с частичным и прямым наложением (для Свияги) теории А. А. Борзова.

4. Из приведенных на странице 125 соотношений мы видим: действие инсоляционной теории охватывает в 9 раз (а во втором допущении — в 5 раз) больше асимметричных долин (по километражу). Это настолько поразительное соотношение, что старые, господствующие до сих пор представления о решительном преобладании закона Бэра-Бабинэ, должны быть пересмотрены. Эти представления не были основаны ни на каком реальном изучении километража всех долин, а скорее всего на визуальном представлечии о числе крупных долин, охваченных правосторонней асимметрией. С. С. Вознесенский пишет, что 90 процентов долин — с правыми крутыми берегами. Эта цифра и относится только к числу долин, а не к сумме километража, да и то только к крупным долинам. Если же взять все реки, то получим другие цифры. В Татарии в одном Восточном Закамье 270 линий асимметричных долин, из них целая треть — левосторонняя асимметрия. Если же взять километраж долин по всей Татарии, то общая длина асимметричных частей долин составила 27 процентов всей длины долин. Из этого числа на правостороннюю асимметрию приходится до 20,4 процента, а на левостороннюю — 6,6 процента. Следовательно, левосторонняя асимметрия составляет почти четверть всей длины асимметрии, т. е. почти треть по сравнению с правобережной асимметрией.

Мы уже писали раньше, что очень многие случаи правосторонней асимметрии не могут быть объяснены теорией Бэра—Бабинэ, так как водная масса рек этих долин совершенно ничтожна. Если же учесть только Волгу, Каму и Вятку, то длина правосторонней асимметрии в этих долинах составит только 2,4 процента длины всех долин Татарии; даже прибавивши Свиягу, Шешму и Зай, получим всего 5 процентов. Поэтому такими странными кажутся приводимые в печати цифры о 80 — 90 процентах правосторонней асимметрии.

Эти цифры сами по себе верны, но они относятся или к числу только крупных долин, охваченных такой асим-

метрией, или дают процент асимметрии этого типа по длине некоторых крупных рек, иногда и средних. Сплошное изучение асимметрии даст другие соотношения.

5. Время, как фактор развития асимметрии, несомненно проявляется. В пермских территориях Татарии развитие асимметрии (по длине) в 4½ раза большее, чем в четвертичных территориях (в расчете на единицу площади).

6. Несомненно влияние глубины местных базисов эрозии. Все основные части Татарии по развитию асимметрии (и по длине и по превышению крутых склонов) располагаются в ряд, строго соответствующий величине абсолютной (средней) высоты территории и глубине местных базисов эрозии (то есть развитию относительных высот). Самая низкая часть Татарии (Предкамье восточное) имеет асимметрию в 5 раз менее развитую (по длине), чем самая высокая часть (Восточное Закамье); это в расчете на единицу площади.

## 4. Генетическая классификация асимметрии долин

9. Необходимо создать представление о генетических типах асимметрии, дать опыт геоморфологической классификации асимметрии.

В небольшой книге «Рельеф Татарии» (стр. 64—66) мною дан опыт сжатого изложения генетической классификации асимметрии. Сделаем теперь это в расширенном виде.

В основу классификации асимметрии нельзя прямо положить существующие в науке причины образования асимметрии. Эти причины — факторы различных категорий. Их надо перевести на язык геоморфологических процессов и по ним уже расположить нашу классификацию, генетическую в геоморфологическом смысле.

Выставляя необходимость составления классификации, мы становимся на почву полигенизма асимметрии рельефа. Названия и сущность процессов некоторых предлагаемых типов асимметрии вполне совпадают с названием и происхождением некоторых типов долин. Это и понятно. Те же процессы, которые образуют долину, могут образовать и асимметрию долины при неравномерном проявлении их на том или другом склоне.

Эрозионно-тектонический тип асимметрии долин. Примеры первого типа — Нижняя Волга (также участки Днепра, Дона и др.). В Татарии — долина Волги между Западным Закамьем и Предволжьем (ниже устья Камы).

Форма. Правый коренной склон на громадных расстояниях (для Волги — в сотни и тысячи километров) крутой и высокий (с небольшими исключениями). Низкие участки созданы вторичными процессами. Русло Волги большей частью тесно прижато к этому склону. В некоторых участках русло

отклоняется влево и проходит по протокам поймы. Но и в этих случаях у правого горного склона долины остается солидная воложка, которая весной представляет судоходное русло.

Левый коренной склон лежит от русла Волги за десятки километров (иногда за 60—70 и более), за широкой полосой террас. Этот коренной склон более низкий и плоский, чем правый.

Древние погребенные тальвеги (определенные бурением) лежат левее современного иногда на десятки километров (до 60 *км* на параллели г. Тетюши, до 80—100 *км* в Ульяновском Заволжье).

Процессы, образующие асимметрию. Два основных: тектоническое опускание и эрозия, направленная вправо (на основе закона Бэра—Бабинэ).

В тектоническом отношении левобережье представляет полосу большого опускания. В Жигулевском участке амплитуда опускания доходит до 600—700 *м*. В пределах Татарии амплитуда (в сравнении с Восточным Закамьем) имеет более 400 *м*. Эти крупные опускания были основными. Они создали обширные пониженные полосы, в которых и развились крупнейшие асимметричные долины.

Кроме тектонических движений, в создании асимметрии этого типа большое значение имеет и эрозионно-аккумулятивная работа водного потока. Значение эрозии состоит в том, что русло Волги подмывает правый склон, поддерживает и усиливает асимметрию; значение аккумуляции в том, что она создала ряд террас в левобережье. Эти террасы — все более высокие по мере удаления от реки; этим они усиливают асимметрию. В эксцентричном расположении русла и террас по поперечнику долины, как и в самом процессе отступания реки вправо, проявляется закон Бэра—Бабинэ. Эта же эксцентричность объясняет и тот факт, что оси тектонического прогиба и орографическая ось современной долины не совпадают. Волго-Кама отступила к западу уже на 80—90 и 100 *км*. Такой тип асимметрии создает наиболее крупные количественные различия и в вертикальном и горизонтальном отношениях.

Наличие левобережных террас не является определяющим. Они усиливают асимметричность. Но и без террас правый коренной склон был бы круче и выше левого. Денудация при отсутствии подмыва рекой делает левый склон пологим.

Эрозионно-аккумулятивный тип асимметрии долин. Пример. Волга выше Казани, от западных границ Татарии до Казани.

Форма. Левый коренной берег немного уступает правому в высоте. Ширина долины значительно меньше, чем в первом типе (14—16 *км*). В левобережье развит комплекс аккумулятивных террас (ширина 10—12 *км*, не считая поймы).

Процессы. а) Эрозия реки на основе закона Бэра—Бабинэ — с подмывом правого берега и перемещением реки в

эту сторону. б) Левобережная аккумуляция и образование террас.

Русло Волги, прижимаясь к правому коренному берегу, создает его подмыв и крутизну. В левобережье создалось* эксцентричное расположение террас — от более древней и высокой близ левого пермского склона, до самой молодой и низкой у русла Волги. В левобережье различие высоты верхней террасы и пермского плато всего 40—60 метров. Различие высот в правобережье доходит до 115 *м* у с. В. Услон и до 140 *м* западнее.

Тектонические процессы в создании этого типа не участвуют, так как долина проложена поперек структур Вятского вала. Поэтому и левый коренной склон почти одной высоты с правым. Оба склона находятся на сравнительно небольшом расстоянии: 14—15 *км*.

Основная причина создания асимметрии — эрозионная и аккумуляционная работа реки на основе закона Бэра. Поэтому правый коренной склон более крутой, чем левый, поэтому и тальвег долины сдвигается вправо, оставляя в левобережье одну за другой четвертичные террасы.

Аккумуляция террас является основной причиной асимметрии. Если бы в левобережье не было террас, долину мы не смогли бы назвать асимметричной. Мало того, в профиле Казани, в древнем рельефе в левобережье доплиоценовые днища потоков обнаружены даже на более низком уровне (до—25 и даже до—50 *м*. а. в.), чем в правобережье. Если бы мы сняли весь четвертичный террасовый покров, то обнаружили бы некоторую асимметричность, но противоположную современной. Уклон древнего днища идет от право- к левобережью. Левый же коренной склон достаточно крутой (действие климатических факторов).

Из этого мы видим, что мощный покров нижне- и среднечетвертичных террас перекрыл в левобережье большую глубокую древнюю долину размыва, уменьшил на 100 *м* относительную высоту левого коренного склона и создал асимметричность современного порядка.

Следовательно, основной причиной асимметрии этого типа является правосторонняя эрозия и левосторонняя аккумуляция террасовых толщ.

Кроме действия закона Бэра — Бабинэ, для образования асимметрии этого типа (в данном участке) можно привлечь отклонение реки при перекосе поднимающейся территории. Этот новый фактор, объясняющий создание асимметрии предложил в 1950 году Е. В. Качугин: крутым становится склон долины, примыкающий к менее поднимающейся части (23).

Для Волги от Казани до Жигулей Е. Г. Качугин считает, что восточный склон поднимается быстрее. Он примыкает к

---

* Как и в первом типе.

Бугульминско-Белебеевской растущей возвышенности. Но в этом вопросе не хватает еще документации. Ведь и Приволжская возвышенность тоже растущая. Надо еще доказать, что она растет медленнее. И, кроме того, здесь действие перекоса совпадает с действием силы Кориолиса. Поэтому, учитывая возможность перекоса, мы все же определим первый тип асимметрии иначе. Более применимо мнение Качугина для участка второго типа (к западу от Казани). Но перекос здесь также действует в том же направлении, что и действие закона Бэра. Оба фактора накладываются.

Соберем факты в пользу этого. Данный участок Волги идет поперек простирания Вятско-Улеминского вала, соответствуя его ширине. Полоса этого вала, по данным Мирчинка и Николаева, составляет территорию, имеющую тенденцию к поднятию. Но это поднятие не одинаковое — на севере большее, к югу значительно уменьшается. Создается перекос территории и подмыв правого склона долины Волги, обращенного в сторону пониженной части. По структурной карте Татарии кровля нижнеказанского подъяруса в 60 *км* к северу от Волги достигает отметок 160 *м*, а в правобережье (в Верхне-Услонской структуре) она всего 50 *м*. На 1 *км* падение составляет 1,5 *м*. Это падение продолжается и дальше, к югу.

Денудационный тип асимметрии долин. 12. Пример. Большая часть асимметричных долин средних и малых рек Татарии.

Форма. Крутые склоны долин: северный, северо-восточный, восточный (экспозиции: южная, юго-западная и западная). Тальвег почти всегда у крутого склона. Величина рек очень мала сравнительно с величиной долин. Плоская сторона долинного вреза развита в поперечном профиле иногда на много километров (у средних рек) и представляет большею частью пониженную денудацией полосу коренного плато. Следовательно, плоская часть асимметричной долины сливается с низкой частью асимметричного междуречья. В такой долине врез долины самой реки является узким и неглубоким. На профилях (№ 26) мы видим ряд примеров долин этого типа для рек разных порядков.

Величина асимметрии. Асимметрия этого типа наиболее распространена и может охватывать долины притоков всех категорий. По величине эти долины значительно меньше крупных долин первых двух типов асимметрии. Однако представляют очень значительные врезы в сравнении с величиной самих рек. Детальнее об этом — дальше.

Процессы. Асимметрия этого типа создается неравномерным проявлением процессов денудации (включая и эрозию) на той и другой стороне долин. Выветривание, смыв и аккумуляция, различно выраженные, и создают асимметрию склонов.

Это неравномерное проявление денудации создается факторами различного порядка, уже предложенными в различных гипотезах. Первая гипотеза—метеорологическая или климатическая. Ее можно назвать инсоляционной, так как положение крутых склонов к румбам ( к солнцу) вполне определенное, о чем уже сказано. Эта гипотеза оформлена А. Д. Архангельским и Н. А. Димо; впервые об этом сказал В. В. Докучаев.

Крутизна склонов западной экспозиции как будто противоречит этой гипотезе. Но дело в том, что термический суточный максимум приходится на вторую половину дня, когда солнце подходит уже к западному румбу. Следовательно, склоны западной экспозиции по условиям прогревания приближаются к склонам южной экспозиции.

Большая инсоляция указанных склонов вызывает большое выветривание, размельчение горных пород.

Климатическое действие ветра разнообразно. Несомненна у нас роль зимних ветров. В Татарии они преобладают с южных румбов. Поэтому накопление снега происходит на склонах северной экспозиции и соседних. Так создается асимметрия снегового покрова. Об этом в условиях Татарии убедительно писал А. В. Ступишин (47).

Но дело не в одной асимметрии аккумуляции снега. К этому присоединяется, так сказать, асимметрия таяния снега. Склоны северной экспозиции более затененные, менее инсолируемые, таяние снегов на них более медленное; тем более медленно тают большие накопления снега. Это создает весной большое и длительное увлажнение таких склонов и содействует аккумуляции частиц у подошвы. Это — условие для постепенной денивеляции склона.

На противоположных склонах (южной и западной экспозиции) быстрое таяние снегов создает энергичный снос и удаление продуктов выветривания. Эрозия прилегающей реки участвует в удалении продуктов и углублении долины. После создания крутых склонов ту же работу смыва выполняют также дождевые потоки, более быстрые, чем на пологих склонах.

Значение дождливых западных ветров выдвигается западноевропейскими авторами. Если для создания крутого склона необходим энергичный смыв, уносящий продукты далеко за пределы подошвы склона, то обильные дожди наветренного склона выполнят эту роль так же хорошо, как и потоки талых вод при быстром таянии снегов на склонах южной экспозиции.

Пологие склоны образуются на противоположных экспозициях, где талые воды образуются медленно, в малых количествах, материал смыва продвигается медленно, аккумулируясь в нижних частях склона, так как таяние происходит медленно. Дождевые воды на этих склонах выпадают также в значительно меньших количествах. Эти склоны лежат не

навстречу, а обратно по отношению к направлению несущего дождь ветра.

Следует также привлечь теорию А. А. Борзова (роль наклона топографической поверхности и неравномерного развития от этих притоков основной реки). Без сомнения, длинные притоки, текущие с одной стороны, отклоняют односторонне магистральную реку, которая и подмывает другой склон; общая эрозия притоков на длинном склоне и общая денудация междуречий притоков снижает эту сторону и создает низкую часть междуречья.

Надо выявлять возможность приложения этой теории как самостоятельно действующей, так и в комбинации к другим агентам. Последний случай вполне возможен в приложении к Свияге. Но встречается много случаев, когда асимметрия совсем не зависит от развития речных систем.

На картосхеме (№ 26-6 и 7) приводим два показательных случая по территории Бугульминского плато, по долинам Б. Зая и Шешмы. В обоих случаях в левобережьях этих рек мы находим плоские части долин и пологие склоны междуречий, хотя притоки основных рек здесь развиты очень мало (и по густоте сети, и по длине, и по водности); это всего только ручьи.

В правобережьях этих рек мы видим интенсивно развитые высокие, крутые склоны асимметрии, хотя притоков здесь много, они длинные и достаточно водоносные, особенно у Шешмы. Мало того, даже в системах правых притоков Шешмы (рек Кувака и Лесной Шешмы), несмотря на малую величину этих систем, повторяются все эти закономерности. Здесь процесс климатического (инсоляционного) типа асимметрии (основное название его — денудационный тип) преобладает над действием распределения притоков (по А. А. Борзову).

В некоторых случаях два главных фактора могут действовать в одну сторону, усиливая выраженность асимметрии. В других случаях, когда экспозиция крутых склонов не соответствует инсоляционному процессу, мы должны допустить действие только наклона поверхности (если нет вмешательства других типов асимметрии).

Территориально денудационный тип асимметрии чрезвычайно распространен. Он встречается в долинах не только малых рек, но даже в долинах ручьев и «сухих» рек и в оврагах, где потоки организуются лишь весной и во время редких ливней. Это еще раз указывает на малое значение эрозии самого потока для создания асимметрии этого типа.

Особенно поражает большая величина долинного вреза многих малых рек Бугульминского плато. Расширение этих долин в некоторых случаях (особенно для притоков Ика), возможно, происходило при действии абразии Акчагыльского бассейна.

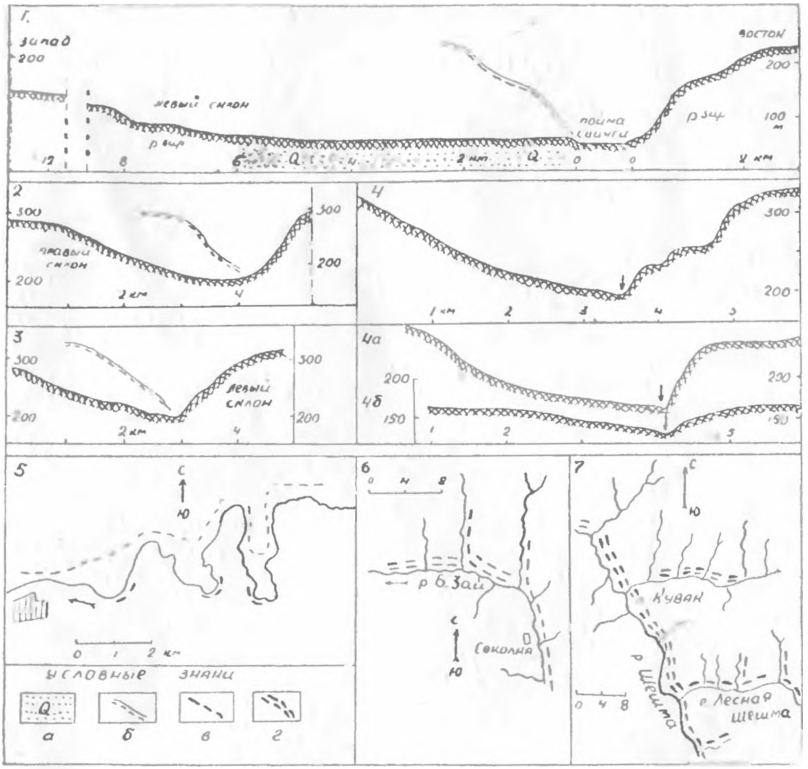



Рис. 26. Асимметричные долины

1. Ас. долина 1-го порядка (р. Свияга). 2. Ас. долина 2-го порядка (р. Зай-Каратай). 3. Ас. долина 3-го порядка (р. Сулы, притока Дымки). 4. Развитие асимметрии по длине долины (р. Бавлинки).

Первый профиль (4)—долина в среднем течении (выше с. Бавлы). Второй (4а)—ниже по долине. Третий (4б)—близ устья долины.

5. Асимметрия инсоляционного и инерционного типов по среднему течению р. Казанки. 6. и 7. Примеры независимости асимметрии от различного развития сети притоков.

В понятие денудационной асимметричной долины вложено сложное содержание. Собственно эрозионная долина, созданная самой основной рекой, занимает очень небольшую часть широкого и глубокого вреза всей долины. Вся долина сформирована комплексом денудационных процессов, в том числе и эрозией притоков.

В долинах первых двух типов весь профиль их (и на большую глубину) занят аккумулятивными толщами. В денудационных долинах большая часть периметра профиля расположена в коренных толщах. При прямом сочетании долины с

междуречьем долина незаметно переходит в низкую часть междуречья, что хорошо видно в профилях по Свияге и другим.

Но иногда междуречье отделено от плоской части долины более крутым склоном, уступом. В этих случаях можно ясно определить границу долины. Это мы видим на втором профиле по долине Бавлинки (№ 26).

Для долин средних и малых рек Татарии несомненно главное значение климатического процесса. Для некоторых из средних рек к нему присоединяется и действие вращения Земли (в слабых размерах), а иногда и действие наклона поверхности (по А. А. Борзову). Последнее возможно для Свияги и Ика. К. И. Геренчук высказывает возражения против инсоляционной теории. На странице 160 он пишет, что в Нижнем Заволжье «меридиональные долины и балки в подавляющем большинстве случаев отличаются правосторонней асимметрией, хотя по инсоляционной теории они должны бы обладать симметричными склонами».

В этом сказывается именно недостаточная изученность асимметрии, количественная и теоретическая. Ведь меридиональные долины по инсоляционной теории вовсе не должны быть симметричными, они должны иметь крутые склоны западной экспозиции. Выше мы сделали опыт: привести теоретические соображения в этом отношении. А весь материал нашего изучения показывает, как широко развита асимметрия этих склонов. Так неужели мы можем считать за причину закон Бэра, когда эти балки и долины или совсем сухие или с ничтожным водотоком?

Инерционный тип асимметрии. 13. Можно предложить также четвертый тип асимметрии. Он может быть назван инерционным или русловым. Эта асимметрия возникает в русле потока с развитыми извилинами, меандрами вследствие инерционного принципа — сохранения потоком направления движения.

В вогнутых берегах образуется известный всем крутой берег — обрыв-яр за счет эрозии напирающих масс воды, на выпуклых берегах аккумулятивным путем — песчаный, низкий и плоский берег — пляж.

В больших долинах эта асимметрия есть только асимметрия склонов самого русла, а не склонов долины. Асимметрия русла не влияет на асимметрию долины, которая организуется по другому типу. Но в малых реках эродирующее действие меандр может захватывать и коренные склоны и преобразовывать их по данному типу. Если этот подмыв действует на склоны южной и западной экспозиции, то он суммируется с климатическими воздействиями (денудационный тип асимметрии), а разделить их нельзя. Но иногда такой подмыв создает крутой склон восточной или даже северной экспозиций. В качестве примера указываем участки по р. Актай и по

р. Лесной Шешме. В них мы видим выступы плато, оформленные с запада и юга крутыми склонами асимметрии денудационного типа. С третьей стороны (с востока) эти гряды также имеют крутые склоны, оформленные подмывом близко проходящих (или проходивших) меандр этих рек. Действие меандр встречаем на рр. Бугульминке, Шешме.

В больших меандрах р. Казанки можно видеть крутые склоны прямо северной экспозиции (№ 26--5). Но большею частью асимметрия этого типа проявляется не в склонах долины, а только в склонах русла рек. Она может быть «вложенной, в долинах разной формы и генезиса, и в том числе и в симметричных. Хорошо можно проследить этот «инерционный» тип асимметрии в руслах вторичных оврагов, в балках высоких террас. Об этом говорилось в предыдущей главе. Рыхлость террасовых отложений содействует быстрому оформлению асимметрии этого типа несмотря на отсутствие постоянного водотока.

Очень хорошие примеры инерционного типа асимметрии мы находим в многочисленных крутых меандрах низовьев р. Казанки ниже д. Щербаковки. Здесь прекрасно выражена противоположность низкого плоского берега (пляжа) и высокого крутого яра с целым комплексом денудационных форм (обвалы, оползни, осыпи, оплывины, рытвины, столбы и задернованные участки слабого подмыва). Эти яры тянутся огромными лугами, иногда почти на километр. Особенно хорошо они выражены там, где меандры в своем росте уничтожили уже пойму и подрезывают территорию первой надпойменной террасы (у д. Дербышки).

На общее значение меандрирования рек для создания крутых и пологих склонов автор указал еще в 1939 году (44, т. II, стр. 123). В той же работе (стр. 140) автор отметил, что меандрирование имеет влияние на процессы образования и эволюции оврагов путем понижения и повышения местных базисов эрозии. В 1951 году Г. В. Занин дал интересное исследование этого процесса для правобережья Дона (16).

Литология и асимметрия 14. Наконец возможно установить тип асимметрии, вызванный литологическим фактором, различным отношением к денудации устойчивых пород и рыхлых пород. Это особый тип; он не имеет строгой направленности как денудационный (экспозиционный) тип, а зависит от геологического сложения территории.

В очень рыхлых толщах процесс денудации создает асимметричные формы значительно скорее, чем в устойчивых толщах. Мы видим, что молодые равнины и низкие древние равнины по развитию асимметрии отличаются не так уже сильно, хотя по возрасту рельефа различия огромные. Молодые равнины, сложенные четвертичными рыхлыми образованиями, дали известное развитие асимметрии за такой срок, за ка-

кой территории, сложенные прочными породами, не могли бы образовать асимметрию.

Мы знаем долины, которые пролегают по стыку пермских и четвертичных образований. В таких долинах склон, сложенный четвертичными отложениями, должен принять отлогую конфигурацию, а склон из пермских пород должен остаться крутым.

## 5. Интенсивность и направленность асимметрии долин

Интенсивность асимметрии 15. Интенсивность асимметрии можно оценивать по четырем показателям: по сравнительному превышению крутого склона, по величине (ширине) плоского склона, по объему долин и по длине долин.

1. Превышение высоты в крутом склоне нарастает очень быстро и часто уже на второй градации расстояния (в 1 *км* от тальвега) достигает максимальной величины и больше уже не увеличивается. Дальше оба склона нарастают в высоте одинаково или даже рост прекращается. Иногда это максимальное превышение достигается только на третьей или четвертой градации (в 1,5 и в 2 *км* от тальвега). Даем примеры, в которых приводится превышение в метрах по трем и четырем градациям. Степной Зай — 40 — 80 — 170 *м*; 5 — 15—60—100 *м*; Б. Зай—60—100—130 *м*; Ютаза—60—90 — 110 — 150 *м*.

Превышение в общем интенсивно растет, но большая часть величины превышения падает преимущественно на первые две градации. Но есть примеры, когда на первых градациях рост превышения меньше, чем на следующих. Степной Зай у с. Ст. Письмянки дает превышение на четырех градациях — 15 — 40 — 70 — 105 *м*; Ютаза — 20 — 60 — 80 — 110 *м*. Еще показательнее примеры по р. Лесной Зай — 0 — 20 — 100 *м*; 0 — 0 — 60 — 110. Здесь вначале склон такой же плоский, как и на пологой стороне долины. И лишь на третьей и четвёртой градации склон круто и резко вздымается.

Встречаются и очень крутые части склонов, показанные на карте знаками обрывов. Такой обрыв на р. Уратьминке дает прибавление высоты в 85 *м* на 200 *м* горизонтального заложения ската. По Ст. Заю встречен обрыв в 120 *м* на 280 *м* заложения, по Свияге, у д. Волковой, — 120 *м* на 250 *м* заложения.

Второй показатель асимметрии характеризует развитие низкого, пологого склона долины. Это — «расстояние уравнивания» и коэффициент асимметрии.

Наибольшее расстояние уравнивания имеют долины крупных рек, первых двух типов асимметрии. В них, собственно говоря, выравнивание высот вообще не достигается. Конкретные цифры можно получить только при сравнении не с самы-

ми высокими точками правобережья, а с точками около 180 *м* высоты. В таком случае расстояние уравнивания для второго типа асимметрии будет более 20 *км*, а для первого — 100 и более *км*.

В долинах денудационного типа асимметрии величина удаления выравнивания зависит от величины рек. В средних реках (притоки первого порядка) оно доходит до 10 — 15 и более километров (коэффициент выравнивания от $^1/_3$ до $^1/_{10}$ и $^1/_{15}$). В малых реках (притоки второго порядка) все же расстояние выравнивания достигает 3 — 5 *км*; коэффициент — от $^1/_2$ до $^1/_6$.

Даем определения расстояния от тальвега некоторых горизонталей обоих склонов асимметричных долин. Пункты в таблице расположены по порядку, начиная с вышележащих в каждой долине.

Таблица 20

| Пункты | Горизонтали | Расстояние от тальвега | | Коэффициенты выравнивания |
|---|---|---|---|---|
| | | в левобережье | в правобережье | |
| р. Зай, г. Альметьевск | 280 | 10 *км* | 1,2 *км* | 1 : 8 |
| р. Зай, с. Акташ | 200 | 7 | 2,4 | 1 : 3 |
| Калейкино | 200 | 4,5 | 1,5 | 1 : 3 |
| Карпово | 200 | 3,6 | 1,2 | 1 : 3 |
| — Кр. Кадка | 180 | 10,5 | 1,2 | 1 : 9 |
| р. Шешма, Шешм. креп. | 200 | 3,6 | 0,9 | 1 : 4 |
| — Ивановка | 180 | 15 | 0,9 | 1 : 17 |
| — Ленино | 180 | 17,5 | 1,2 | 1 : 15 |
| р. Бугульминка | 320 | 3,5 | 2 | 1 : 2 |
| р. Зай-Каратай | 310 | 2,5 | 0,5 | 1 : 5 |
| Тоже | 290 | 5 | 0,75 | 1 : 7 |

Для Свияги на параллели с. Теньки (лежащего на Волге) даем очень характерные цифры. В правобережье горизонталь в 220 *м* лежит от тальвега на 2,5 *км*; в левобережье горизонталь в 125 *м* лежит от тальвега на 13 *км*.

Для Ика даем интересные данные, связанные с характером долины (см. профили № 3*). Первые три профиля через долину Ика (I, II, III) лежат в области прорыва через Туймазинскую структуру. Долина Ика здесь сравнительно узкая. Последний профиль дает долину у Тумутука, ниже этой структуры; долина здесь вдвое более широкая, плоская.

16. Объем асимметричных долин значительно больше объема симметричных долин той же глубины (проф. 26). На профилях для наглядности даны добавочные линии профилей при условии симметричности. Асимметрия придает долинам большой объем, даже долинам 2-го и 3-го порядков. Сделаем подсчет. Для сокращения мы даем собственно не объем долинных врезов на всем протяжении долины или на части до-

* Стр. 19.

Таблица 21

| Пункты по Ику | Горизонтали | Расстояние от тальвега: левый склон | Расстояние от тальвега: правый склон | Коэффициенты асимметрии |
|---|---|---|---|---|
| Проф. I—выше с. Бавлы | 250 | 4 *км* | 1,2 *км* | 1 : 3 |
| „ II—у с. Бавлы | 300 | 9 | 1,5 | 1 : 6 |
| „ III—ниже с. Бавлы | 300 | 8 | 2 | 1 : 4 |
| „ IV—у с. Тумутук | 220 | 18 | 2 | 1 : 9 |

лины, а только площадь поперечного профиля долины. Это и характеризует размер долинных врезов. Чем сложнее и больше долина, тем более обобщенный приходится давать подсчет.

Таблица 22

| Долина и пункт | Категория долин | Верхняя изогипса профиля | Площадь профиля в кв. *м* |
|---|---|---|---|
| р. Сула, приток Дымки . . . | III | 280 *м* | 265000 |
| р. Зай-Каратай, приток р. Ст. Зай . . . . . | II | 300 | 320000 |
| р. Бавлинка, у с. Бавлы . . . | II | 300 | 335000 |
| р. Ик, против устья Бавлинки | I | 300 | 635000 |
| р. Волга у Казани | основн. | 150 | 1200000[1] |
| р. Волга у Тетюш | „ | 150 до | 5000000 |

Итак, долины рек II и даже III категории имеют сечение профиля (и объем) всего в 4—5 раз меньшее, чем Волги у Казани (а Ик только в 2 раза). Между тем водоносность этих рек в 1000—2000 раз меньшая (Ик — крупнее остальных).

Направленность асимметрии 17. Асимметричные долины имеют определенную направленность экспозиции крутых склонов. Эта направленность специфическая, принципиально различная для разных типов асимметрии. В асимметрии денудационного типа основное значение имеет расположение крутых склонов по румбам горизонта. Эту направленность можно назвать астрономической или румбической.

В эрозионно-аккумулятивном и эрозионно-тектоническом типах основное значение имеет сила вращения Земли. Крутыми склонами являются правые склоны долин. Такую направленность можно назвать геоморфологической.

В четвертом, инерционном, типе асимметрии имеет значение направление потока по отношению к изгибам берега. Оба берега русла могут быть то крутыми, то пологими. Асиммет-

[1] Кроме того 700000 *м*³ ниже современной поверхности, до днища доакчагыльской долины.

рия может проявляться на небольших участках берега и часто меняться в положении. В ней нет направленности ни к румбам, ни к направлению движения реки, а только к направлению берегов относительно течения. Основное значение имеет сохранение инерции движущейся массы потока. Эту направленность можно было бы назвать инерционной. Крутые и пологие участки разбросаны вдоль русла в беспорядке (если не считать приуроченности к меандрам). Кроме того, эта асимметрия не стойкая. При изменении расположения меандр она скоро исчезает или заменяется противоположной.

В заключение рассмотрим вопрос об устойчивости асимметрии. На странице 157 своей книги К. И. Геренчук (11/2) определяет устойчивость асимметрии по тому, что на больших пространствах выдерживается левосторонний или правосторонний тип асимметрии. Но эта устойчивость только гидрографического значения, так как определяется течением рек. По этому представлению очень развитая асимметрия Восточного Закамья в Татарии относится к неустойчивому типу. Здесь на близких расстояниях можно встретить и право- и левосторонний тип.

Но надо вводить геоморфологические понятия устойчивости. Надо считать устойчивым типом тот, где существует асимметрия одного генетического типа. По этому представлению в Восточном Закамье устойчивый тип, так как вся эта асимметрия относится к инсоляционному генетическому типу или к денудационному типу классификации.

## 6. Асимметрия междуречий и речных бассейнов и связь с асимметрией долин

18. Интересно рассмотреть взаимоотношения асимметрии междуречий и бассейнов рек в связи с асимметрией долин.

Развитие асимметрии бассейнов рек определяем по форме контуров бассейна, по расстоянию наиболее удаленных от тальвега основной долины точек контура бассейна в право- и левобережной сторонах бассейна. Мы видим, что все или почти все бассейны асимметричны в той или другой степени. Особенно асимметричны бассейны Свияги, Ика, Меши, Казанки, отчасти Зая, Шешмы. В них широкая часть бассейна превышает узкую в 2-3 и более раза. Особенно заметно это на бассейне Свияги. Наибольшее удаление водораздела в левобережье — до 100 *км*. В правой части бассейна оно всего 15 — 25 *км*. Но в отношении гидрографической ориентировки развитие бассейнов не одинаковое. У Свияги и Ика (отчасти у Шешмы) широкой является левая часть бассейна. У Казанки, Меши и Зая широкая правая часть бассейна.

В непосредственной связи с развитием бассейнов стоит и

асимметрия междуречий. На стороне широкой части бассейнов водораздельная линия (полоса) отодвинута далеко. Она лежит в междуречье асимметрично, ближе к линии следующей долины. Следовательно, междуречье является асимметричным и по усредненным склонам: широкая сторона бассейна совпадает с пологим (и длинным) склоном междуречья; узкая сторона бассейна совпадает с крутым (и коротким) склоном междуречья.

Основные продольные полосы асимметричных междуречий развиты также асимметрично. Больше половины (и до двух третей) междуречья по ширине занимает одна боковая полоса. Вторая боковая полоса очень узкая. Ясно, что центральная полоса плато лежит эксцентрично.

Образование асимметрии междуречий по принципу отступания крутого склона 19. По гипотезе Борзова и закону Бэра образование асимметрии междуречий происходит вследствие отступания крутого склона, хотя причины и направление отступания по Борзову и Бэру различны. Наличие наклона первичной поверхности само по себе уже создает асимметрию междуречий, которая затем усиливается процессами, раскрытыми теорией А. А. Борзова.

Отступающий крутой склон срезает, уничтожает шаг за шагом одну сторону междуречья, делая ее все более короткой (а следовательно, и более крутой). По другую сторону русла этой реки долина расширяется, тальвег все дальше отходит от водораздела, междуречье понижается. Длинный пологий склон междуречья переходит непосредственно в плоский склон асимметричной долины, иногда с небольшим переломом профиля. Такое сочетание асимметрии междуречья с асимметрией долины надо назвать нормальным или прямым, а междуречья — простыми. Пример — Свияга, Ик и другие (3, № 26).

Заслуживает внимания терминология В. П. Философова (56-2). «Полной асимметрией называется одновременное наличие асимметрии долин, междуречий и речных систем. При неполной асимметрии имеет место только асимметрия долины или асимметрия междуречья. Полная асимметрия подразделяется автором на согласованную и несогласованную асимметрию. Совпадение асимметрии долины с асимметрией междуречья и речной системы представляет согласованную, а несовпадение — несогласованную асимметрию».

В прямых сочетаниях расстояние уравнивания высот очень большое. В низовьях Свияги горизонталь в 200 *м* проходит на 3 — 5 *км* от тальвега в правобережье и в 35 *км* в левобережье (коэффициент асимметрии от $^1/_7$ до $^1/_{12}$). В примере Свияги мы привели возможность воздействия на образование асимметрии наклона топографической поверхности (кроме климати-

ческих воздействий). Действительно, в Свиягу впадает слева 13 притоков, из них 8 длинных; справа — всего 5, из них только два более заметных.

Поперечные профили через междуречья прямого соотношения дают кривую, близкую к профилю куэстовых гряд.

Вышеприведенное объяснение происхождения асимметричных междуречий прямого соотношения все же не исчерпывает всех фактов. Оно применимо только к широким междуречьям рек магистральных и первого порядка.

Стационарное образование асимметричных междуречий. 20. При образовании асимметричных междуречий по принципам Бэра и Борэова мы имеем силы, которые действуют горизонтально каждая в своем одном направлении. Крутой склон асимметричной долины постепенно отодвигается, и в этом процессе одно междуречье уменьшается, срезывается, другое нарастает.

При образовании асимметричных долин денудационного типа таких явлений нет, особенно для малых рек (второго и третьего порядка). Предыдущие объяснения для этих междуречий не применимы прежде всего потому, что в их долинах иногда крутые склоны левые, а не правые (как требуется по теории Бэра), затем потому, что мощность речек (не говоря уже о притоках) ничтожна, а притоков часто нет.

Наконец, для образования асимметрии междуречий по принципу отступания крутых склонов просто нет места. Такие междуречья часто очень узкие; в левобережье р. Дымки в Бугульминском плато ширина их всего 6 — 8 *км* (см. картосхему № 27). Таких условий совершенно недостаточно, чтобы образовались интенсивно изрезанные асимметричные междуречья (с превышениями крутых склонов до 100 *м*) как при действии отступания склона, срезания и нарастания междуречий. На Волге мы имеем отступание древнего тальвега вправо на много десятков километров (ниже устья Камы). Там этот принцип применить вполне уместно.

В геоморфологических ландшафтах описываемых плато на этом расстоянии уместилось бы более 10 асимметричных комплексов. Конечно, они не могли развиваться тем же путем, как крупнейшие комплексы.

В такого рода условиях слабое отступание крутых склонов также происходит, конечно, по существу, но не по причине напора реки, а вследствие общего смыва склона. Такие междуречья образуются стационарным порядком на одной и той же исходной поверхности. Поэтому они и размещаются так тесно, узкими полосами.

Денудационные долины своей асимметрией уже дают начало асимметрии междуречья. Кроме того, постепенно понижаются и дальние части междуречья (в сторону пологого

склона), вовлекаясь в процесс денудации того же типа. Так создается асимметрия междуречий.

В упомянутой картосхеме (№ 27) дан хорошо выраженный подобный участок по левобережью р. Дымки в междуречьях третьего порядка. Хорошо выражены здесь шесть асимметричных междуречий (от р. Сулы до устья Дымки). На чертеже приведены два. Все шесть, идущие один за дру-

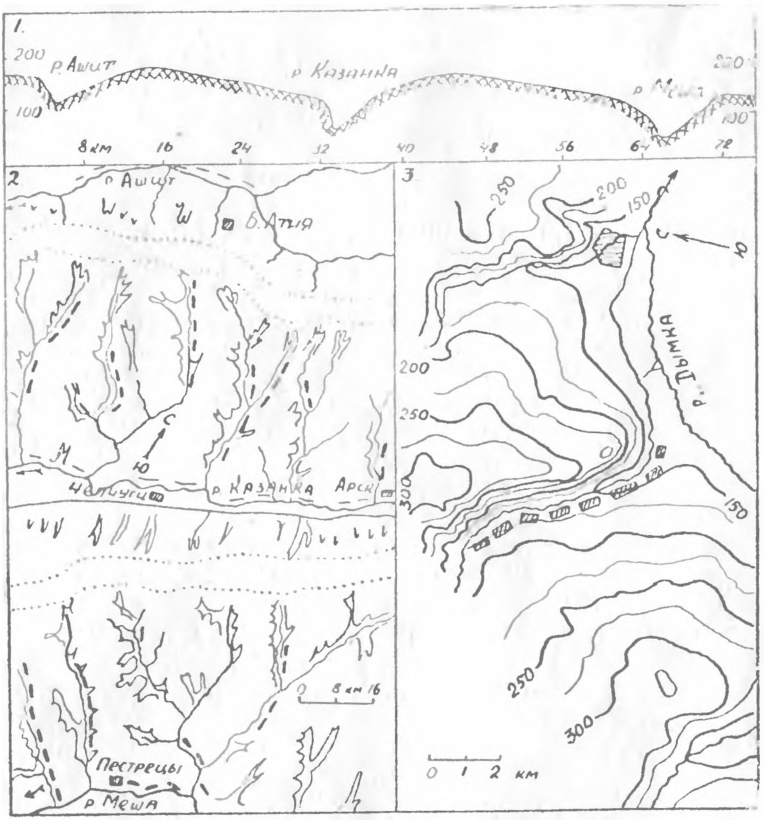



Рис. 27. Соотношения асимметрии долин и междуречий.

1. Профиль по линии с. Б. Атня -с. Чепчуги—Пестрецы (Междуречья Ашит—Казанка и Казанка—Мёша). Обратное соотношение—длинная, пологая боковая зона междуречий оканчивается крутым, высоким склоном долины; короткая более крутая боковая зона переходит (оканчивается) в низкий пологий склон долины.

2. Те же соотношения в этих междуречьях даны в форме картосхемы. Пунктирные линии выделяют центральные зоны междуречий. Короткие (и широкие штрихи указывают места высоких, крутых склонов асимметричных долин.

3. Междуречья 3-го порядка в Бугульминском плато. Прямое соотношение асимметрии долин и междуречий. Масштаб крупнее, чем в карто-схеме 2.

гим, дают очень оригинальный вид асимметричных наклонных ступеней разной высоты.

Итак, во всех этих случаях мы наблюдаем прямую зависимость образования асимметрии междуречий от образования асимметрии долин, с сохранением во всех случаях специфичности процесса.

В картосхеме № 26 приводим хорошие примеры прямого сочетания асимметрии междуречий и долин; линия профиля междуречий без всякого перелома переходит в плоскую часть долины. Это хорошо выражено в долине Свияги. Но иногда долина от междуречья отделяется заметным переломом профиля; пример уже был приведен для долины р. Бавлинки (проф. № 26-4а).

21. А. А. Вирский вывел закономерность, что водораздельные линии располагаются дальше от рек, сильнее углубивших свои долины, и ближе к рекам, слабее углубившим их (7). Такое же утверждение встречаем мы в работе Н. С. Бевза (5).

Думается, такие положения следует принимать очень осторожно. Какой механизм ведет к этому? Известно, что равнинные реки (одного порядка) обычно очень мало различаются по углублению своих долин (по абсолютной высоте днища). Как может такая небольшая разница проявляться в резкой асимметричности положения водораздельной линии?

Надо считать, что асимметрия положения водораздельных линий есть проявление асимметрии междуречий и зависит от соответствующих процессов, создающих асимметрию междуречий, а не от одного углубления долин.

В Татарии долина Волги значительно углубленнее долины Свияги, а между тем водораздельная линия близко притиснута к долине Волги. В древности было обратное положение, когда Праволга протекала на много восточнее. Отодвигание долины Праволги (или Пракамы) к западу в силу действия закона Бэра уничтожало правостороннюю часть бассейна Волги и водораздельная линия (даже при стабильном положении) становилась ближе к Волге, точнее, Волга подвигалась к ней.

Реки Казанка и Меша имеют почти одинаковое углубление долин, а водораздельные линии лежат резко асимметрично, по общей закономерности: они прижаты к долине более северной реки (№ 27). При этом на длинных склонах междуречий мы видим большое число притоков основных рек; на коротких склонах их очень мало. Во всем этом можно видеть действие общего наклона топографической поверхности и денудационной деятельности притоков (по А. А. Борзову).

Прямое и обратное сочетание асимметрии междуречий и асимметрии долин. 22. Мы разби-

рали вопросы прямого сочетания. Однако всего вышеизложенного оказывается недостаточно, чтобы охватить все вскрытые факты. Дело в том, что в некоторых бассейнах мы встречаем уже не прямое (нормальное), а обратное сочетание асимметрии долин и асимметрии междуречий. Это особенно ясно проявляется в бассейнах Ашита, Казанки и Меши (см. проф. № 27).

У этих рек левобережные части бассейна более узкие, чем правые (в 2, 3, 4 раза). Линии водоразделов проходят близко от плоской части долин. Следовательно, более высокий и крутой склон междуречья подходит к плоской части асимметричной долины. Крутой же склон этой долины вырезывается на длинном, пологом пониженном склоне междуречья. Пологий склон междуречья (в противоположность прямому сочетанию) заканчивается крутым, высоким обрывом в долину высотой от 20 до 40 *м*. Это — обратное сочетание.

Итак, обратное сочетание заключается в том, что плоская, низкая полоса асимметричной долины находится на стороне узкой части бассейна (и более крутого склона междуречья), а высокий крутой склон долины — на стороне широкой части бассейна (и более пологого склона междуречья), т. е. все как раз наоборот по сравнению с прямым сочетанием.

Такие междуречья уже не имеют хорошо выраженного характера асимметрии. И действительно: длинный, пологий склон междуречья не переходит малозаметно в плоскую часть долины, как при прямом сочетании, а заканчивается крутым склоном долины. Если же мы пойдем из долины в сторону этого крутого (правого) склона долины, то за ним скоро не найдем высших точек междуречья, а встретим очень длинные подъемы к удаленному водоразделу. (Картосхема и профиль № 27).

Сделаем попытку объяснить это обратное сочетание. В нём нет зависимости между асимметрией долин и междуречий. Остается допустить, что и та и другая относятся к разным генетическим типам.

Междуречья (с их асимметрией) построены по принципу наклона топографической поверхности — они вырезаны на общем склоне поверхности от Вятского вала на юго-восток к низовьям Камы. Поэтому в каждом междуречье широкая, пологая боковая зона расположена в стороне Камы. Более короткие склоны обращены на северо-запад. Асимметрия бассейнов и асимметрия междуречий совпадают и соответствуют теории А. А. Борзова.

Но сами долины построены по другому плану — у них правые склоны крутые. Возможно, в этом направлении работала сила Кориолиса (закон Бэра). Она оказала большое действие на долину, чем работа притоков по теории Борзова

(здесь были бы левые склоны крутые). Учитывая небольшую современную мощность рек, мы можем предположить, что асимметрия их долин закончилась в основном выработкой в эпохи, когда реки были значительно многоводнее современных. Впрочем, надо сказать, что расположение асимметричных участков Казанки и Меши во многих местах удовлетворяет и инсоляционной гипотезе асимметрии.

## 7. Наложение линий асимметричного рельефа

23. Области с большим развитием асимметрии долин и междуречий представляют на первый взгляд путаную хаотическую картину. Однако в ней можно разобраться и установить определенные закономерности. Эти закономерности образованы одиночным или множественным существованием асимметричных форм, однообразным или многообразным генезисом (а следовательно и экспозицией) линий этого рельефа и различным сочетанием взаимодействующих линий (долин) и плоскостей (междуречий).

Асимметрия рельефа придает своеобразный, особый характер рельефу. Даже одиночная асимметричная долина представляет оригинальную форму рельефа по контрасту между высокими склонами одной стороны и низкими, плоскими полосами днища и пологого склона долины с другой стороны.

Когда в крае имеется асимметрия одного направленного генетического типа, возможно вывести определенные закономерности формирования рельефа в зависимости от типа этой направленности. Если же есть развитие асимметрии и других типов, то картина рельефа получается более сложная: однообразие экспозиции склонов нарушается, появляются склоны других экспозиций, рельеф усложняется.

При наложении на междуречье двух и более интенсивно выраженных типов асимметрии теряется правильность куэстового профиля и получается крутой склон на двух и на трех сторонах периметра междуречья. Такие междуречья назовем сложными. Прекрасным примером этого является междуречье Свияга — Волга. Западные, северные и восточные склоны этого междуречья все высокие и крутые, так как на это междуречье наложены три типа асимметрии долин Волги и Свияги.

## 8. Закономерности формирования долин и простых асимметричных междуречий в областях денудационного типа асимметрии

Закономерности при наложении линий асимметрии разных порядков. 24. Мы имеем на обширных пространствах проявление одного генетического типа асимметрии (денудационного). Но даже и в этом слу-

чае формирование рельефа не идет очень просто; создаются довольно сложные картины. Они могут быть уяснены вследствие определенной направленности типа асимметрии. Это первый элемент в создании закономерностей. Второй элемент привносится различием категорий (порядков) долин.

Если бы мы имели асимметрию только в долинах притоков первого порядка, то крутые склоны таких долин представляли бы однообразную, ничем не рассеченную, сплошную стену на всем протяжении асимметричных участков. Но этого нет. На формы асимметрии этого порядка накладываются формы второго порядка, на них, в свою очередь, формы третьего порядка соответствующих притоков.

Каждая накладывающаяся долина вносит в конфигурацию крутого склона изменения. Она создает в высоком склоне новые устья асимметричных долин, направленных под острым углом, часто почти перпендикулярно. В исходные однообразные высокие склоны внедряются два новых элемента налагающихся долин — низкая плоская полоса днища и высокий крутой склон, уже иного направления*.

В результате вместо сплошного склона получается склон с зубчатым асимметричным продольным профилем (№ 28). При отсутствии асимметрии склон получается также зубчатым, но эта зубчатость уже симметричная и создается обычными эрозионными врезами.

Наложение долин притоков (особенно асимметричных) со стороны высокого склона уменьшает длину асимметричных участков магистральной долины: такие долины оформляют в высоком склоне низкие участки, которые уже не входят в подсчет длины высокого склона. Но, принципиально рассуждая, и эти части надо включать в асимметричные, так как их малая высота есть следствие вторичного процесса (наложения долин притоков). Там, где нет этого процесса, асимметричность не прерывается. С учетом этого показанный раньше процент асимметричных участков будет значительно выше. Для Волги, Свияги, Шешмы, Зая, Кичуя этот процент превысит 90 и дойдет почти до 100.

При совпадении крутых склонов основной реки и притока образуются оформленные высоты. Их можно назвать бастионы, по сходству с углом фортификационных сооружений. Они хорошо вырисовываются над широкими низинами сливающихся плоских днищ двух долин (№ 28-3 и 4).

При генетическом единстве всех проявлений асимметрии, в случае строго направленного (третьего) типа асимметрии зубчатый профиль и бастионы формируются закономерно.

25. Рассмотрим эти закономерности и их вариации с при-

---

* Конечно, этот процесс наложения часто идет почти одновременно (при некоторой одновозрастности долин), но с количественным преобладанием развития асимметрии высшего порядка.

менением схем. Зубчатость и бастионы могут образоваться только в крутом склоне асимметричной долины. На пологом склоне ни основная река, ни притоки не имеют крутых склонов своих долин.

На схеме даем 2 типа расположения долин (№ 28-1 и 2). Число это удвоится, если прибавить варианты — при противоположном течении главных рек. Но при всех четырех вариациях положение бастионов остается одинаковым: они образуются в северо-восточных квадрантах (за центр ареалов считаем место слияния долин). Различие только в направлении самого высокого и крутого фасада бастиона, каким является у бастионов обычно склон долины высшего порядка. В 28-1 такой фасад направлен на юг, в 28-2 — на запад.

В каждом случае имеем три варианта впадения притоков — нормальный, когда приток течет почти так же, как основная река, ненормальный, когда приток течет почти навстречу, и нейтральный — приток впадает под прямым углом.

Форма бастионов зависит от направления основной долины (по долготе или по широте), а отчасти и от направления притоков. В первом случае (№ 28-1) все бастионы тупоугольные, и лишь при нейтральном притоке бастион прямоугольный. Во втором случае (№ 28-2) закономерности более разнообразные. Нейтральный приток также дает прямоугольный бастион. Для других притоков форма бастионов определяется не типологией притоков, а их румбическим направлением. Притоки, текущие из северо-восточного квадранта, дают остроугольные бастионы (см. северный приток в № 28-2). Притоки, текущие из юго-восточного квадранта, дают тупоугольные бастионы (южный приток в № 28-2). И это независимо от того, каков их тип. Чертежи 28-3 и 4 дают формы остро- и тупоугольных бастионов на Каме и Зае.

Асимметричные комплексы долин притоков, налагаясь на основную долину в стороне крутого склона, создают в этом склоне зубчатость с определенной закономерностью, зависящей от направления основной реки и притока и направления нашего движения. Рассмотрим эти комбинации.

Картосхема № 28-1. Долина идет по параллели. Случай 1 — основная река течет с запада (картосхема отображает именно этот случай). Нейтральные притоки (y) имеют крутые левые склоны долин, нормальные (x) — также левые, ненормальные (z) — правые. Во втором случае — если основная река течет с востока, распределение типов притоков по той же картосхеме будет обратным, и также обратным будет положение крутых склонов (лишь у нейтрального притока оно останется таким же).

На картосхеме 28-2 даны основная долина, идущая по меридиану, и река, в ней текущая с севера (случай 3) или с юга (случай 4). В этих случаях закономерности упрощаются.

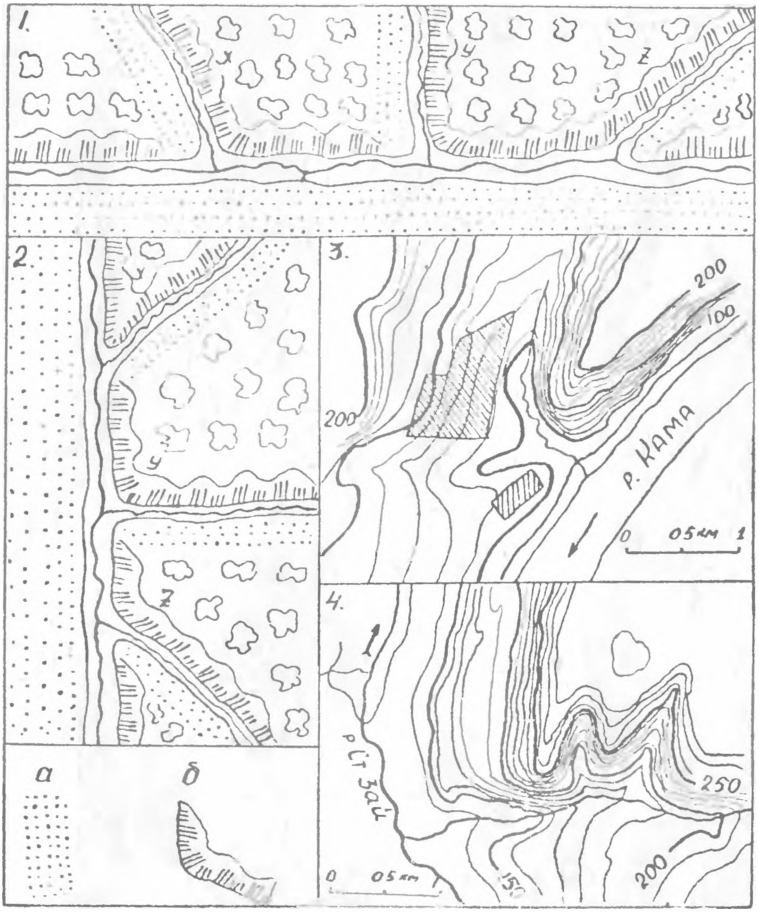



Рис. 28. Образование зубчатости и бастионов в крутых высоких склонах асимметричных долин денудационного типа асимметрии (при наложении комплексов асимметрии долин разных порядков).

1 и 2—схемы образования. а)—полосы низких, пологих склонов долин; б)—полосы высоких, крутых склонов. 3—остроугольный бастион в правобережье Камы, выше Вятки. 4—прямоугольный бастион в правобережье р. Ст. Зай (в верховьях). Для 3 и 4 даны изогипсы.

В обоих случаях и для всех типов притоков крутые склоны всюду будут правые.

Исходя из этих закономерностей мы можем предвидеть, как будет меняться высота (и зубчатость) крутого склона основной реки при движении по ней.

Распределение асимметрии по длине долин 26. Определяется общая закономерность: асимметрия имеет наибольшее развитие по длине и превышению в средних частях долин. К верховьям асимметрия ослабевает и

сходит на нет, так как и глубина врезов долин уменьшается. Кроме того, верхние участки долин в общем имеют меньшую продолжительность своего существования.

Развитие асимметрии в низовьях долин зависит от характера сочетания элементов асимметрии изучаемой долины и долины высшего порядка, в которую она впадает. Дело определяется тем, в какой боковой полосе основного асимметричного междуречья находится данный приток, и, следовательно, с какой стороны основной долины впадает изучаемая долина, — со стороны высокого крутого склона или со стороны низкого склона.

В первом случае асимметрия долины притока сохраняется в большом выражении до устья. Высокие крутые склоны сохраняются и в низовьях долин, так как долины здесь прорезывают высокие боковые полосы междуречий высшего порядка. Нередко превышение асимметрии в низовьях даже увеличивается.

Хорошим примером этой закономерности может служить Свияга, у которой высокий крутой правый склон идет до самого устья. Приводим цифры высот (абс. отм.) и расстояние от тальвега этих точек вправо и левобережье Свияги, для параллели Буинска и Свияжска.

Таблица 2

| | Правобережье | | Левобережье | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | расст. | высота | расст. | высота | расст. | высота |
| Буинск | 2 | 164 | 2 | 64 | 10 | 128 |
| Свияжск | 2 | 179 | 2 | 47 | 16 | 170 |

К устью выраженность асимметрии увеличивается, превышение возрастает от 100 до 132 *м*. Ширина долинного вреза очень большая. Уравнивания высот не происходит в левобережье даже на удалении в 10 и 16 *км*.

К тому же правилу относятся правые притоки Свияги — Сулица, Улема и Сухая Улема. В Восточном Закамье Кичуй, Лесной Зай и Ирня и многие другие относятся к тому же типу.

Именно в этом случае и происходит рассмотренное выше образование зубчатости и «бастионов» высокого склона.

Второй случай (форма) распределения асимметрии по длине долин — когда приток впадает в главную долину со стороны пологого склона асимметричной долины. В этой части долина притока пролегает уже в понижающейся части плато, а затем и в плоской части долины главной реки. По-

этому высокий склон асимметричной долины притока быстро понижается, асимметрия уменьшается и сходит на нет. Хорошие примеры этого представляют левые притоки Ика. Несмотря на небольшую длину (от 15 до 25 *км*) эти долины имеют в средней части хорошо выраженную асимметрию с превышением до 120 и даже 150 *м*. Но к низовьям асимметрия быстро ослабевает. Для наглядности приводим три поперечных профиля через долину р. Бавлинка (№ 26-4). Первый профиль дает асимметрию в полном выражении, с террасами в крутом склоне и с высокой сохранившейся поверхностью плато (древнего пенеплена). Второй профиль проложен в том месте, где долина залегает уже в пониженной части междуречья Зай Ик, склоняющейся к долине Ика. Здесь в профиле уже нет высокой поверхности плато. Крутой склон также хорошо выражен, но он заканчивается на уровне высокой террасы плато, и дальнейшего подъема нет. Асимметрия уже ослабляется. В третьем профиле дана долина Бавлинки в устье на выходе в долину Ика — асимметрия почти исчезла.

## 9. Практическое значение асимметрии рельефа

27. Асимметрия рельефа имеет не малое и разнообразное значение во многих отношениях. При развитой асимметрии мы встречаем большое число однородно направленных рубежей солидной высоты и крутизны. Перед народным хозяйством стоит задача — преодолеть их и использовать.

Для шоссейных и железных дорог избираются наименее расчлененные полосы территории — водоразделы и пологие части асимметричных долин. Именно так использованы на всем их протяжении долины Казанки и Свияги. При спуске с высокого Бугульминского плато в низкий врез долины Ика железную дорогу нельзя было провести прямо перпендикулярно долине Ика вследствие больших уклонов. Линия была направлена по широкой дуге долины р. Ютазы, именно по плоской части долины, где природа уже создала необходимый для дороги умеренный уклон. Для проектированной железной дороги Казань – Бугульма удобно использовать на больших протяжениях долины рек Шешмы и Зая. Дорога Свияжск — Ульяновск пролегла на большом протяжении по плоской стороне долины Свияги.

Все местные дороги в асимметричных долинах пролегают по плоской стороне долины. На другой стороне, у подошвы крутого склона, есть дороги совсем мелкого значения, да и то в некоторых местах они прерываются или проложены с помощью выемок и насыпей.

Дороги в поперечном направлении через асимметричные долины в стороне крутых склонов проводить очень трудно.

Прямой подъем напрямик невозможен, и дороги используют явление «зубчатости» склонов, то есть долинки притоков низшего порядка. И все же иногда приходится смягчать уклон подсыпкой насыпи и выемкой излишних выступов.

В направленном типе асимметрии (румбического характера) крутые склоны получают очень большую инсоляцию — склоны южной экспозиции, юго-западной и, в меньшей степени, западной. Склоны южной или западной экспозиции защищены от холодных северных или восточных ветров. Поэтому на этих склонах создается особый микроклимат, и «атмосферный» и «почвенный», особенно пригодный для разведения плодово-ягодных садов и для размещения южных культур.

Асимметрия долин всех типов имеет большое значение в расселении, усиливая долинный тип расселения и придавая ему своеобразную форму.

## *Глава VIII*

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТАТАРИИ

Геоморфологическое районирование, как районирование по основной доминанте ландшафта, очень важно. Нередко даже ландшафтное районирование (за исключением ландшафтно-географических зон) имеет в основе геоморфологический фундамент. Возьмем недавнюю работу Ф. Н. Милькова по ландшафтному районированию юга русской равнины (27)*. Он выделяет шесть типов местностей лесостепной и степной зон.

1. Пойменный тип. Соответствует нашему долинному типу (больших рек), с той разницей, что в состав долины мы вводим и первую надпойменную террасу, дающую очень завуалированный (древний) вид поймы.

2. Надпойменный террасовый. Сопоставляется с равнинами верхних террас.

3. Плакорный — плоскоравнинные водоразделы. Соответствует нашей центральной зоне междуречий. Название плакорный, однако, можно применить и ко второму типу, где территория мало расчленена.

4. Останцово-водораздельный тип. В Татарии он не обрисовывается. Останцовый ландшафт характерен для боковых зон междуречий, особенно в их концевых (придолинных) частях. Поэтому и пятый тип Ф. Н. Милькова (приречный) мы сопоставляем с боковыми зонами междуречий.

---

* См. также, Ф. Н. Мильков. Физико-географический район и его содержание.

5. Низкогорный тип — соответствует и выделенному нами типу.

Геоморфологическое районирование может быть двоякое — типологическое и региональное.

Типологическое или таксономическое заключается в выделении на местности типов рельефа с расчленением их на соподчиненные разности.

Для типологического районирования приняты три основных группы показателей, по которым и выделены три таксономических ряда. По этой схеме разработан весь текст, особенно в главе шестой.

Первый таксономический ряд — основные типы рельефа. Выделены по основным морфологическим различиям. Индексы I, II и т. д.

Второй ряд — разделение по абсолютной высоте, геологическим отношениям. Индексы 1, 2 и т. д.

Третий ряд — разделение по степени расчленения дислоцированности. Индексы *а, б, в* и т. д.

Всего получилось до 18 разностей.

Схема типологического геоморфологического районирования Татарии I. Древние (дотретичные) равнины (денудационные плато).

Сложены пермскими отложениями, на юго-западе мезозойскими. Междуречья делятся на центральные плакорные зоны и боковые расчлененные зоны.

1) Повышенные плато на основе тектонических поднятий часто с большой дислоцированностью. Глубокое и частое долинное расчленение. Слабо развитое овражное расчленение.

а) Подрайон с высокими структурами; б) — со средними структурами.

2) Средневысотные плато (на небольших участках более 200 *м* а. в.); со средним, местами с большим долинно- овражным расчленением: а) с большой дислоцированностью; б) со слабой дислоцированностью; в) на основе тектонического прогиба; г) то же, сложенные мезозойскими отложениями.

3) Пониженные, слаборасчлененные равнины, на основе большого тектонического прогиба.

4) Низкие, слаборасчлененные равнины. а) С большой дислоцированностью; б) на основе тектонического прогиба; в) то же, сложенные мезозойскими отложениями.

II. Молодые равнины, низкие, слабо расчлененные.

5) Третичные (плиоценовые).

6) Четвертичные — территории верхних террас.

III. 7) Тип низкогорного рельефа. Крутые, высокие склоны больших долин.

IV. Долины больших (частью и средних) рек.

8. В пределах хорошо развитой поймы.

8-а) — в пределах первой надпойменной террасы (в масштабе карты не выражена и слита с 8).

(Индексы ареалов III и IV на картосхеме не нанесены: по масштабу карты это полностью сделать нельзя).

Вне границ картосхемы размещено 5 диаграмм распределения высотных ступеней по частям ТАССР. Высота каждого прямоугольника одинаковая — она отображает высотные ступени (снизу вверх) — до 100 *м* а. в., до 200 *м* а. в., до 300 *м* а. в. и более 300 *м* а. в. Длина каждого прямоугольника отображает площадь данной высотной ступени. Каждое деление нижней стороны прямоугольника дает 1000 *км*². Цифры внутри прямоугольников дают процент площади этой ступени в данной части Татарии.

Выявив типы рельефа (с их подразделениями) и расположив их на карте (с помощью специальных условных знаков) на соответствующих территориях, мы могли бы считать законченным всю задачу районирования, если бы наша область была небольшой. В этом случае типологическое районирование по существу выполнило бы задачу и регионального районирования.

Но когда мы имеем достаточно большую и разнообразную территорию, то региональное районирование представляет уже особую задачу. Решение ее опирается, конечно, на типологическое районирование, но с учетом величины пространства и разнообразия его наполнения.

Следует учесть мнение Ф. Н. Милькова, что есть только региональное районирование, а типологическое — по существу не районирование, а картирование. Он говорит о физико-географическом районировании, но это следует применить и к геоморфологическому районированию. Без сомнения, основная задача — региональное районирование. Оно дает более разнообразную картину. Один и тот же тип рельефа (положим, древние высокие остаточные пенеплены) в типологическом смысле относятся к одной таксономической единице (если они не слишком варьируют в своем типе, в зависимости от места нахождения и других факторов). Но если мы подходим с региональным районированием, то эти пенеплены разойдутся по многим региональным единицам. Например, в Татарии — пенеплены Предволжья, Предкамья, Западного, Восточного Закамья.

Очевидно, региональное районирование является основным районированием от широких до более узких рамок, единиц регионов. А типологическое районирование (или картирование) дает материал, который заполняет эти рамки единицами, дает «таксации», оценки. Чтобы не путать, может быть лучше это типологическое районирование называть таксированием, таксацией или таксономированием (конечно, геоморфологическим), но не районированием. Это было бы логично.

Региональное геоморфологическое райо-

нирование Татарии. В региональной схеме мы выделяем основные четыре территориальные области; в пределах областей—более мелкие деления — районы и подрайоны, которые выделяются на основе типологического районирования (или таксономирования). В конце даем картосхему № 29 этого районирования.

Высокое Заволжье (Восточное Закамье). Эта область — северная часть Бугульминско-Белебеевской возвышенности. В ней преобладают возвышенные древние равнины (пермское плато) на основе большого тектонического поднятия. До четырех пятых площади имеет высоту опорного горизонта более ста метров. Абсолютная высота в максимальной точке — 380 *м*, средняя высота — 161 *м*. Долинная сеть развитая, долины глубокие, сравнительно широкие. Глубина местных базисов эрозии — максимальная для Татарии. Овражная сеть развита незначительно. Асимметрия долин по длине и величине превышения наиболее развитая в Татарии. Рельеф согласованный, на основе поднятий.

Границу между Западным и Восточным Закамьем следует исправить, именно в южном конце. Здесь границу мы проводим от с. Черемшан по меридиану на север до долины Шешмы. При таком делении к Восточному Закамью отойдет угол к востоку от меридиана села Черемшан. Этот угол имеет геоморфологические показатели, свойственные Восточному Закамью: большую высоту тектонического фундамента и большую высоту топографической поверхности. Старая граница (везде по р. Шешме) механически отсекала этот угол от Восточного Закамья.

Область можно разделить на районы (I-1а, б; I-4; II-5 и 6).

Первый — обширные территории древних высоких платообразных равнин (I-1 а, б). К ним, собственно, относится приведенная выше характеристика. В качестве подрайона можно выделить южную полосу с самыми высокими отметками рельефа и опорного горизонта, с двумя тектоническими структурами — Сокско-Шешминским валом и Бавлинской флексурой. Южный подрайон представляет самые высокие и интенсивно дислоцированные плато, центр нефтяных месторождений. Северный подрайон не столь высок, со средними структурами.

Второй район (I-4) — низкая, мало расчлененная полоса в низовьях рек Мензели и Ика. Третий район — низкие третичные (II-5) и четвертичные (II-6) слабо расчлененные равнины между Иком и Белой.

Низкое Заволжье (Западное Закамье) резко отличается от Высокого Заволжья — низким положением поверхности рельефа (максимум 170 — 180 *м*) и опорного горизонта (минимум до—200 *м*). Рельеф согласованный, на основе

большого тектонического опускания. Расчлененность слабая. Асимметрия рельефа выражена очень мало.

Делится на два резко отличных района. Первый район (I-3) — восточная часть; коренные невысокие равнины, сложенные пермскими толщами. Второй район—западная часть. Низкие террасовые четвертичные аллювиальные равнины (II-6).

Предволжье. Северо-восточный угол провинции Приволжская возвышенность. Средневысотные древние (пермские, на юге мезозойские) равнины, с большим расчленением в восточной половине, на основе низкого залегания опорного горизонта, (в южной половине до — 140 *м*).

Выделены два района с подрайонами. Один район — междуречье Свияго — Волга (I-2), более высокий и расчлененный, с развитием асимметрии. В нем северный подрайон (I-2-б) — территория пермских отложений (с более высоким положением опорного горизонта, от 0 до + 60 и более метров), в южном окончании Волго-Улеминского вала. Южный подрайон (I-2-г) — территория мезозойских отложений с очень низким положением опорного горизонта—от—80 до — 140 и даже 150 *м*. Второй район (I-4) — к западу от Свияги — пониженные, волнистые и плоские, слабо расчлененные равнины, с небольшим Dh (часто меньше 10 *м*). Подрайон (I-4б)—территории пермских отложений. Подрайон (I-4в)— территория мезозойских отложений.

Вятско-Камская возвышенность (Северное Заволжье или Предкамье). Повышенные и средневысотные (местами низкие) равнины, с преобладанием пермских отложений. Расчлененность средняя, местами большая (в правобережье Камы и Вятки). Асимметрия рельефа распространена. Преобладает первая ступень превышения асимметричных долин.

Высота опорного горизонта везде положительная, с многочисленными структурами. Многие из них имеют отметку больше +100 *м*, максимально до 130 и 140 *м*. На западе располагается южная часть Вятского вала с отметкой опорного горизонта более 160 *м*. На востоке, за Вяткой — южная часть Верхне-Камского вала.

Выделены три района с подразделениями.

Первый район (I-2) — западный, Волжско-Вятский. В нем на западе выделен подрайон Вятского вала (I-2а), с наибольшими отметками поверхности рельефа (266 *м*) и опорного горизонта (160 *м*). Второй подрайон (I-2б) — возвышенная расчлененная полоса правобережья Вятки. Третий (I-2в) — расчлененное правобережье Камы с ослабленными тектоническими проявлениями.

Второй район (I-4а) — правобережье Камы к востоку от Вятки. Южная часть Верхне-Камской возвышенности и вала.

Преобладает небольшая высота поверхности. Более высок восточный прикамский угол (у Красного Бора), где максимальная высота 243,5 *м*. Этот угол можно выделить как подрайон (I-2б). Другой подрайон (I-4а) — полоса от Вятки до Ижа, богатая довольно интенсивными тектоническими структурами — до 140 *м* а. в. в опорной поверхности. По левобережью рек Вятки, Ижа и Кырыкмаса выделяются значительные полосы верхних террас.

Третий район (II-6) — низкие четвертичные, слабо расчлененные террасовые равнины по левобережью Волги и правобережью Камы. Обильны карстовыми и суффозионными формами, встречаются перевеянные, дюнные участки, покрытые хорошими сосновыми лесами. Делятся на 5 участков, постепенно уменьшающихся по площади к востоку (к Вятке).

Долины крупных рек в число районов не включены, так как они все уже залиты и будут залиты с постройкой Куйбышевского и Нижне-Камского гидроузлов.

Цифровой материал по расчленению территории, по выраженности асимметрии и изогипсометрических коэффициентов дан в этой работе в обобщенной, суммарной форме для крупных частей территории (укрупненных ареалов и основных междуречий, кроме геоморфологических провинций). Но в машинописных экземплярах работы, сданных в фонды, эти материалы содержатся в деталях для каждого из нормальных планшетов, числом до 200, в приложениях. Работа закончена в 1958 году; оформлением закончена и сдана в фонды библиотеки географического факультета Казанского университета в 1959 году; представлена в марте 1960 года в фонды библиотеки географического факультета Московского университета и географического общества (Ленинград). Ко всем фондовым экземплярам приложены крупные картограммы асимметрии долин и картодиаграммы асимметрии с румбограммами асимметрии для восемнадцати укрупненных ареалов. В фондовых экземплярах также имеется большое число картосхем и профилей и не особенно большое количество фотографий. Текст в печатной работе имеет изменения, вызванные появлением новых работ по этим темам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов П. В. Советская Татария. Казань, 1956.

2. Баранов В. И. Кулигаш. Тр. Каз. фил. АН СССР. сер. биол. и с/х наук, в. I, 1948.

3. Батыр В. В., Селивановский Б. В. К вопросу об асимметрии речных долин. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, 1954.

4. Борисевич Д. В. Поверхности выравнивания Среднего и Южного Урала и условия их формирования. «Вопросы геогр»., 36.

5. Бевз Н. С. Структура эрозионного рельефа бассейна Черной Калиты. Автореферат диссертации, 1954.

6. Вахтин Б. Опыт определения математических характеристик рельефа Ц. Ч. области. «Геодезист», № 11—12, 1931.

7. Вирский А. А. Закономерности и факторы развития эрозионного рельефа равнины. Автореферат диссертации, 1949.

8. Волков Н. О морфологических картах С. С. Соболева. В. геогр., сб. 15, 1950.

9. Воскресенский С. С. Асимметрия склонов речных долин на территории Европейской части СССР. Вопросы геогр., сб. 4, 1947.

10. Герасимов И. П. и Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР.

11. Геренчук К. И. Опыт геоморфологической систематики русской равнины. Тр. 2-го Всесоюзн. географич. съезда. М., 1948.

11 а. Геренчук К. И. Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины. Записки Географ. об-ва СССР, т. 20. Н. С., 1960.

12. Головкинский Н. А. Описание геологических наблюдений, произведенных летом 1886 года в Казанской и Вятской губ. Геология России, том I, СПБ, 1868.

13. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПБ, 1868.

14. Дуглав В. А. Некоторые вопросы морфологии поймы Нижней Камы и современного развития реки. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 116, кн. 5.

15. Ефремов Г. К. О месте геоморфологии в круге географических наук. Вопр. географии, сб. № 21, 1950.

16. Занин Г. В. О причинах овражности приречных районов. Изв. АН СССР, сер. географии, 1951.

17. Каштанов С. Г. Материалы по палеогидрогеологии центральной части Волжско-Камского края. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 112, кн. 8, 1952.

18. Каштанов С. Г Новые данные к истории развития Палеокамы. Докл. АН СССР, т. 106, № 4, 1956.

19. Каштанов С. Г. К истории формирования долин рек Волги и Камы в дочетвертичное время. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 112, кн. 2, 1952.

20. Каштанов С. Г. К истории Палеокамы в плиоцене. Изв. Всесоюзн. географич. об-ва, т. 86, 1954.

21. Каштанов С. Г. Карстовые явления в районе Казанского Поволжья. ДАН СССР, № 2, т. XI, 1943.

22. Каштанов С. Г. и Нелидов Н. Н. Геологические данные

о плиоценовом возрасте долин рек Свияги и Казанки. Уч. зап. Каз. ун-та, геология, т. 114, № 3, 1954.
23. Качугин Е. Г. Еще об одной причине асимметрии долин. Вопросы географии, сб. 21, 1950.
24. Кирсанов Н. В. Плиоценовые глины ТАССР. Тр. Каз. филиала АН СССР. сер. геол., в. I, 1948.
25. Киселев С. И. Структуры Татарской АССР (геологическое строение и нефтеносность ТАССР), 1948.
26. Кротов П. И. и Нечаев А. В. Казанское Закамье в геологическом отношении. Тр. об-ва ест-ей при Каз. ун-те, т. XXII, в. 5, 1890.
27. Мильков Ф. Н. Основные вопросы ландшафтного районирования юга Русской равнины. Изв. Всесоюзн. географ. об-ва, т. 87, в. 5, 1953.
28. Мильков Ф. Н. Среднее Поволжье. М., 1953.
29. Миртова А. В. Неоген в долине Пракамы. «Советская геология», № 1, 1941.
30. Москвитин А. И. О связи геоморфологии с современными движениями земной коры в Среднем Поволжье. ДАН СССР, т. 95, № 4, 1954.
31. Марков К. К. Очерки по географии четвертичного периода. М., 1955.
32. Нечаев В. А. Геологические исследования Мамадышского уезда. Тр. об-ва ест-ей при Каз. ун-те, т. XXIII, в. 6, 1892.
33. Обедиентова Г. В. Неотектоника и реки разной величины. «Природа», № 3, 1957.
34. Обедиентова Г. В. Современные тектонические движения и геоморфология левобережной прижигулевской части долины Волги. Тр. Ин-та. Геогр. АН, в. 58, 1953.
34 а. Обедиентова Г В. Роль неотектоники в чередовании эрозионных циклов бассейна Нижней Волги. Реферат доклада. Уфа, 1959.
35. Павлов А. П. Краткий очерк геологического строения местности между рр. Свиягой, Барышем и Сурой. Изв. Геолкома, т. 6.
36. Розанов Л. Н. Тектоническое районирование Среднего Поволжья. «Нефтяное хозяйство», № 7, 1947.
37. Розанов Л. Н. Древняя долина р. Волги-Камы (по данным геофизических исследований). Новости нефтяной техники, сер. геол., № 3, 1949.
38. Селивановский Б. В. История формирования долин основных рек в Среднем Поволжье. Доклады АН СССР, т. IXXV, № 3, 1950.
39. Селивановский Б. В. О закономерности расположения приустьевых частей некоторых рек в пределах 109 листа. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 104, 1944.
40. Селивановский Б. В. О геоморфологическом выражении тектонических форм в центральной части Волжско-Камского края. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 112, кн. 8, 1952.
41. Сементовский В. Н. Типы бечевников Волги и Камы в Среднем Поволжье. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 113, кн. 2, 1953.
42. Сементовский В. Н. Полосатые пески и гидробарханы (фациальные и формообразовательные детали в процессе речной аккумуляции). Уч. зап. Каз. ун-та, т. 115, кн. 2, 1955.
43. Сементовский В. Н. Геоморфология поймы и процессы формирования долины Волги и Камы в пределах Татарии. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 115, кн. 15, 1955.
44. Сементовский В. Н. Орогидрография (ч. I), геоморфология (ч. II). Геология Татарской АССР, М., 1939.
45. Сементовский В. Н. Материалы для геоморфологии и гидрографии территории Большой Казани. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 100, кн. 3, 1940.

46. Сементовский В. Н. Расчлененность территории ТАССР долинно-овражной сетью. Уч. зап. Каз. ун-та, т. 115, кн. 2, 1955.
47. Сементовский В. Н., Батыр В. В. и Ступишин А. В. Рельеф Татарии. Казань, 1951.
48. Сементовский В. Н. Румбограмма асимметрии долин. Вопр. геогр., сб. 21, 1950.
49. Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. 1948.
50. Ступишин А. В. К истории формирования левобережья Приказанского Поволжья. Изв. Всесоюзн. геогр. о-ва, № 3, 1948.
51. Ступишин А. В. Карст Среднего Поволжья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. М., 1956.
52. Ступишин А. В. Карст. Снежный покров и рельеф (Рельеф Татарии), 1951.
53. Тихвинская Е. И. Геология ТАССР, ч. 2, 1939.
54. Тихвинская Е. И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района. Уч. зап. Каз. ун-та, геология, в. 13, 1939.
55. Щукин И. С. Общая морфология суши. 1933.
56. Щукин И. С. Опыт генетической классификации типов рельефа. Вопр. геогр., сб. 1, 1946.
56 а. Философов В. П. К вопросу происхождения асимметрии рельефа равнин. Вопросы геоморфологии и новейшей тектоники Волго-Уральской области и Южного Урала. Уфа, 1959.
57. Юсупов Б. М. Условия формирования минерализованных вод Нижнего Прикамья. Тр. Каз. фил. АН СССР, сер. геол., 2.
58. Martonne E. Traite' de seographie physique. 1926.
59. Penek A. Morphologie der Erdoberflächl. 1894.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.


Характер и содержание работы 3

*Глава I.* Общее районирование и гипсометрия Татарии
1. Принципы физико-географического деления и названия частей . . . . 5
2. Гипсометрия Татарии 6

*Глава II.* Тектоника и рельеф . . . . . 9
1. Общий очерк геоструктуры Татарии 9
2. Соотношения рельефа и тектоники . . . . . 10
3. Структурные макроформы Татарии и рельеф (рельеф согласованный и несогласованный) . . . . . 11
4. Структурные мезоформы и их влияние на рельеф . 15

*Глава III.* Долинно-овражная расчлененность поверхности 21
1. Материалы для работы и их оценка . 21
2. Долинно-овражная сеть Татарии . . . . . 25
3. Детальное распределение расчлененности в Татарии . 28
4. Методика определения расчлененности . 36
5. Обобщения . . . . . 44

*Глава IV.* Вертикальное расчленение . . 49
1. Глубина местных базисов эрозии 49
2. Микроареалы и диапазоны высот 53
3. Значение Dh . . . . . 54

*Глава V.* Изогипсометрические коэффициенты . 57

*Глава VI.* Типы форм рельефа Татарии . . . . . 63
А. Равнины древние, возвышенные, расчлененные . 63
1. Общий характер . . . . . 63
2. Междуречья и сырты; их деление на центральные и боковые зоны . . . . . 65
$A_1$ Равнины молодые, низкие, слаборасчлененные 71
1. Распределение молодых равнин . . . . . 71
2. Характеристика четвертичных террасовых равнин 72
3. Количественная характеристика типов рельефа 77
Б. Долины . . . 80
1. Развитие долин . . . 81
2. Генетические типы долин . . 84
3. Морфография русел в поймах . . . . 88
4. Закономерности направления линий рельефа . 93
5. Падение долин . . . . 94

*Глава VI*—В. Низкогорный тип рельефа . 97
1. Формирование склонов 97
2. Поперечные профили склонов . . . . . 98
3. Продольные профили крутых склонов основных долин . 103

*Глава* VI—Г. Уровни рельефа 110

*Глава* VII. Асимметрия рельефа . . . . . 114
1. Методика определения и отображения асимметрии долин 115

2. Степень развития асимметрии в Татарии 118
3. О причинах асимметрии долин . . . . . 128
4. Генетическая классификация асимметрии долин . . 136
5. Интенсивность и направленность асимметрии долин . . 145
6. Асимметрия междуречий и речных бассейнов и связь с асимметрией долин . . . . . 148
7. Наложение линий асимметричного рельефа . . . . 154
8. Закономерности формирования долин и простых асимметричных междуречий в областях денудационного типа асимметрии . . . . . 154
9. Практическое значение асимметрии рельефа . 159
*Глава* VIII. Геоморфологическое районирование Татарии 160
Литература 166

## ПРИОБРЕТАЙТЕ КНИГИ

### Геология

—11-20 800

В. Г Игнатьев. Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы. Часть I, Стратиграфия. Издательство Казанского университета, 1962, 334 стр., 2 руб. 07 коп.

М. С. Каштанов. Литология меловых отложений юго-восточной части Енисейского кряжа. Издательство Казанского университета, 1963, 100 стр., 46 коп.

С. Г. Каштанов. Грунтовые воды г. Казани. Издательство Казанского университета, 1959, 164 стр., 58 коп.

В. В. Корчагин. Литология юрских отложений юго-западной части Татарской АССР и смежных с нею районов. Издательство Казанского университета, 1962. 142 стр., 59 коп.

Н. А. Сагитов. Докембрий Заангарья Енисейского кряжа. Издательство Казанского университета, 1962, 134 стр., 75 коп.

В. Г. Халымбаджа. Среднекаменноугольные отложения северных, центральных и западных районов Татарии. Издательство Казанского университета, 1962, 138 стр., 68 коп.

### География

В. М. Архипов, Е. П. Бусыгин. Антарктида и ее исследование советскими учеными. Издательство Казанского университета, 1959, 52 стр., 09 коп.

Коллектив авторов. Вопросы геоморфологии Среднего Поволжья. Издательство Казанского университета, 1961, 104 стр., 43 коп.

Коллектив авторов. Вопросы геоморфологии Среднего Поволжья и Среднего Урала. Издательство Казанского университета, 1960, 188 стр., 88 коп.

Коллектив авторов. Климатические условия Татарской АССР и их использование в сельском хозяйстве. Издательство Казанского университета, 1962, 264 стр., 1 руб. 20 коп.

Книги высылаются наложенным платежом.
Заявки направлять по адресу: г. Казань, ул. Ленина, д. 4/5, Издательство Казанского университета.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

| Стр. | Строка | Напечатано | Следует читать |
|---|---|---|---|
| 8 | Табл. 1 | Закамье Западное 6,3 | 56,3 |
| 28 | Сноска | й карте | По изучаемой карте |
| 61 | 7 св. | (В) | (Б) |
| 120 | 28 св. | 170 *км* | 170 *м* |
| 123,125 126 | Таблица | 19, 19а, 19б | 19а, 19б, 19 в |
| 133 | 13 сн. | неоснащенными | неосвещенными |
| 164 | Схема | 2—00 | — 200 |

*В. Н. Сементовский.* Закономерности морфологии платформенн рельефа.


***Владимир Николаевич Сементовский***

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ ПЛАТФОРМЕННОГО РЕЛЬЕФА**

Редактор *Н. М. Кусургашев*
Технические редакторы *Ю. П. Семенов, Л. И. Антралова*
Корректоры: *Н. И. Косолапова, Л. И. Хренова*

Сдано в набор 30/III-63г. Подписано к печати 29/VII-63 г. ПФ 19
Формат бумаги 60x92 1/16. Печ. л. 10,75+0,13 вкл. Уч.-изд. л.
Заказ 372. Тираж 600. Цена 76 коп.

Издательство Казанского университета
Казань, ул. Ленина, 4/5

Типография Издательства Казанского университета
Казань, ул. Ленина, 4/5

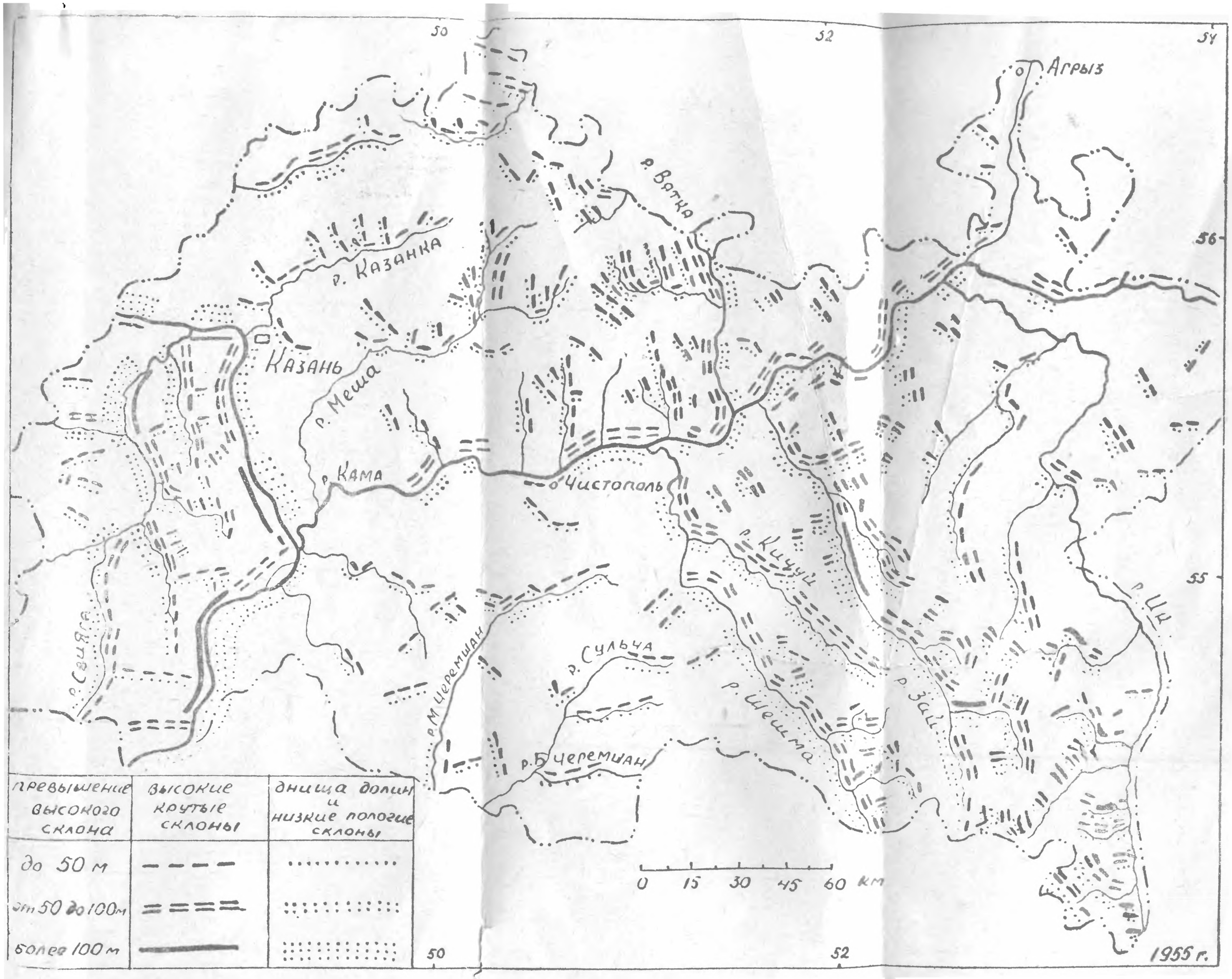



Рис. 24. Картосхема асимметрии долин ТАССР.

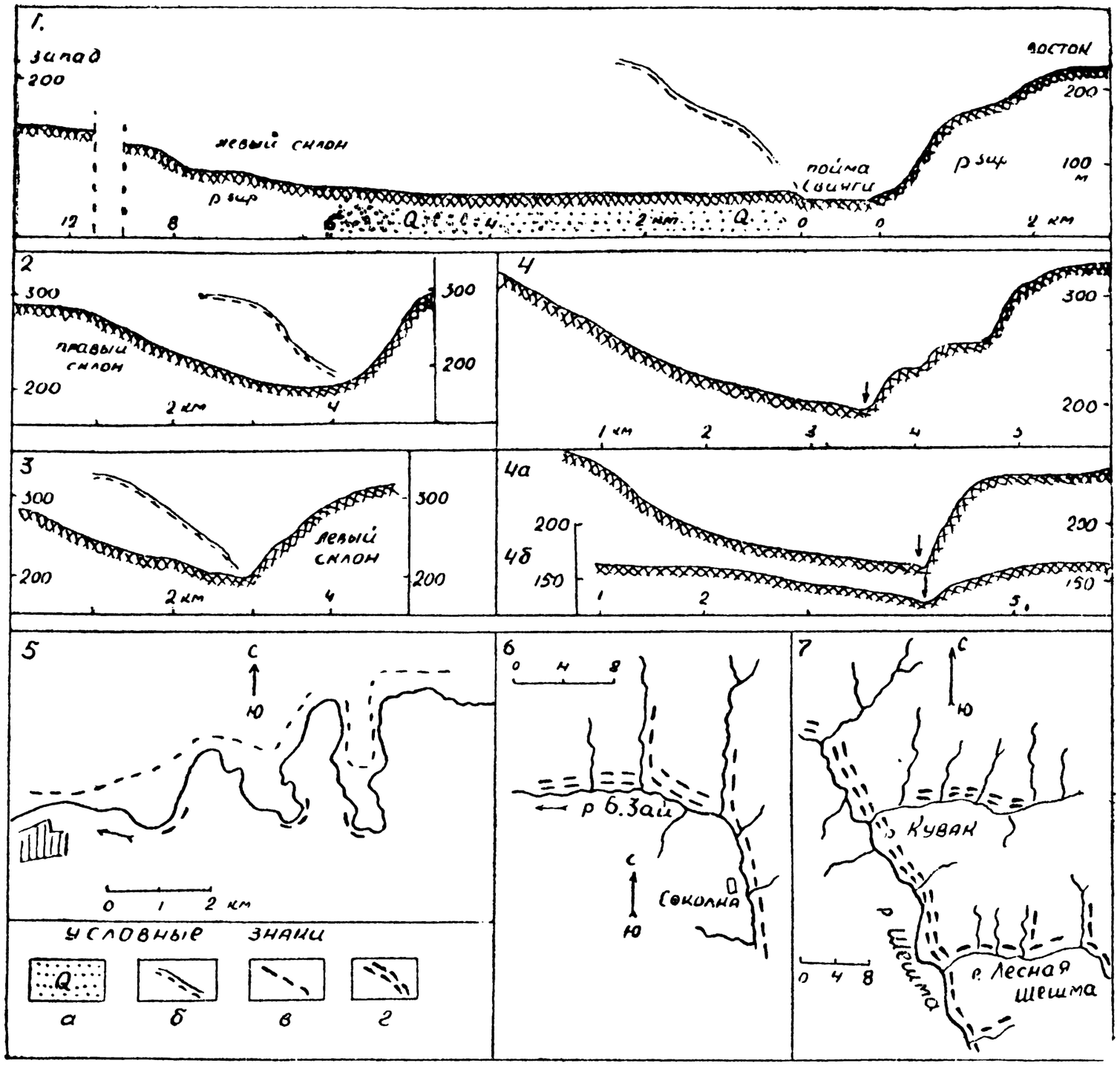



Рис. 26. Асимметричные долины

1. Ас. долина 1-го порядка (р. Свияга). 2. Ас. долина 2-го порядка (р. Зай-Каратай). 3. Ас. долина 3-го порядка (р. Сулы, притока Дымки). 4. Развитие асимметрии по длине долины (р. Бавлинки).

Первый профиль (4)—долина в среднем течении (выше с. Бавлы). Второй (4а)—ниже по долине. Третий (4б)—близ устья долины.

5. Асимметрия инсоляционного и инерционного типов по среднему течению р. Казанки. 6. и 7. Примеры независимости асимметрии от различного развития сети притоков.

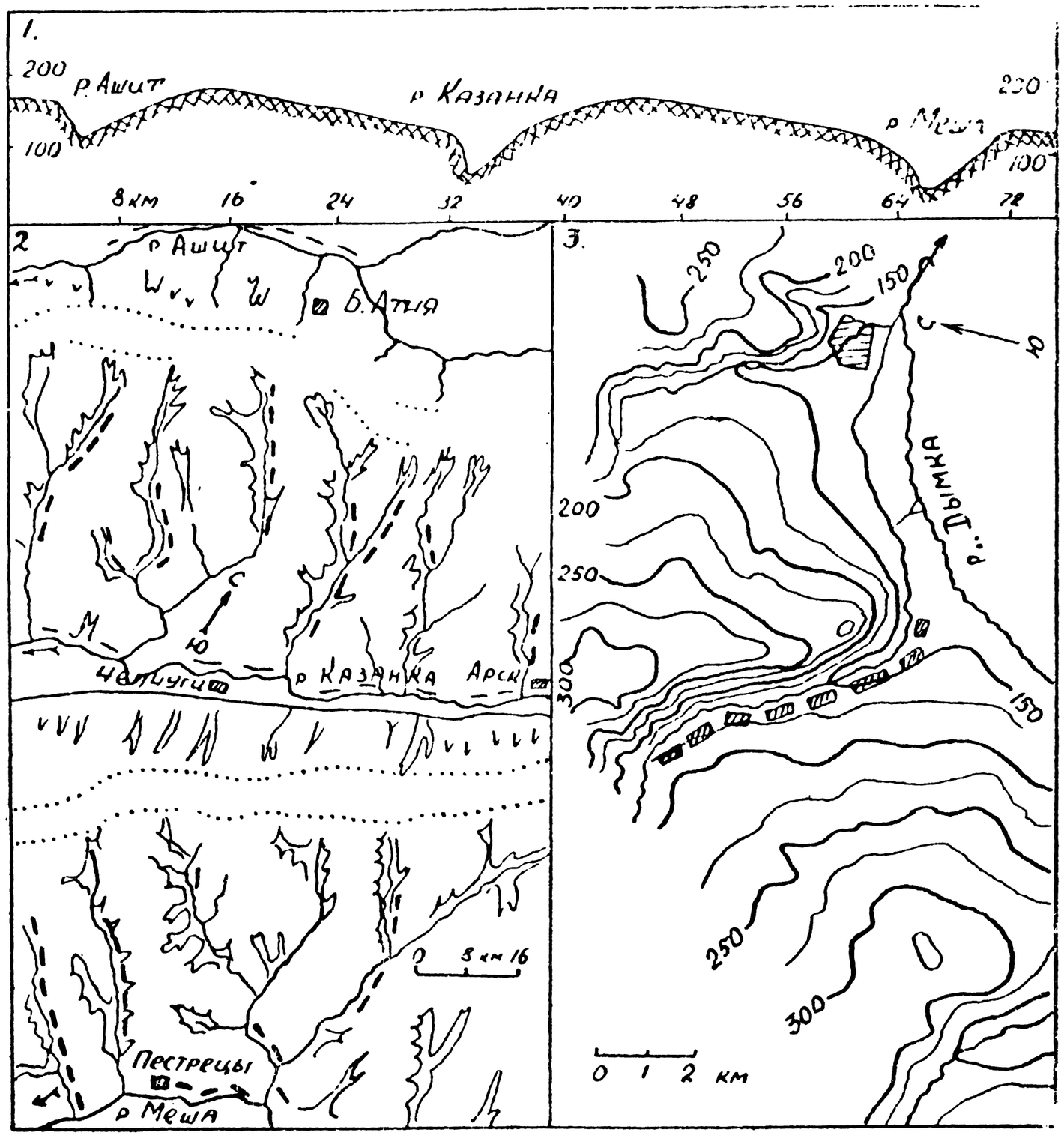



Рис. 27. Соотношения асимметрии долин и междуречий.

1. Профиль по линии с. Б. Атня—с. Чепчуги—Пестрецы (Междуречья Ашит—Казанка и Казанка—Мёша). Обратное соотношение—длинная, пологая боковая зона междуречий оканчивается крутым, высоким склоном долины; короткая более крутая боковая зона переходит (оканчивается) в низкий пологий склон долины.

2. Те же соотношения в этих междуречьях даны в форме картосхемы. Пунктирные линии выделяют центральные зоны междуречий. Короткие (и широкие штрихи указывают места высоких, крутых склонов асимметричных долин.

3. Междуречья 3-го порядка в Бугульминском плато. Прямое соотношение асимметрии долин и междуречий. Масшаб крупнее, чем в карто-схеме 2.

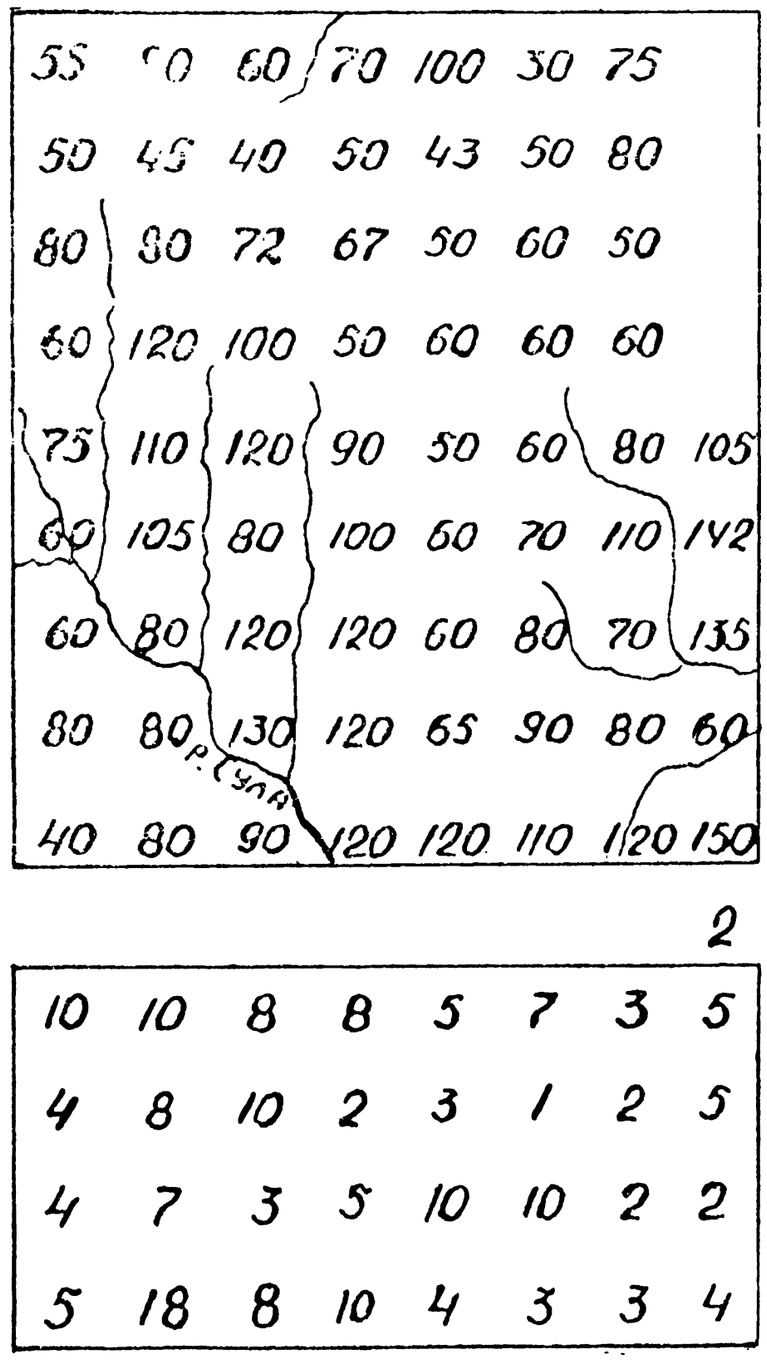



Рис. 9. Различия высоты поверхности (Dh) в пределах микроареалов (4 *км*², по километровой сетке). 1. Целый планшет к югу от Бугульмы. Средний Dh=82 *м*. 2. Часть одного планшета (почти половина) в Западном Закамье, на территории верхних террас. Средний Dh=6 *м*. На каждом микроареале стоит цифра величина Dh в *м*.

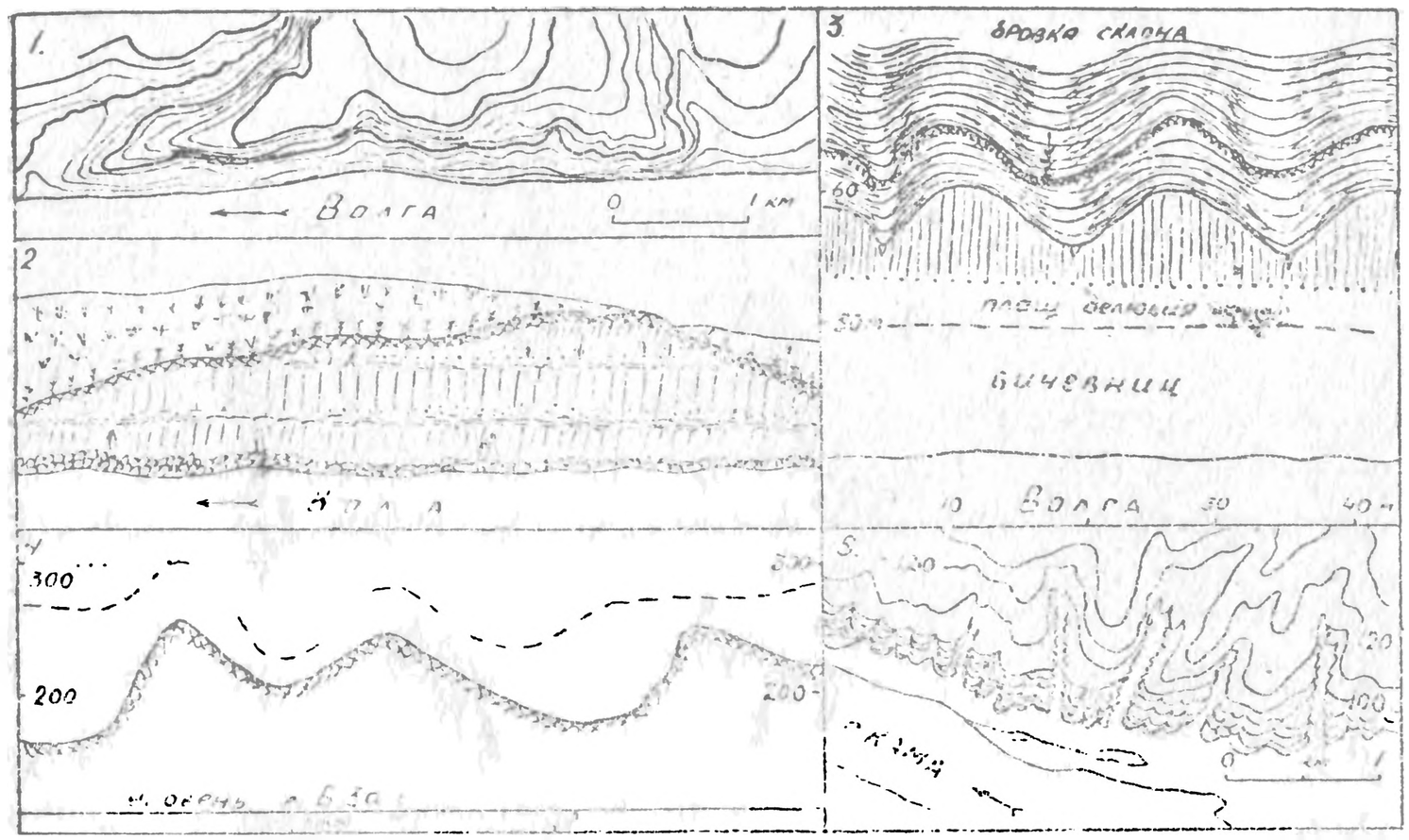



Рис. 19. Детали расчленения крутых склонов долин в продольном направлении.

1. План фестона на Волге, близ Гребени. 2. Профиль фестона (с фото) выпуклого высокого склона (ниже Казани). 3. Фасетки низкого склона „сундучного" профиля (ниже Шеланги). Ср. с проф. № 17-1-1б. 4. Профиль асимметричных фесточов северного (правого) склона долины низовьев р. Б. Зая (Бугульминское плато). Линии профилей взяты (от подошвы склона) в 0.5 *км* (сплошная), в 1,0 *км* (штриховая) и в 1,5 *км* (пунктирная). 5. Фасетки правобережья Камы в нижнем течении.

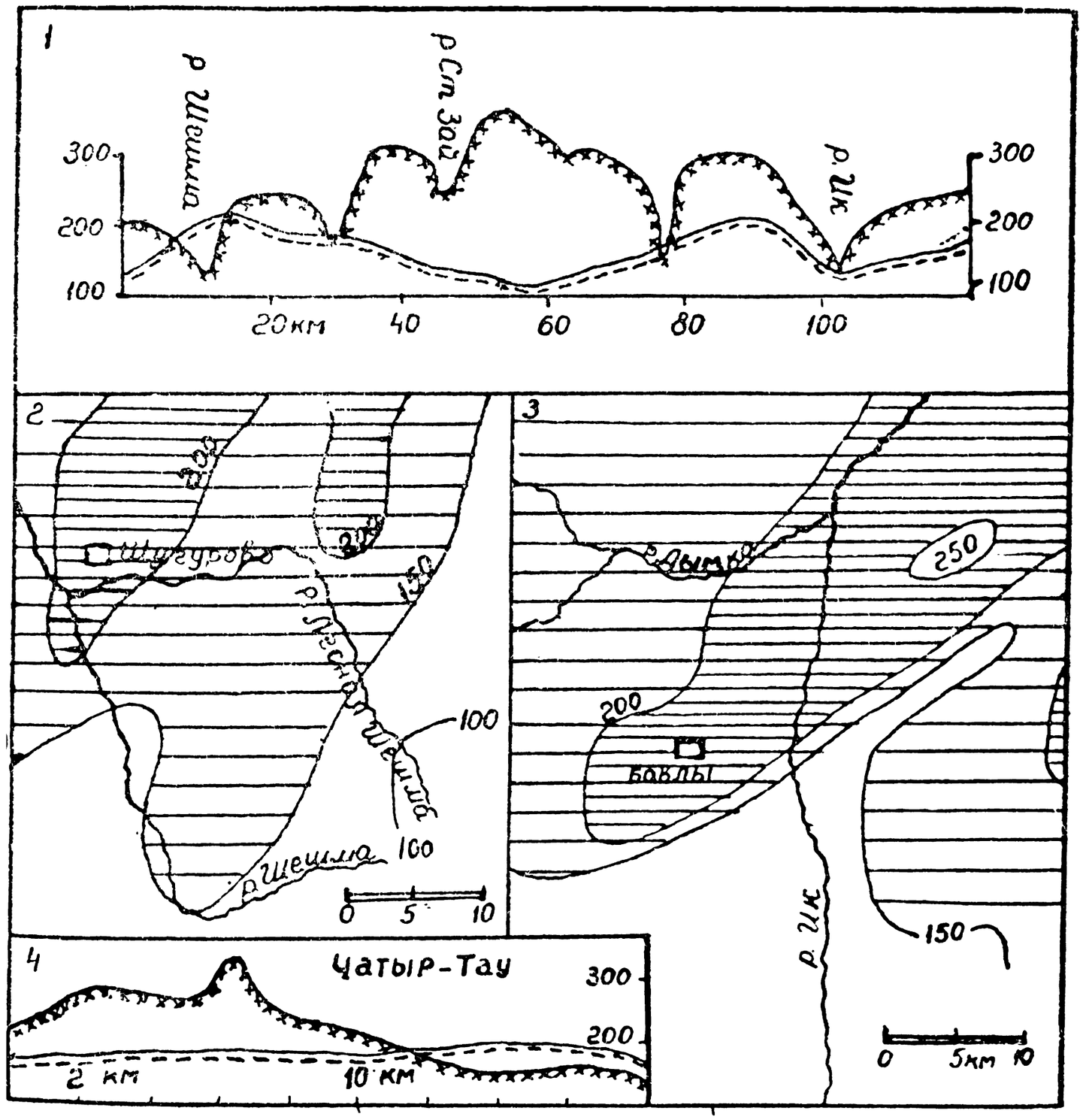



Рис. 2. Соотношение долин с тектоническими структурами.

1. Профиль через ю. часть Бугульминского плато (через с. Шугурово и точку в 5 *км* к югу от с. Бавлы). 2. Структурная картосхема Шугуровского плато. 3. Структурная картосхема Бавлинской флексуры. 4. Профиль участка Чатыр-Тау (по дол оте).

Условные знаки для профилей: линия, оттушеванная косыми крестиками,— поверхность рельефа; линия, оттушеванная продольными штрихами,— поверхность опорного горизонта. Условные знаки для картосхем — линии (с густой или редкой штриховкой площадей) — стратоизогипсы опорного горизонта.

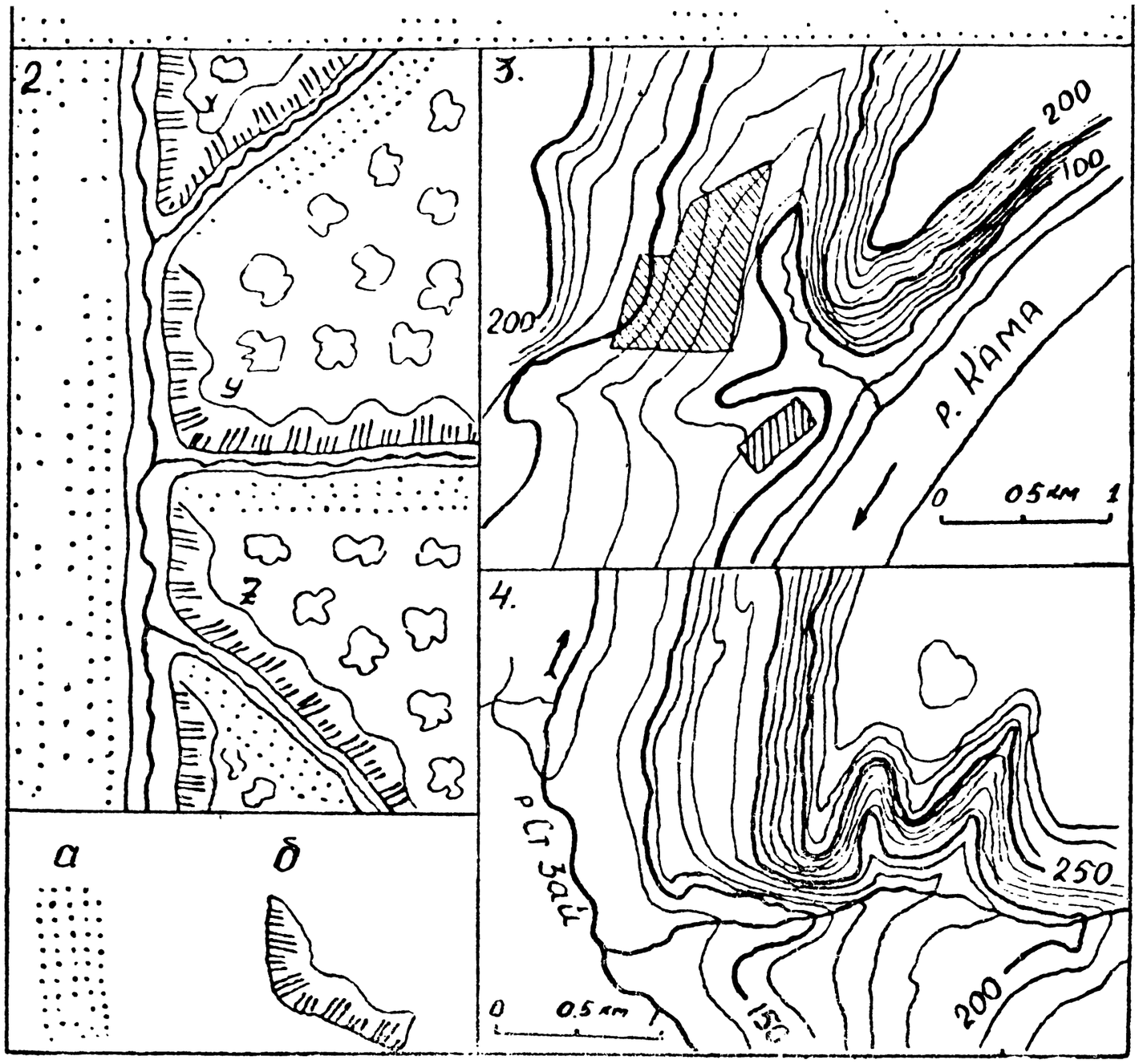



Рис. 28. Образование зубчатости и бастионов в крутых высоких склонах асимметричных долин денудационного типа асимметрии (при наложении комплексов асимметрии долин разных порядков).

1 и 2—схемы образования. а)—полосы низких, пологих склонов долин; б)—полосы высоких, крутых склонов. 3—остроугольный бастион в правобережье Камы, выше Вятки. 4—прямоугольный бастион в правобережье р. Ст. Зай (в верховьях). Для 3 и 4 даны изогипсы.

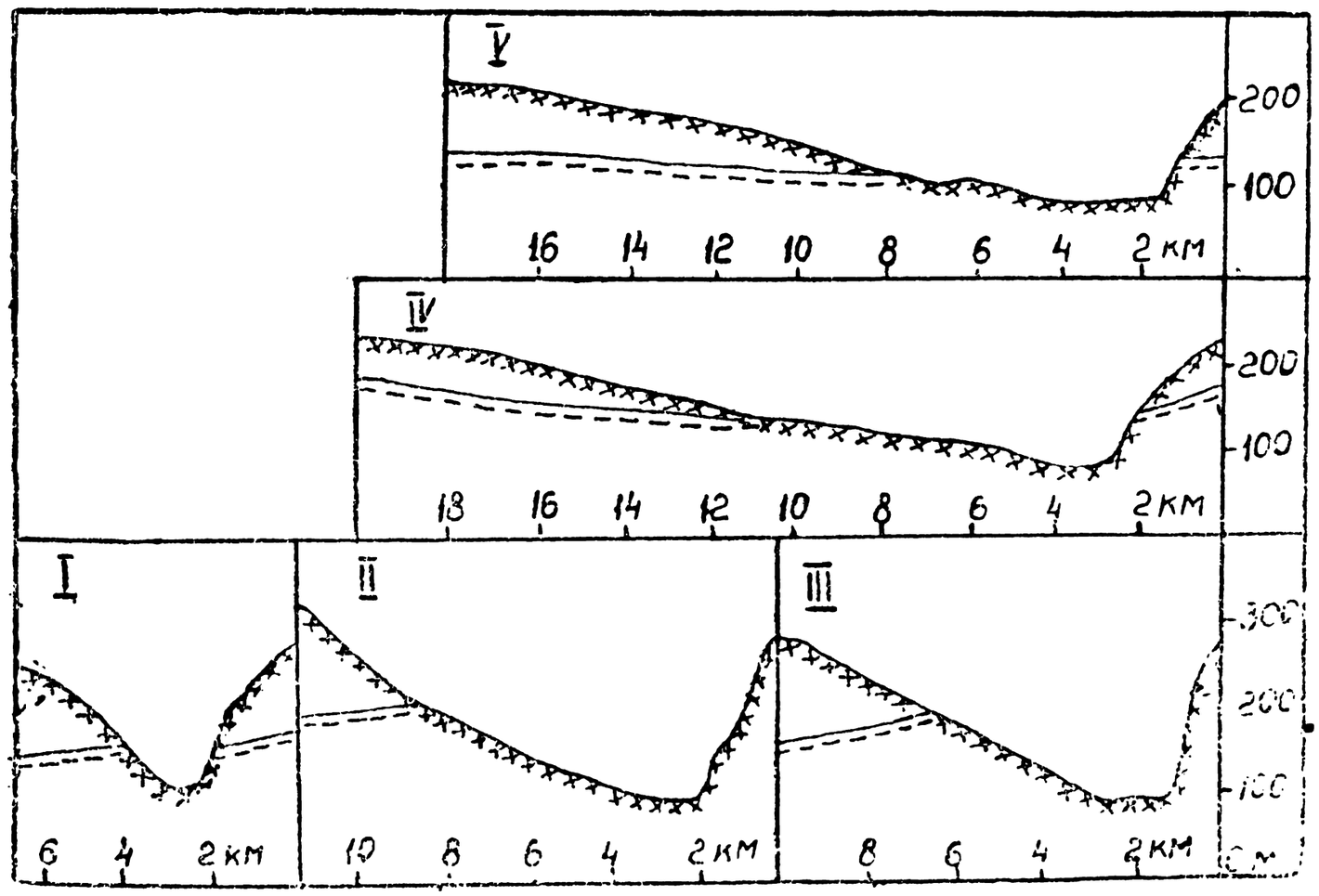



Рис. 3. Профили долины р. Ика.

I-II-III — в области Бавлинской структуры, iV и V — ниже этой структуры.

Линии, оттушеванные косыми крестиками,— поверхность рельефа, параллельными штрихами — поверхность структурного горизонта.

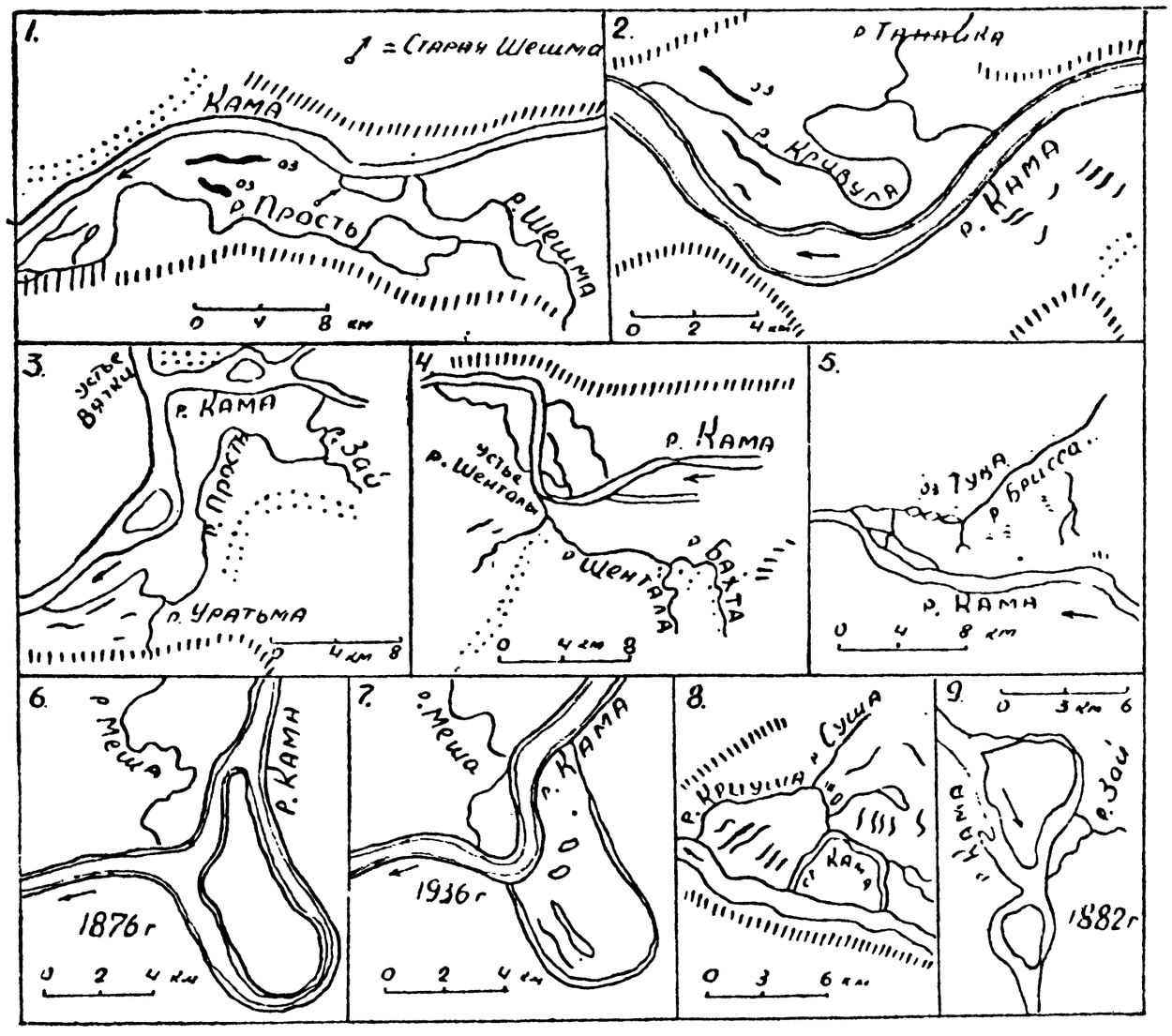



Рис. 16. Морфология притоков в долине магистральной реки (Камы).

1, 2 и 3 — пойменные речки; 1, 4, 6, 7 и 9 — каптюры притоков; 2, 5 и 8 — впадение притоков в пойменные образования. Местоположение примеров: 1. Выше Чистополя. 2. Ниже Елабуги. 3. При впадении Вятки. 4. Ниже Чистополя. 5. Выше Лаишева. 6 и 7 — ниже Лаишева. 8. Ниже Чистополя. При устье Зая.

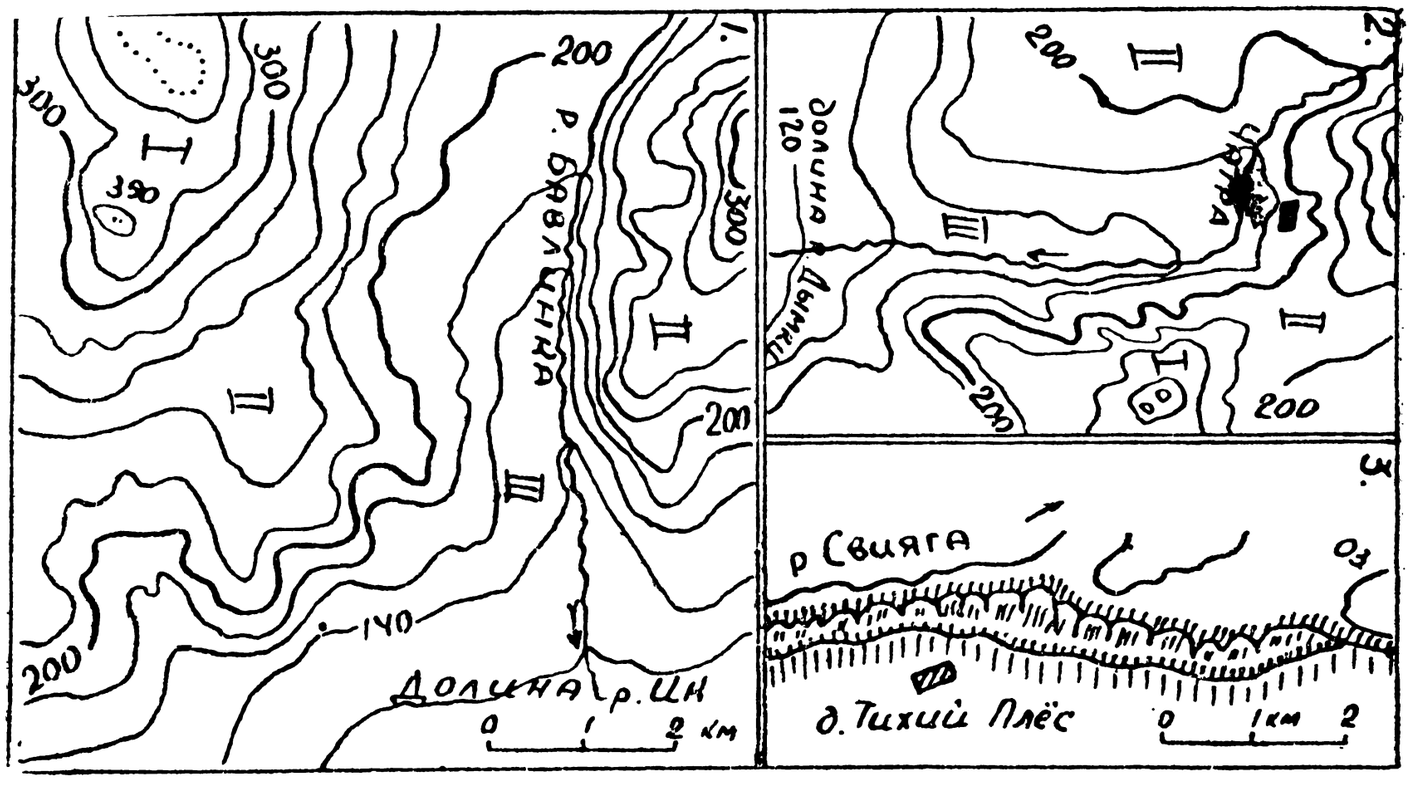



Рис. 21. Примеры уровней развития рельефа.

1. В районе слияния рек Ика и Бавлинки. 2. То же — рек Дымки и р. Чатры. 3. В низовьях Свияги.

Предполагаемые уровни денудации: I. Миоценовый; II. Верхнеплиоценовый; III и следующие — четвертичные (долинные).

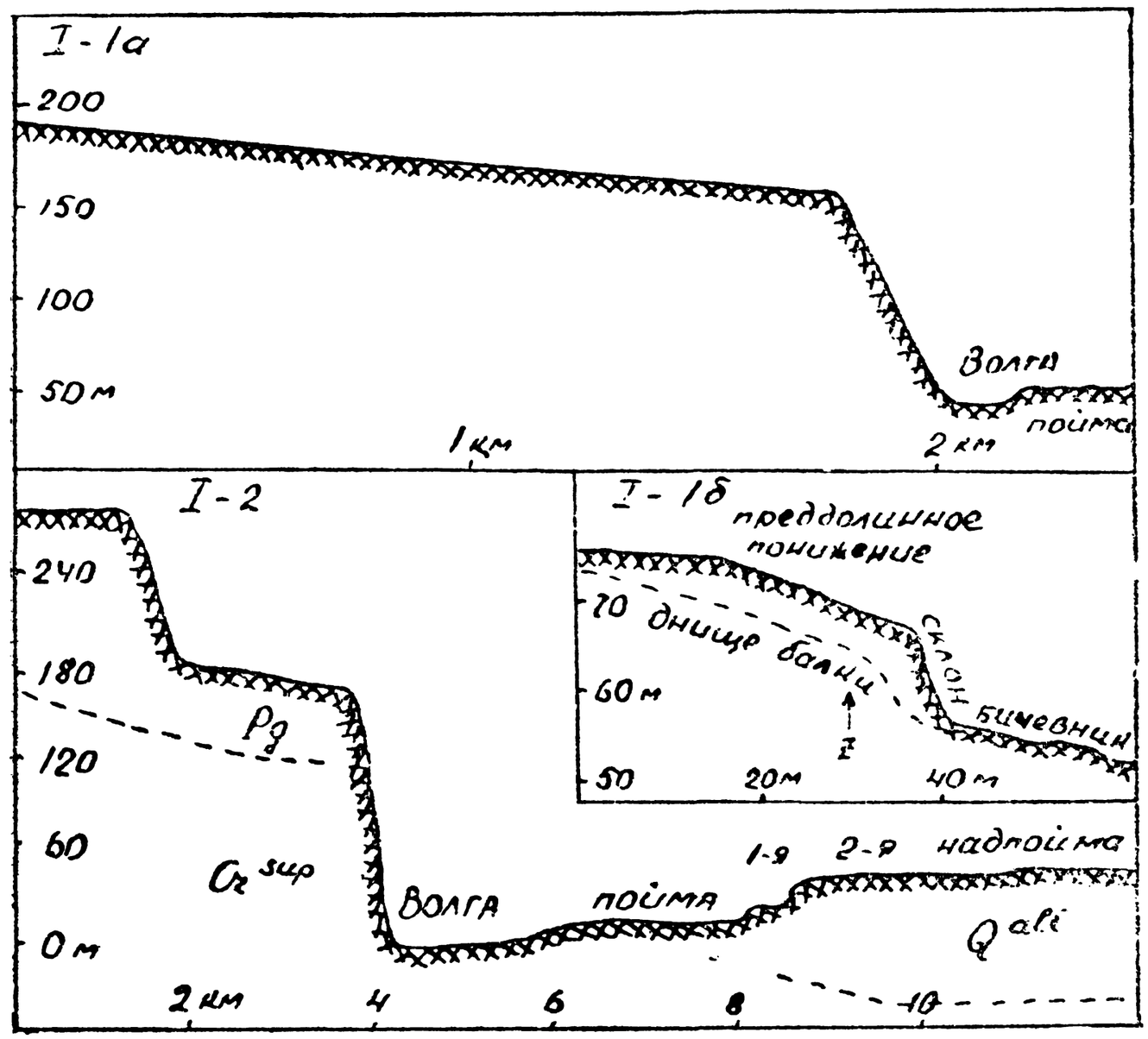



Рис. 17. Поперечные профили склонов первого типа (долина Волги).

I-1а. Высокий склон в 2 *км* ниже Красновидово (к югу от Казани). I-1б. Низкий склон (к ю у от Казани, ниже с. Шеланги). Дан в более крупном масштабе, чем предыдущий. I-2. Разновидность первого типа — террасовый склон. У с. Миллер и с. Белокаменки на нижней Волги (по Е. В. Милановскому).

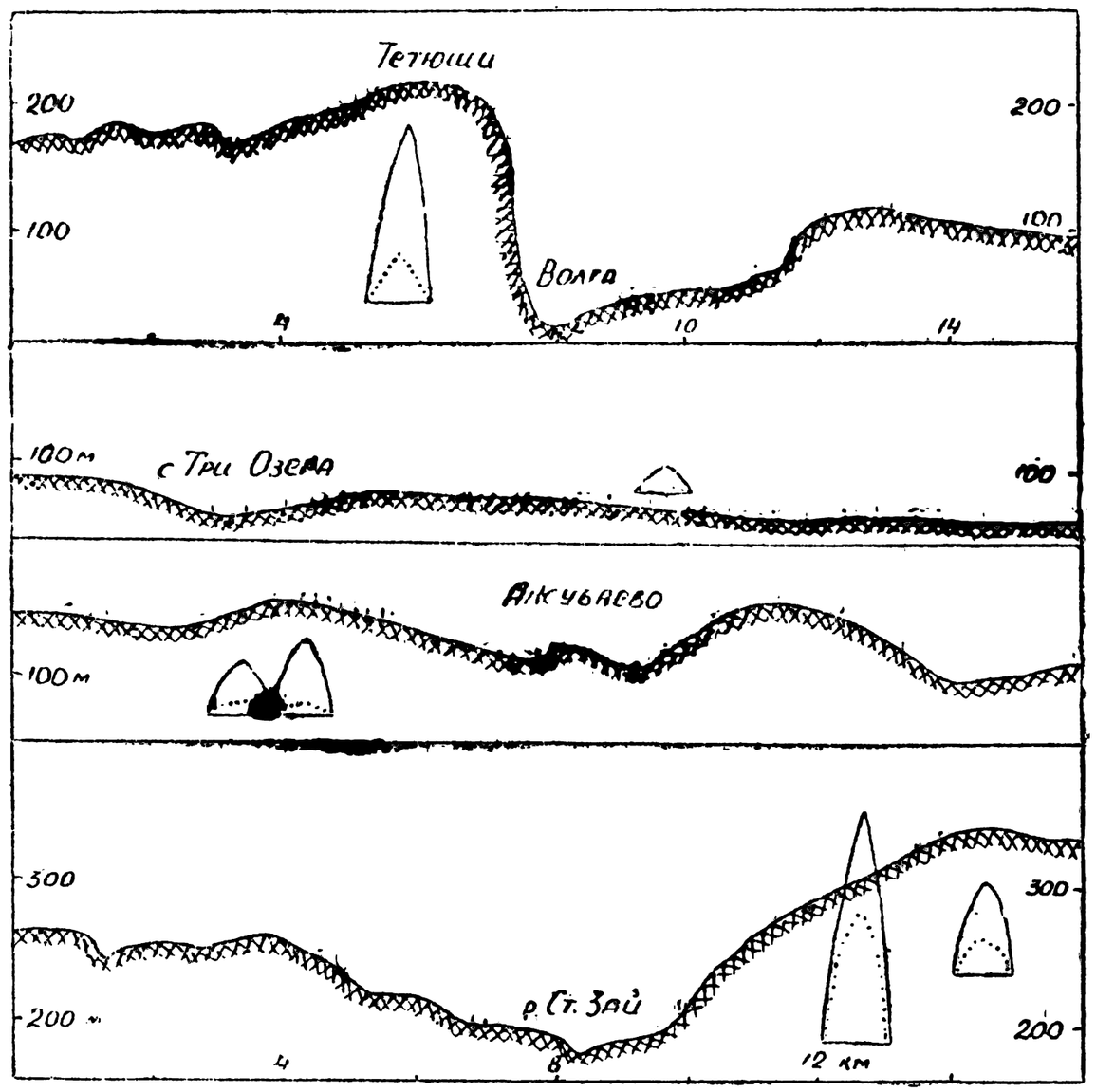



Рис. 13. Фрагменты из основного гипсографического профиля ТАССР (участки четырех планшетов).

1. Приволжская возвышенность и террасы левобережья Волги. 2. Территория верхних террас Волги (Зап. Закамье). 3. Междуречье М. Черемшан-Шешма (Низинное Заволжье—Западное Заволжье). 4. Высокое Заволжье (Восточное Закамье), Бугульминское плато, междуречье Зай—Ик.

Вертикальный масштаб в 20 раз крупнее горизонтального. В профиль вписаны отрезки эллипсовидных фигур, дающие величину диапазона высот (по микроареалам) в каждом планшете профиля. Пунктирная линия — минимальный Dh, сплошная линия — максимальный Dh по данному планшету. Вертикальный масштаб (величина Dh в метрах) такой же, как и самого профиля.

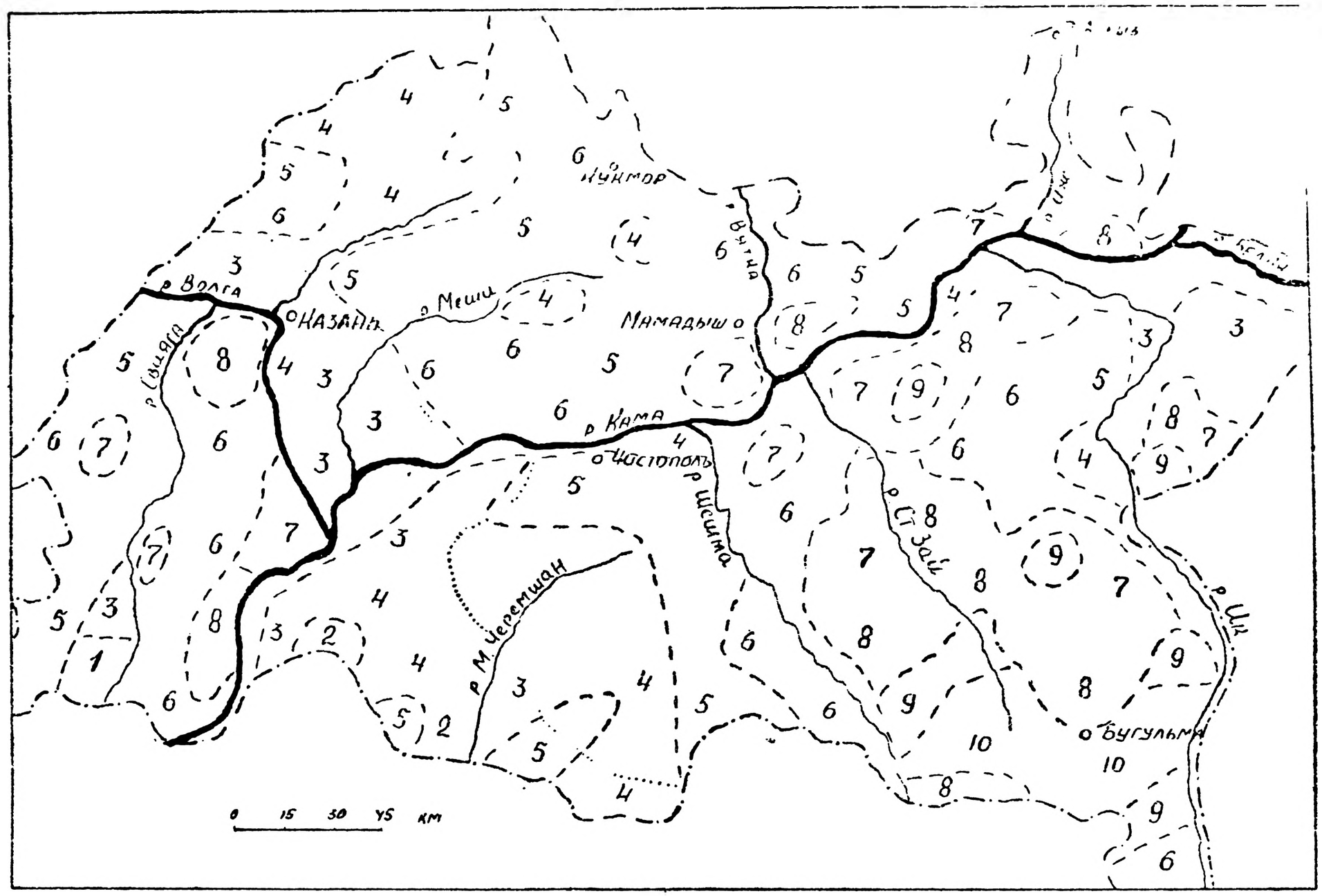



Рис. 8. Картосхема глубины местных базисов эрозии

Глубина базисов—разница абсолютных высот в пределах каждого планшета („энергия рельефа"). Цифры от 1 до 10 означают ступени величины этих глубин местных базисов, с интервалом в 25 *м*. 1 — от 1 до 25 *м*; 2 от 25 до 50 *м*; 3—от 50 до 75 *м*; 4 — от 75 до 100 *м*, 5 —от 100 до 125 *м*; 6 — от 125 до 150 *м*; 7 — от 150 до 175 *м*; 8 — от 175 до 200 *м*; 9 — от 200 до 225 *м*; 10 — от 225 до 250 *м*

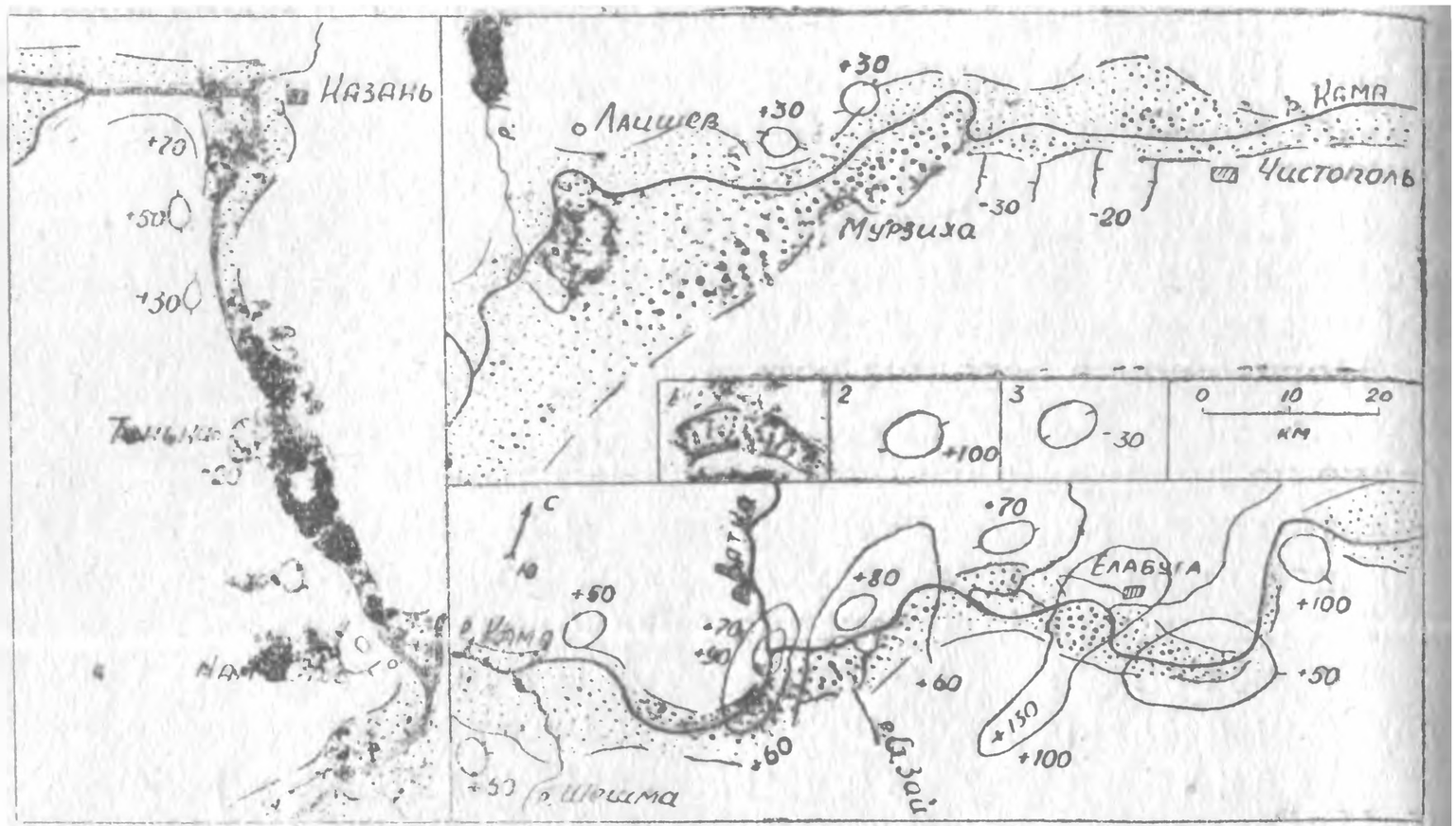



Рис. 14. Расширенные и суженные участки долины Волги и Камы в Татарии в сопоставлении с тектоническими структурами.

1. Долина в пределах поймы и узкой надпойменной террасы. 2. Стратоизогипсы опорного горизонта с положительными отметками. 3. То же — с отрицательными отметками.

Приводимые ниже цифры дают представление о развити

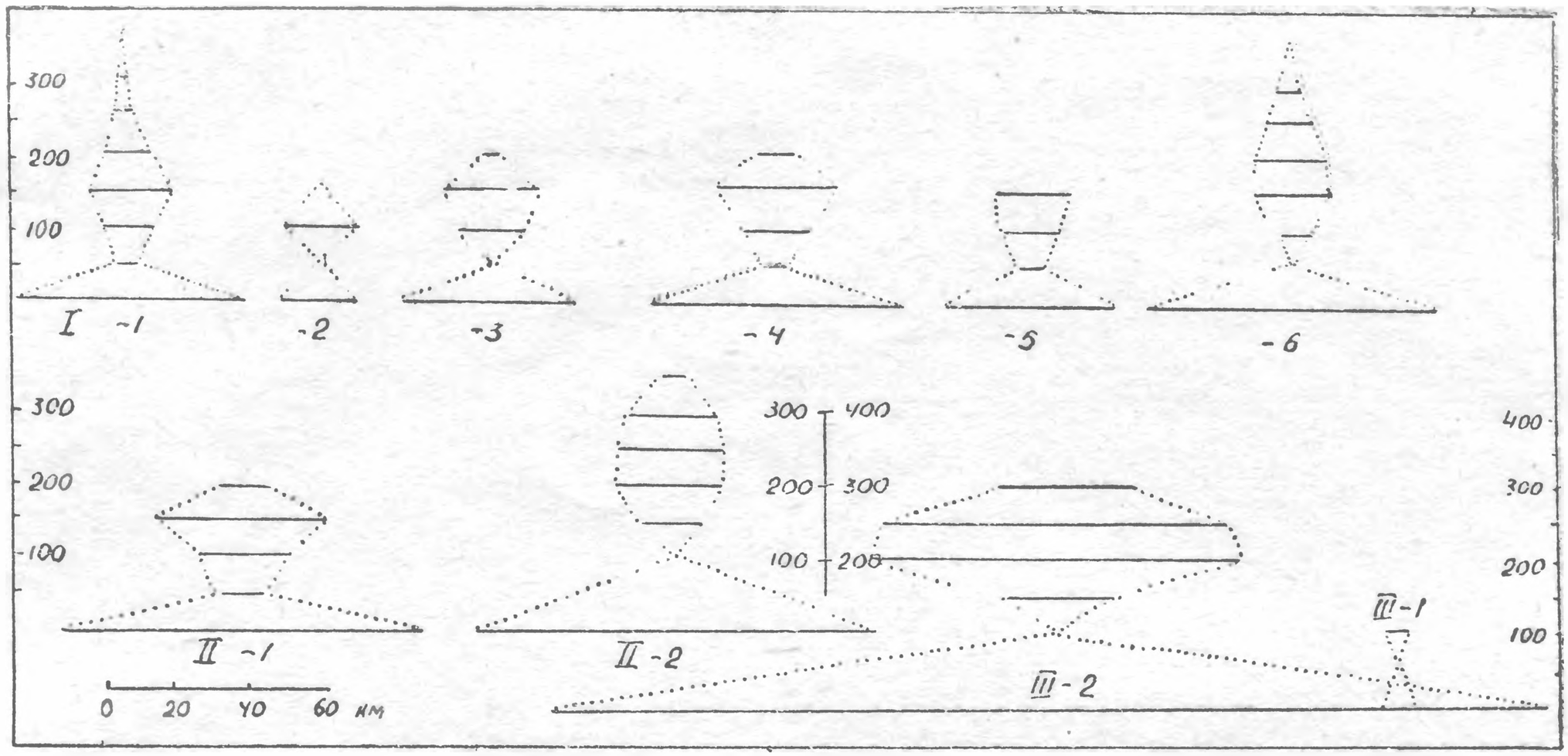



Рис. 10. Диаграммы коэффициентов развития изогипс рельефа в Татарии и в ее частях.

I—1 — по всей Татарии.
I—2 по ареалу XVII (территория верхних террас Волги в Северном Заволжье).
I—3 — территория P (пермских отложений) в Северном Заволжье (до Вятки).
I—4 — Предволжье.
I—5 — Западное Закамье.
I—6 — Восточное Закамье.

II—1 — северная половина междуречья Свияго-Волги (ареал II).
II—2 — южная (самая высокая) часть Бугульминского плато (ареал X).
III-1 — Один планшет в Западном Закамье на территории верхних террас.
III-2 — Один планшет в Бугульминском плато.

Четыре параллельные линии в фигурах дают изогипсометрические коэффициенты: длина изогипс в *км* в расчете на 100 *км*². Линия в основании дает длину всех изогипс — ОИК (общий коэффициент); линии выше (по шкале высот) — ЧИК (частные коэффициенты для отдельных магистральных изогипс.

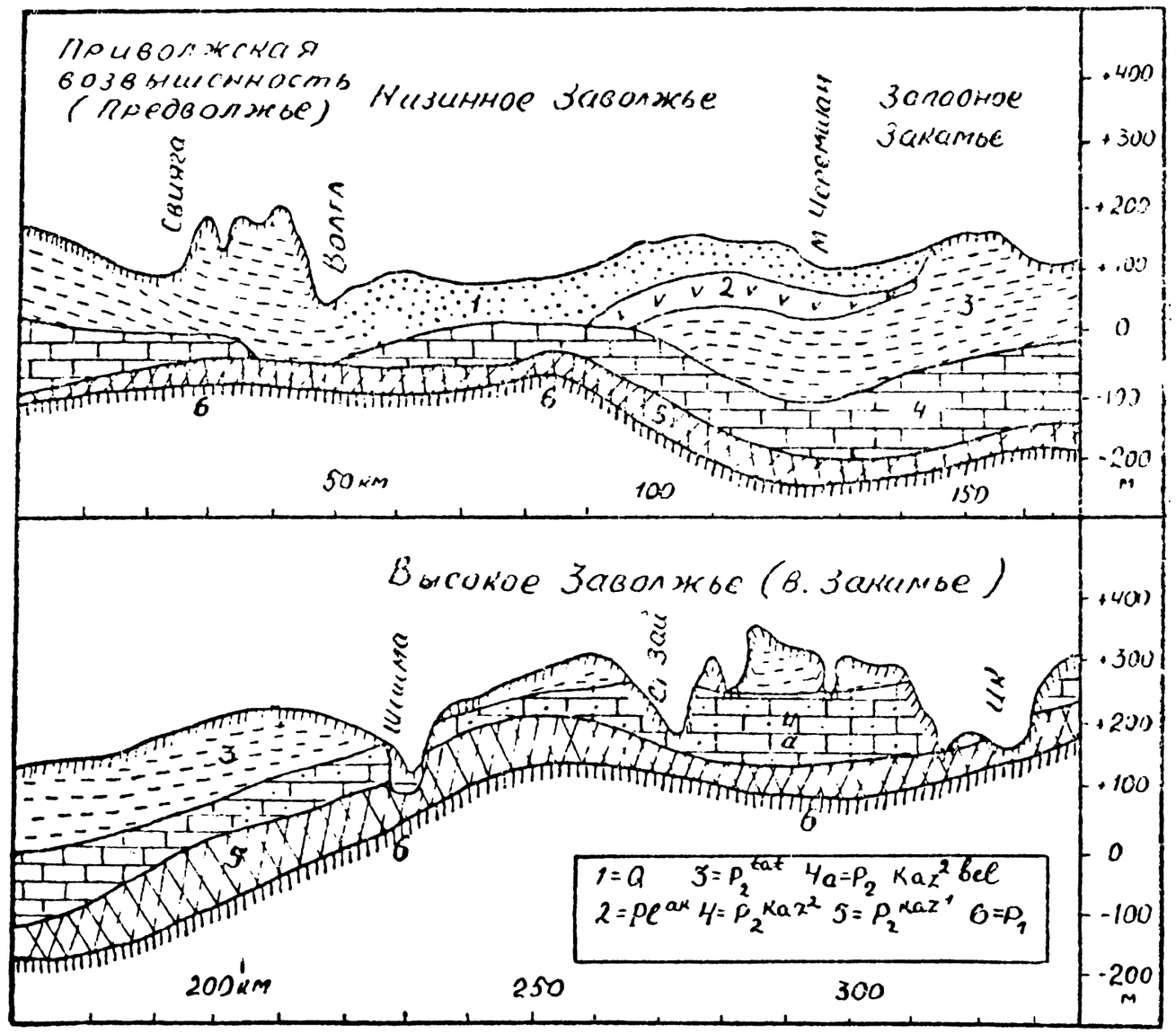



Рис. 4. Основной геоморфологический профиль Татарии (через г. Буинск, г. Тетюши и г. Бугульму).

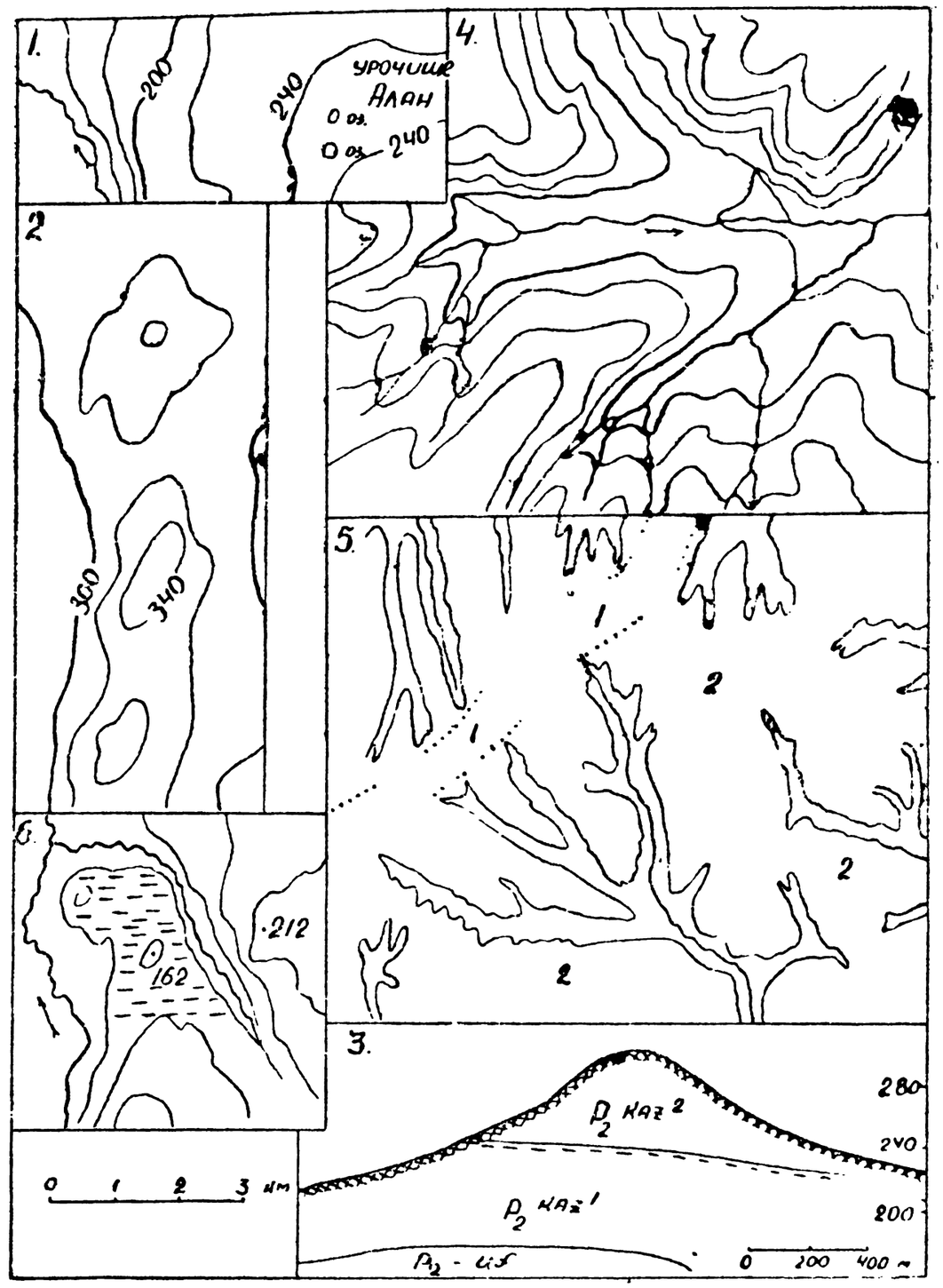



Рис. 11. Рельеф центральных (1—2—3) и боковых зон (4—5—6) междуречий.

1. Плоский, широкий участок центральной зоны, с котловинами — озерками (северо-западная часть междуречья Зай-Мензеля). 2. Участок центральной зоны с внутренними останцами пенеплена (междуречье Б. Зай-Ик, к юго-востоку от г. Бугульмы). 3. Центральная зона в форме остаточного гребня. Татарский ярус смыт (Бугульминское плато, Кудашевское поднятие). 4. Боковая зона, веерообразное расчленение (междуречье Свияга—Волга, к югу от Казани). 5. Узкая центральная зона, развитая южная боковая зона. Цифры 1-1 — центральная зона, 2-2 — сырты второго порядка в боковой зоне (часть междуречья Мёша—Кама). 6. Усиление асимметрии в боковой зоне при трехсторонней денудации. Заштрихован сниженный участок. (Правобережное плато по Средней Шешме).

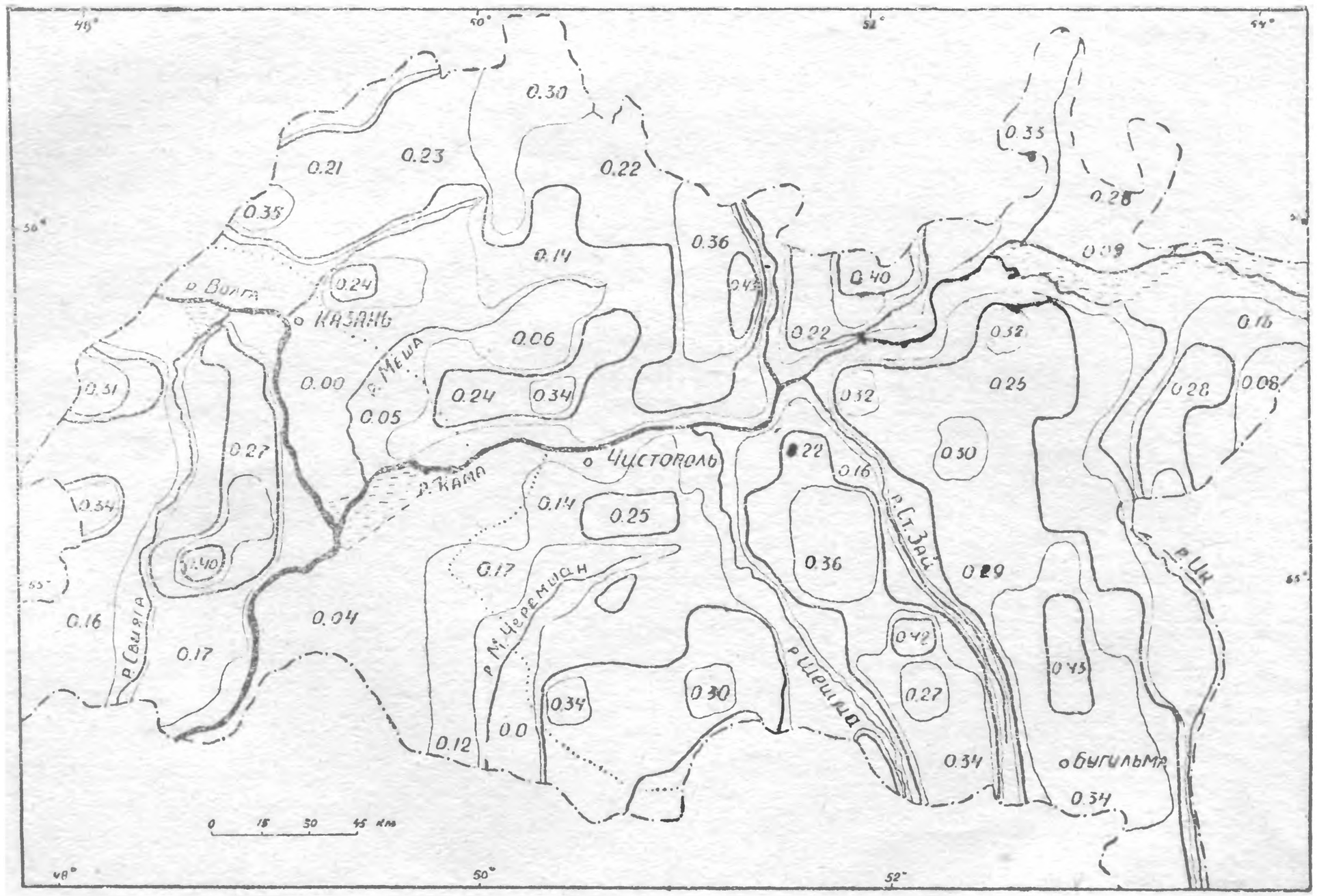



Рис. 5. Карто-схема распределения сети долин по основным междуречьям Татарии

Утолщенные изо-денсы охватывают территорию с коэффициентами 0,20 и 0,40 (включительно). Тонкие изо-денсы — с коэффициентами 0,10 и 0,30. Основные участки поймы (ныне покрытые уровнем Куйбышевского и Камского водохранилищ) — штриховое покрытие. Внешняя граница верхних террас по Волге и Каме — пунктир-

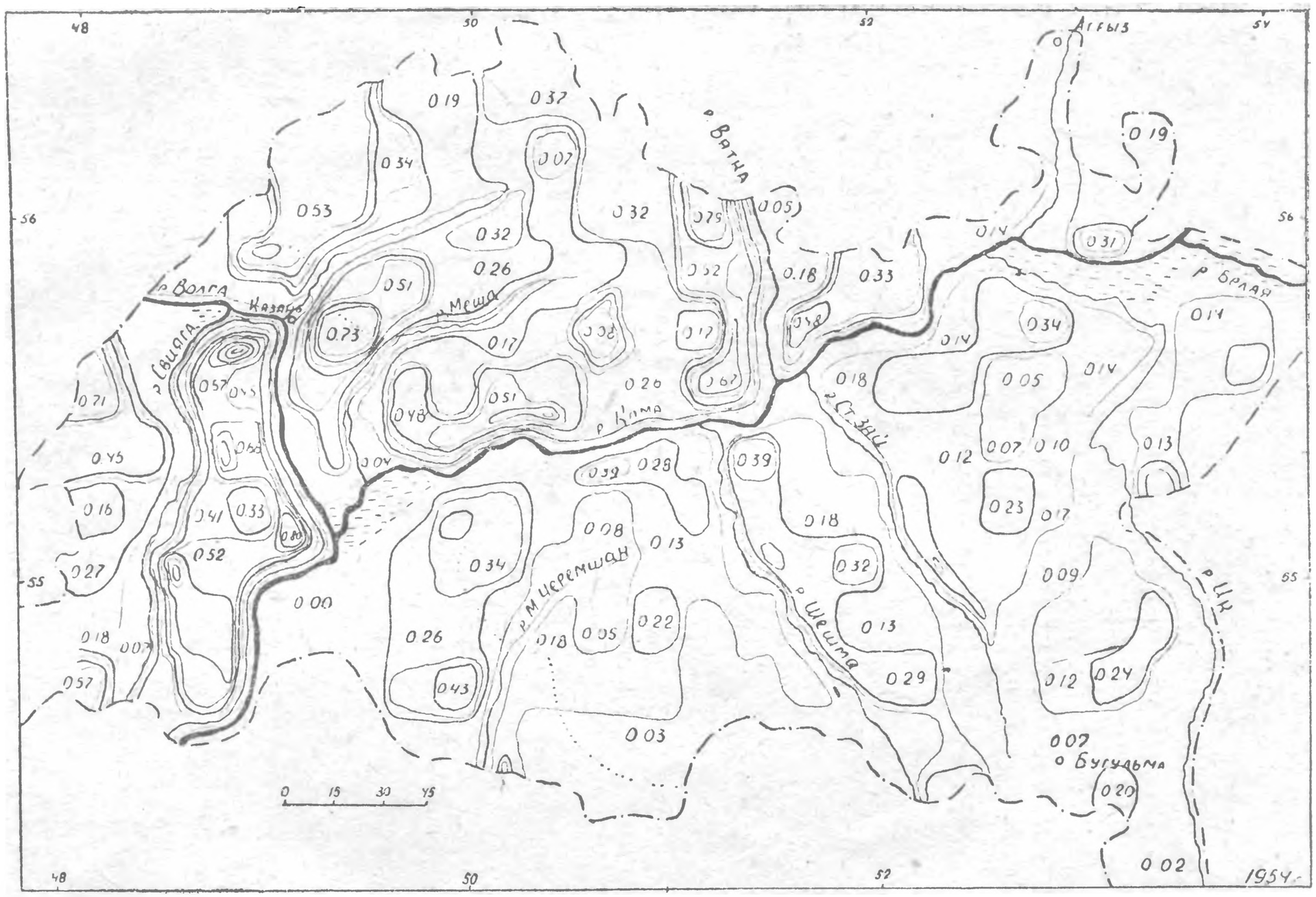



Рис. 6. Картосхема распределения сети оврагов по основным междуречьям Татарии

Утолщенные изо-денсы охватывают территорию с коэффициентами 0,10; 0,30; 0,50:0,70 и 0,90. Основные участки поймы (ныне покрытые уровнем водохранилищ)— штриховое покрытие. Внешняя граница верхних террас по Волге и Каме—пунктирная линия.

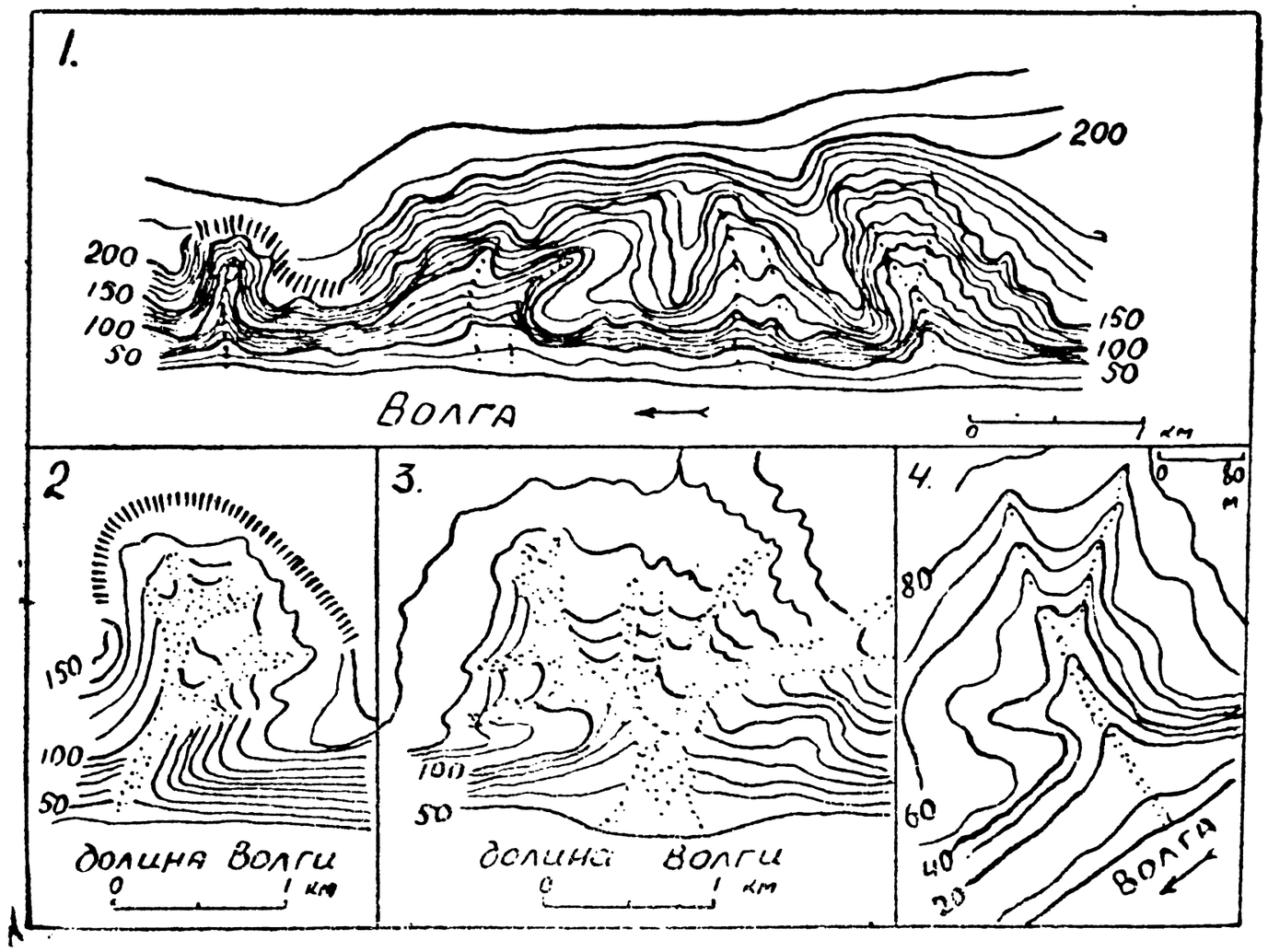



Рис. 20. „Цирки“ крутых склонов Волги.
1, 2, 3 — выше г. Тетюши. 4. Выше г. Казани (у п. Захваткино).

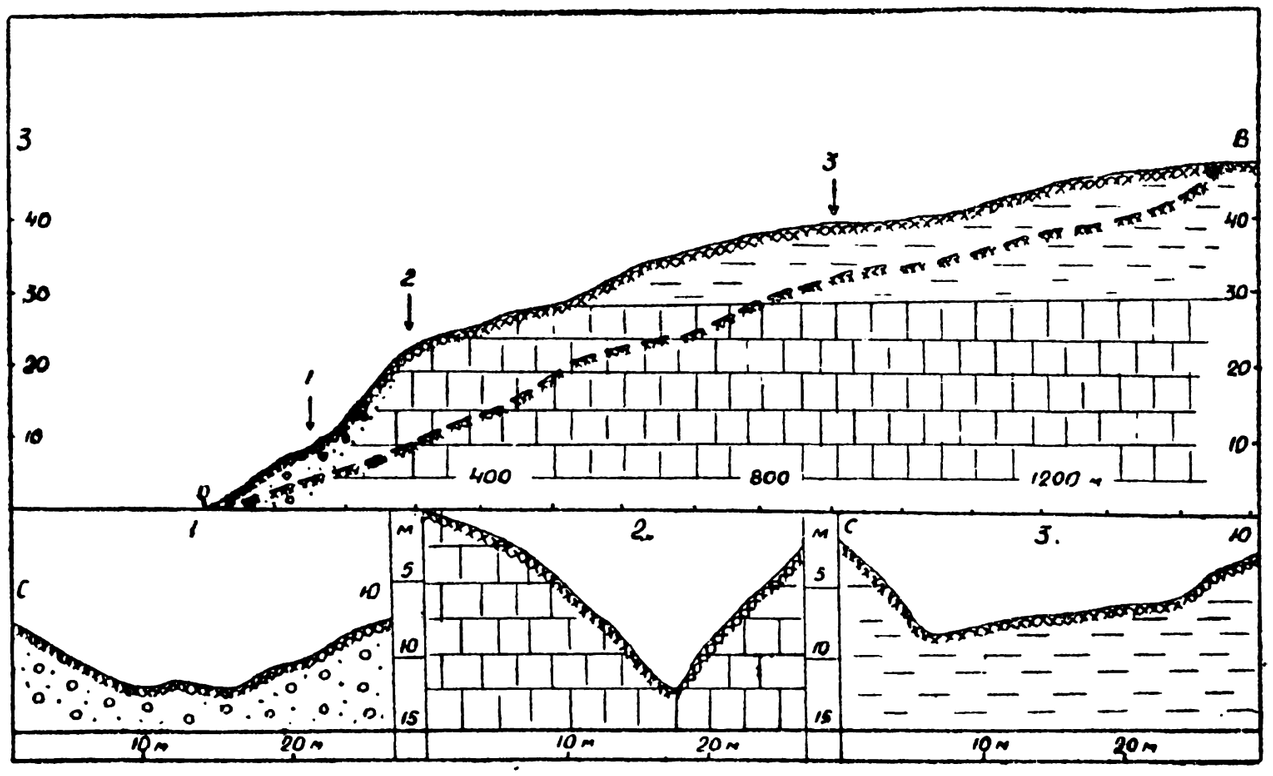



Рис. 7. Профили оврага в склоне возвышенности (к югу от п. Чингиз).

Вверху — продольный профиль дна оврага (штриховая линия). Внизу—поперечные профили: 1—в плаще делювия, близ устья; 2—в толщах Казанского яруса (в нижней части); 3—в толщах татарского яруса (в верхней части оврага). Поперечные профили нормальные—вертикальный и горизонтальный масштаб равны.

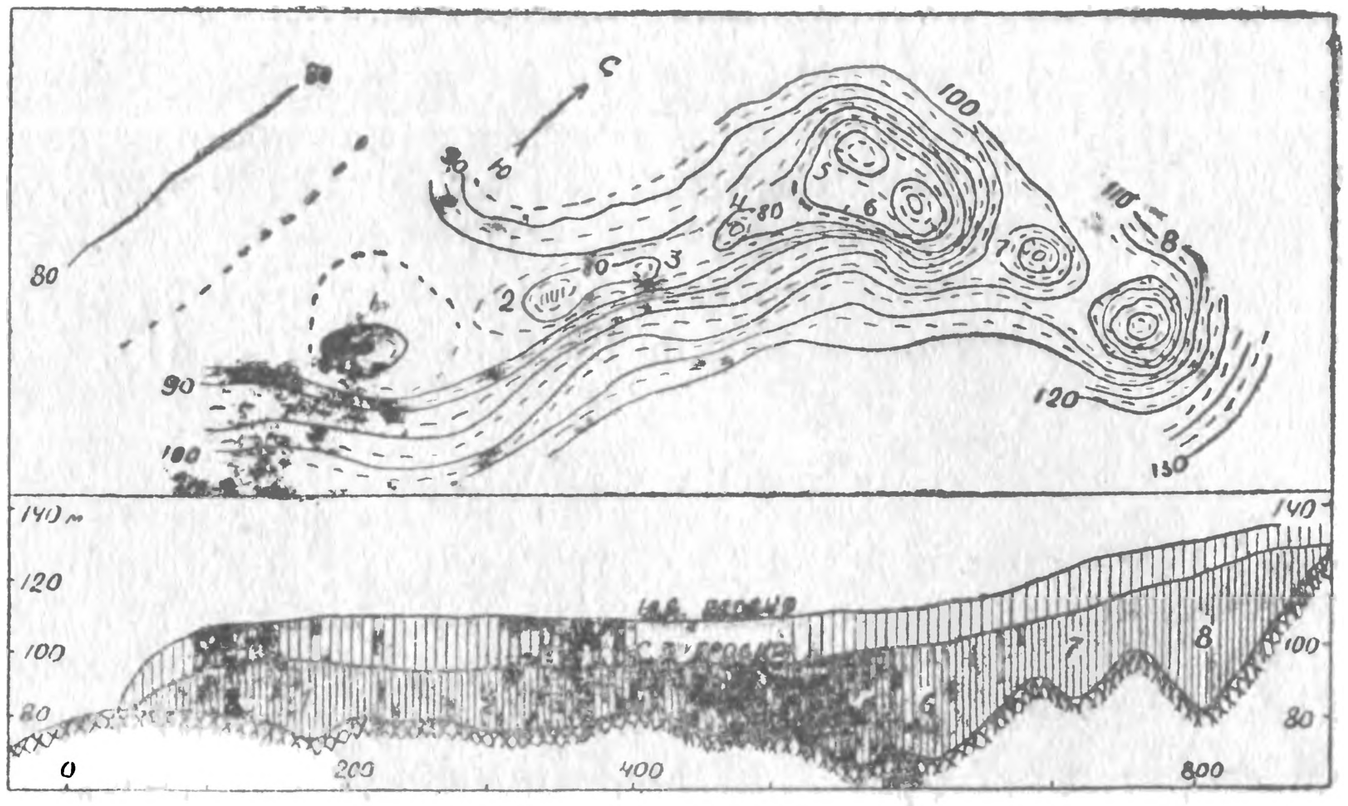



Рис. 15. План и профиль карстовой долины у п. Чингиз близ Казани.
Меридиан магнитный. Отметки высот относительные (близкие к действительности).

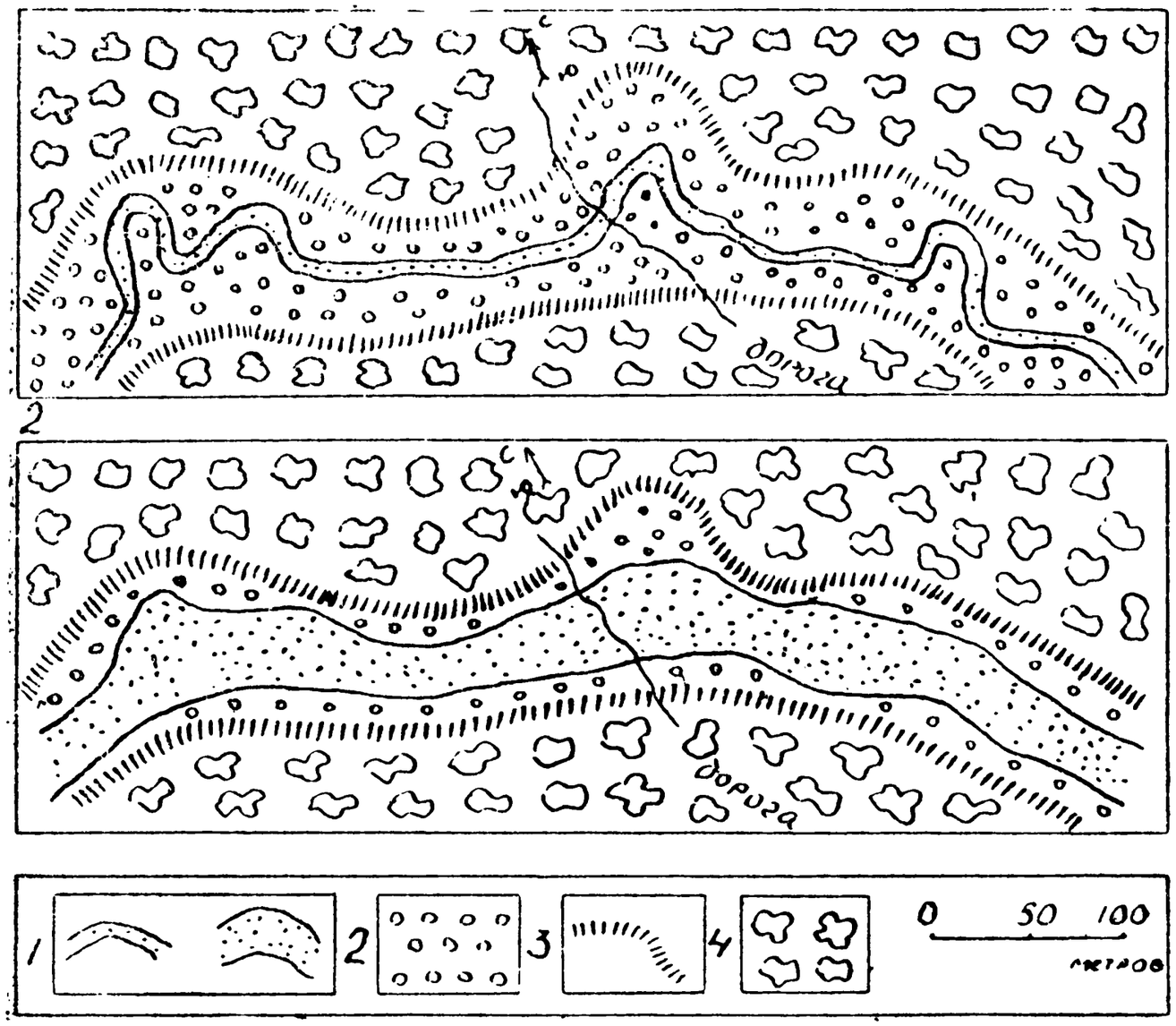



Рис. 12. Эволюция овражно-балочных систем.

1. Балка близ Займища в настоящее время; в стадии образования нового, вторичного овражного русла. 2. Она же в будущем, в стадии затухания вторичной эрозии, с останцами днища балки по краям широкой полосы эрозионных русел второго цикла. В такой форме находятся многие балки у Казани в своих нижних частях.

Условные знаки: 1. Полоса эрозионных русел второго цикла. 2. Днище балки первого цикла. 3. Склоны балки. 4. Поверхность второй надпойменной террасы Волги. 5. Масштаб.