

20.89/2кв)

Г 35

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ЦЕНТРАЛЬНОМ  
ТЯНЬ-ШАНЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АКАДЕМИИ НАУК СССР



П. П. СЕМЕНОВ-ТЯН-ШАНСКИЙ

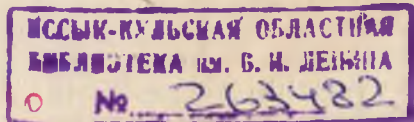
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

26.89(2.4)  
Г-35

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ЦЕНТРАЛЬНОМ  
ТЯНЬ-ШАНЕ

*Сборник, посвященный памяти  
П. П. Семенова-Гян-Шанского*



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА 1953

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР  
член-корреспондент АН СССР И. П. ГЕРАСИМОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН СССР  
М. 1974  
№ 37106  
ИЗДАТЕЛЬСТВО АН СССР  
М. 1974



## ПРЕДИСЛОВИЕ

14 января 1952 г. исполнилось 125 лет со дня рождения выдающегося русского географа и общественного деятеля Петра Петровича Семенова-Тян-Шанского.

Эта замечательная в истории отечественной географической науки дата была отмечена научными собраниями в географических учреждениях нашей страны. Ей, в частности, было посвящено заседание Ученого совета Института географии Академии Наук СССР, состоявшееся 15 февраля 1952 г. На этом заседании были заслушаны краткие доклады Э. М. Мурзаева, С. Н. Рязанцева и Н. Г. Фрадкина о жизни и трудах П. П. Семенова-Тян-Шанского, а также научные сообщения Г. А. Авсюка и И. П. Герасимова, посвященные изложению результатов некоторых новейших географических исследований в Центральном Тянь-Шане.

Ученый совет Института географии АН СССР принял решение опубликовать эти сообщения и некоторые дополнительные научные материалы, выпустив их в виде сборника, посвященного памяти П. П. Семенова-Тян-Шанского.

На основании этого решения и издается настоящий сборник, в который, помимо материалов сообщений<sup>1</sup> на сессии Ученого совета Института географии АН СССР, включено 6 статей, излагающих результаты новейших географических исследований в Центральном Тянь-Шане, проведенных сотрудниками Института географии в районе его высокогорной Тяньшанской физико-географической станции, расположенной в бассейне озера Иссык-Куль.

Включение в состав настоящего сборника, посвященного памяти выдающегося отечественного географа, научных сообщений, излагающих результаты современных географических исследований в районе озера Иссык-Куль, вполне обосновано.

<sup>1</sup> Доклад Н. Г. Фрадкина «Работы П. П. Семенова-Тян-Шанского в области страноведения» был опубликован в «Известиях Академии Наук СССР» (№ 1, 1952) и потому в данный сборник не включен.

Как известно, одним из важнейших этапов научной деятельности П. П. Семенова-Тян-Шанского были его полевые географические исследования в бассейне озера Иссык-Куль, проведенные им в 1856—1857 гг. Эти работы дали исключительно ценные результаты и положили основание всестороннему научному изучению внутренних частей Азиатского материка. Огромное научное значение этих исследований было специально отмечено в 1906 г., по случаю пятидесятилетия, прошедшего со времени путешествия П. П. Семенова на Тянь-Шань, присоединением к его фамилии добавления «Тян-Шанский».

Разнообразная тематика публикуемых в сборнике материалов, посвященных отдельным вопросам палеогеографии, гляциологии, геоморфологии, географии почв, зоогеографии, а также экономической географии района озера Иссык-Куль, как бы отмечает исключительно широкий диапазон научных исследований самого П. П. Семенова-Тян-Шанского.

---

Э. М. Мурзаев и С. Н. Рязанцев

## П. П. СЕМЕНОВ-ТЯН-ШАНСКИЙ

Петр Петрович Семенов-Тян-Шанский прожил большую жизнь, полную труда, творческих исканий, широких научных и общественных интересов. Он принимал непосредственное и деятельное участие в бурном развитии русской науки и общественной деятельности России во второй половине прошлого столетия, особенно после падения крепостного права.

Широкие интересы П. П. Семенова, его способность вносить во все свои работы новое, индивидуальное, идущее от могучей силы таланта мыслителя, позволили биографам писать о нем как об ученом — географе, статистике, ботанике, геологе, зоологе, знатоке голландской живописи и т. д. И действительно, при знакомстве с трудами Петра Петровича поражает разнообразие научных тем, порой очень далеких по содержанию. Нельзя не отметить и многостороннюю работу ученого как организатора, давшую замечательные результаты<sup>1</sup>.

«Если бы к Петру Петровичу обратились с вопросом, какой он из Семеновых — географ, геолог, статистик, знаток живописи или государственный деятель, — он, я уверен, ответил бы, ни минуты не колеблясь, — географ. Ибо география, без сомнения, была его истинным призванием, и этой своей специальностью он неизменно служил на всех своих разнообразных поприщах.

Бывают три типа географов: путешественники, страноведы и организаторы. Петр Петрович был и тем, и другим, и третьим...», — писал Л. С. Берг о П. П. Семенове<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Деятельность П. П. Семенова-Тян-Шанского как географа была весьма многосторонней и продолжительной. В нашей краткой статье она не может быть обрисована сколько-нибудь полно. Поэтому задача данной статьи заключается в том, чтобы познакомить читателя лишь с основными моментами жизни и творчества П. П. Семенова-Тян-Шанского.

<sup>2</sup> Л. С. Берг. Очерки по истории русских географических открытий. 2-е изд. М.—Л., АН СССР, 1949, стр. 320.

П. П. Семенов родился 14 января 1827 г. в семье небогатого помещика (военного в отставке) в селе Урусово Рязанской губернии. Детство Петра Петровича проходило среди привлекательных и разнообразных картин природы средней полосы России. Любовь к русской природе навсегда осталась в сердце будущего ученого, получив конкретное выражение в его трудах. Особенно запомнилось ему путешествие к родственникам в Тамбовскую губернию; этот эпизод вошел в биографию П. П. Семенова как поездка «в степь». Мальчику было тогда только 7 лет.

С 10 лет он уже с интересом наблюдает явления природы, увлекается собиранием растений и насекомых, много читает, прекрасно знает классическую литературу и подолгу сидит над многотомной карамзинской историей, причем особенно тщательно изучает примечания, в которых можно было найти совершенно неожиданные сведения, и уж, конечно, неискушенному мальчику они казались настоящей энциклопедией. Он быстро овладел иностранными языками, читал в оригиналах немецкую и французскую литературу, а с 13 лет и английскую, увлекаясь Вальтером Скоттом, Байроном, Шекспиром. Языки давались Петру Петровичу очень легко, память у него была прекрасная, и много цитат из классиков он помнил до глубокой старости.

Петру Петровичу Семенову было 18 лет, когда он отлично окончил школу гвардейских подпрапорщиков, но военная служба его не прельщала. В 1845 г. он поступил в Петербургский университет на физико-математический факультет, который и окончил через три года. Перед молодым человеком открывалась перспектива, обычная для небогатых дворян того времени, — быть чиновником и исполнительностью и прилежанием добиваться медленного продвижения по трудной бюрократической лестнице в петербургских канцеляриях. Однако и этот путь был отвергнут П. П. Семеновым.

В 1848 г. он совершил свое первое большое путешествие: пешком прошел из Петербурга в Москву, повторяя маршрут А. Н. Радищева. Быть может, впечатления от книги (вышла в 1790 г.) этого страстного революционера толкнули начинающего географа избрать именно это направление, чтобы увидеть горькую долю русского крестьянства, о котором с любовью и горечью писал А. Н. Радищев.

В следующем году Петр Петрович был принят в члены Русского географического общества и поступил на работу в это общество. С этого времени вся последующая жизнь П. П. Семенова неразрывно связана с Географическим обществом. Почти все наиболее замечательные географические исследования и от-

крытия, которые были сделаны русскими географами во второй половине прошлого века, были организованы Русским географическим обществом и вдохновлялись Петром Петровичем.

В 1848—1849 гг. Петр Петрович Семенов участвует в политическом кружке «петрашевцев», который возглавлялся М. В. Петрашевским-Буташевичем. Этот кружок состоял из представителей прогрессивно-демократической прослойки русской интеллигенции. На «пятничных» собраниях «петрашевцев» бывали Белинский, Чернышевский, Салтыков-Щедрин, Плещеев, Панаев и многие другие передовые русские люди. После ареста «петрашевцев» против Петра Петровича также было возбуждено дело, но он не был привлечен к суду, повидимому, вследствие кратковременности участия в работе кружка.

В 1849 г. П. П. Семенов путешествует по центральным областям России. Его влекут родные места. Он посещает Тульскую, Рязанскую, Воронежскую губернии и Область войска донского. Во время этого путешествия ученый собирает материал для магистерской диссертации на тему «Придонская флора в ее отношениях к растительности Европейской России». Диссертация, представленная на соискание степени магистра ботаники, была опубликована в 1851 г.

Тогда же П. П. Семенову был поручен перевод многотомного сочинения Карла Риттера «Землеведение Азии». Работа над «Землеведением» продолжалась многие годы, и благодаря стараниям переводчика русское издание оказалось гораздо полнее оригинала. Помимо различных дополнений П. П. Семенова, очень большие дополнения были сделаны и другими русскими учеными, использовавшими материалы новейших для того времени русских исследований в Азии. В предисловии к I тому П. П. Семенов изложил свое понимание предмета географии и задач этой науки. На его взглядах по этим вопросам мы остановимся ниже.

Тщательными трудами П. П. Семенова и его сотрудников риттерова «Азия» в русском издании превратилась в новый вполне оригинальный научный труд.

В 1852 г. Петр Петрович путешествовал по Западной Европе. В Германии он слушал лекции К. Риттера и встречался с А. Гумбольдтом, который был ярким представителем «вулканического» направления в геологии и горообразовании. Исследуя Южную Америку и наблюдая там широкое развитие вулканизма, А. Гумбольдт проникся убеждением, что и в Азии все величайшие горные поднятия созданы вулканическими силами.

К. Риттер высоко ценил способности и знания молодого Семенова. Вот что пишет сам Петр Петрович: «Старый Риттер,

познакомившись со мною, чрезвычайно полюбил меня, как своего переводчика и комментатора, и отсылал ко мне всех интересовавшихся географией застенной Китайской империи и вообще Центральной Азии, говоря им, что с настоящим положением географических сведений об этих частях Азии я знаком ближе, чем он сам»<sup>1</sup>.

С целью подготовки к своим путешествиям по Азии, что было его давнишней мечтой, Петр Петрович предпринимает ряд экскурсий. Он знакомится с ледниковыми районами швейцарских Альп и посещает вулканические районы Италии, где особенно тщательно им изучается Везувий.

Весной 1856 г. план Петра Петровича Семенова осуществляется. Он едет в Азию и сначала избирает маршрут на Алтай. Тяньшанскому путешествию посвящена большая литература, но, конечно, интереснее других книг и статей — мемуары, написанные самим путешественником<sup>2</sup>. На стр. 36 он признается, что желание проникнуть в Тянь-Шань было его секретом, так как нельзя было надеяться на сочувствие к этому делу царского правительства, наоборот, Министерство иностранных дел оказало бы сильное противодействие, оберегая азиатские страны от науки и русских путешественников, хотя одновременно в Германии широко оповещалось о снаряжении экспедиции братьев Шлагинтейт в Центральную Азию из Индии.

Петр Петрович из Семипалатинска, продвигаясь на юг, достиг Тянь-Шаня, и из Верного (ныне г. Алма-Ата) перевалил через горы к озеру Иссык-Куль, прошел к западному его окончанию и через Боамское ущелье и верховья Чуйской долины вернулся в Верный. Кроме этого, П. П. Семенов совершил несколько экскурсий в окрестностях Верного и дошел до Кульджи.

В 1857 г. ему уже удалось проникнуть вглубь Тянь-Шаня гораздо дальше. На этот раз он прошел к восточной оконечности Иссык-Куля, откуда, перевалив хребет Терскей-Ала-Тау, достиг тяньшанских сыртов и вышел к истокам Сары-Джаса, несущего свои воды уже в Центральную Азию. Кроме того, путешественник из котловины Иссык-Куля поднялся на хребет Терскей и через перевал Джуука (Заука) вышел к истокам р. Нарына. На обратном пути от Иссык-Куля в Верный вновь были пересечены хребты Кунгей и Заилийский.

Исследования Петра Петровича на Тянь-Шане открыли но-

<sup>1</sup> Л. С. Берг. Очерки по истории русских географических открытий. 2-е изд. М.—Л., АН СССР, 1949, стр. 322.

<sup>2</sup> П. П. Семенов-Тянь-Шанский. Путешествие в Тянь-Шань в 1856—1857 годах. М., 1946.

вую эру в изучении этой горной страны. Результаты его работ надолго определили развитие научных представлений о горах Средней Азии и положили начало их систематическому изучению.

Научные результаты путешествий в Тянь-Шань оказались по тому времени замечательными, полными новизны. Они, в основном, сводятся к следующему.

1. П. П. Семенов доказал, что господствующее представление в науке, автором которого был А. Гумбольдт, о вулканизме гор Средней и Центральной Азии — неверно. Вулканических явлений там нет. Это тем более примечательно, что, отправляясь на Тянь-Шань, П. П. Семенов был убежденным сторонником вулканизма. Его статья «О вулканических явлениях внутренней Азии», напечатанная в Вестнике Русского географического общества (1856, ч. 17, кн. 4), в этом отношении была очень показательна.

В этой статье был произведен анализ материалов вулканических явлений в бассейне р. Нонни в Маньчжурии, где вулканы действовали еще в 1721—1722 гг. Он позволил автору прийти к выводу, что приуроченность вулканов к морским побережьям оказывается отнюдь не обязательной и что внутриматериковая Азия несет ясные следы молодых вулканических излияний. Мы знаем теперь, что в четвертичное время вулканы существовали значительно западнее Большого Хингана, вплоть до Восточного Саяна и Хангая.

Но на Тянь-Шане молодых вулканов не оказалось, никаких признаков их не было обнаружено ни на одном из тяньшанских маршрутов П. П. Семенова.

2. П. П. Семенов впервые для Средней Азии показал смену ландшафтов в горах. Данная им картина географических поясов Заилийского Ала-Тау стала широко известной и была положена в основу последующих схем Н. А. Северцова и А. Н. Краснова. П. П. Семенов выделяет на Тянь-Шане шесть зон: степную (два яруса — нижний и верхний), культурную или садовую, хвойную или субальпийскую, нижеальпийскую, верхнеальпийскую и снеговую (выше 3300 м).

Высота снеговой линии оказалась, по наблюдениям П. П. Семенова, весьма значительной и не соответствовала положению ее в горных странах Европы и на Кавказе, расположенных на тех же широтах. Высокое положение снеговой линии объясняется П. П. Семеновым большой сухостью Тянь-Шаня. А. Гумбольдт полагал, что П. П. Семенов ошибся в определении границы вечного снега, но, как показали последующие исследования, для ряда хребтов внутреннего Тянь-Шаня положение

снеговой линии оказалось еще более высоким (хребет Кок-Шаал-Тау — 4200—4300 м, хребты, окружающие озеро Кара-Куль, — до 5500 м).

З. П. П. Семенов считал, что важным результатом его исследований на Тянь-Шане было установление факта существования обширного горного оледенения в Средней Азии. До путешествия Петра Петровича то грандиозное оледенение, которое там в действительности существует, казалось мало вероятным, так как трудно было предположить, что Тянь-Шань, окруженный со всех сторон величайшими пустынями Азии — Такла-Маканом, Гоби, пустынями Семиречья и Турана, имея сухой климат и обильную солнечную радиацию, обладал бы мощными ледниками. Но данные, привезенные из экспедиции П. П. Семеновым, говорили о значительном оледенении Тянь-Шаня.

Мы теперь знаем ледники Средней Азии как величайшие ледниковые образования умеренных широт земного шара, равных которым нет во всем мире. Ледник Федченко, ледник Иньльчек и многие другие протянулись на десятки километров, образуя сложные узлы оледенения в массиве Хан-Тенгри, в хребтах Ак-Шийряк, Академии Наук и других. Как же объяснить парадоксальное явление большой сухости Тянь-Шаня и Памира, пустынности окружающих их равнин и наличия грандиозного оледенения гор Средней Азии?

В настоящее время установлено, что внешние горные цепи Средней Азии или совсем не несут ледников, или имеют их в очень небольшом количестве и небольших размеров. Эти горы — Киргизский, Ферганский, Алайский, Туркестанский и другие хребты, граничащие с пустынями, обладают очень малой суммарной площадью оледенения. Это хорошо иллюстрируется сравнительной площадью оледенения, скажем, Киргизского хребта и Терекее. У последнего площадь, покрытая ледниками, в четыре раза больше, чем у первого, при незначительном среднем превышении Терекее. Если же взять основные узлы поднятий Кок-Шаал-Тау, Хан-Тенгри, Памира, Дарваза, то заметно, как резко увеличивается площадь оледенения по мере возрастания абсолютных высот, в зависимости от удаленности от внешних влияний пустынь и наличия окаймляющих горных хребтов, затрудняющих проникновение сухих не местных ветров, что способствует сохранению снега и льда.

4. П. П. Семенов установил ошибку К. Риттера и А. Гумбольдта, считавших, что р. Чу вытекает из озера Иссык-Куль. Он описывает болото, расположенное у поворота р. Чу в Боамское ущелье, питающееся водами р. Чу. От болота течет в Иссык-Куль небольшой проток Кутемалды.

На основании наличия озерных террас, сложенных из красных конгломератов (которые являются, по предположению П. П. Семенова, осадками озера) с наклонными к озеру пластами, можно было предположить, что озеро ранее имело более высокий уровень. Это предположение подтверждается еще тем, что р. Кочкор не могла прорвать хребет и образовать Боамское ущелье; последнее произошло путем прорыва вод озера Иссык-Куль, что и привело к понижению его уровня. До этого момента р. Кочкор была одним из многочисленных притоков озера. После сокращения площади озера Кочкор и Чу соединились. Таким образом, П. П. Семенов первый высказал мнение, что Боамское ущелье является «долиной прорыва». Значительно позже, а именно в 1903 г., другой исследователь Иссык-Куля — Л. С. Берг — присоединился к этому предположению<sup>1</sup>.

5. П. П. Семеновым было раскрыто орографическое и геологическое строение северного Тянь-Шаня, намечены линии поднятий и глубоких межгорных впадин. По П. П. Семенову, главные породы, слагающие цепи Заилийского и Кунгей-Ала-Тау, представлены гранитами и сиенитами. Широтные понижения, в которых протекают реки Большой Кемин и Чилик, являются синклиналями, образовавшимися от одновременного поднятия двух параллельных друг другу хребтов. При этом путешественник отмечал широкое развитие осадочных пород по межгорным котловинам, в прошлом нередко замкнутым и заполненным озерами, ванны которых долгое время были областями сноса, отложений и седиментации.

Знакомые нам названия хребтов — Джунгарский Ала-Тау, Заилийский Ала-Тау и другие — введены в географию П. П. Семеновым. Отметим, что в хребет Заилийский Ала-Тау он включал и Кунгей, ныне справедливо считающийся самостоятельной цепью, отделенной широтными долинами рек Кемин и Чилик.

6. Петр Петрович Семенов открыл для науки Тянь-Шань, его природу, ибо был первым европейским ученым, посетившим его и оставившим глубокий след в науке. До него, в 1722 г., капитан Иван Унковский посетил Джунгарию, однако был ли он на Иссык-Куле — так и осталось неизвестным. Восточная оконечность озера нашла отражение на карте Унковского, с востока последними пунктами отмечены две реки, впадающие в озеро, — Тюп и Джергалан<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Более подробно о взаимоотношениях Чу и Иссык-Куля см. статью И. П. Герасимова в настоящем сборнике. И. П. Герасимов по-иному освещает этот интересный вопрос палеогеографии Тянь-Шаня.

<sup>2</sup> Посольство к зюнгарскому хун-тайчжи Цэван-Рабтану капитана от артиллерии Ивана Унковского и путевой журнал его за 1722—1724 го-

Петр Петрович Семенов впервые нарисовал действительную картину внутренних частей азиатского материка, не ограничившись только сбором материала по геологии, рельефу и растительности. От наблюдательного путешественника не ускользнули и этнографические и экономические вопросы. Это путешествие П. П. Семенова оставило глубокий след в истории исследований Средней Азии и оказало влияние на развитие последующих работ в этой части материка. Одновременно оно, как это часто бывает, определило формирование П. П. Семенова как ученого с разносторонними и широкими интересами. И недаром к материалам путешествия в Тянь-Шань и к среднеазиатским темам П. П. Семенов охотно возвращался в течение всей своей долгой жизни, внимательно следя за успехами русской науки в исследовании этого замечательного края.

Вся последующая жизнь Петра Петровича Семенова была связана с деятельностью Русского географического общества. В 1860 г. он избирается председателем Отделения физической географии, а в 1873 г. вице-председателем Общества, т. е. фактическим его руководителем. Именно его заботами были снаряжены славные экспедиции Н. Н. Миклухо-Маклая, Н. М. Пржевальского, Г. Н. Потанина, М. В. Певцова, Г. Е. Грумм-Гржимайло, В. А. Обручева, П. К. Козлова; именно благодаря его научному и организационному руководству наши познания Азиатской России и зарубежной Азии были продвинуты далеко вперед; именно благодаря его энергии и труду в последней четверти прошлого столетия мы получили ряд крупных обобщающих сводных работ по географии нашего отечества.

В творчестве Петра Петровича можно наметить следующие черты, характеризующие его как ученого и общественного деятеля.

Истоки географических интересов П. П. Семенова лежат в геологии и ботанике. В прошлом, когда не было специального географического образования, многие ученые-натуралисты становились географами потому, что их широкие научные интересы неизбежно приводили к сравнительным географическим обобщениям. И кто однажды стал на этот путь, тот уже в своих работах пользовался географическим материалом и приходил, по существу, к географическим выводам, даже если они каса-

---

ды. Документы, изданные с предисловием и примечаниями Н. И. Веселовского. «Зан. Русск. геогр. об-ва по этнографии», т. 10, вып. 2. СПб., 1887.

лись конкретно распределения растительности, животного мира, типов погоды и т. д. Этот увлекательный путь прошли многие русские естествоиспытатели, и исторически так сложилось, что развитие физической географии шло более всего по двум линиям — геологической и биологической (особенно ботаники и зоологии).

Первая линия представлена в географии такими выдающимися учеными, как И. В. Мушкетов, П. А. Кропоткин, И. Д. Черский, В. А. Обручев и другие, а вторая линия — такими именами, как Н. А. Северцов, С. И. Коржинский, В. В. Докучаев, А. П. Федченко, А. Н. Краснов, Г. И. Танфильев, И. М. Крашенинников, В. Н. Сукачев, труды которых весьма близки физико-географам. И многие из перечисленных лиц считают себя и географами. Не случайно, что и Петр Петрович Семенов свои две первые научные работы посвятил геологии и ботанике. Автору тогда было только 23—24 года. Первая работа называлась «Несколько заметок о границах геологических формаций в средней и южной России» (1850), вторая — «О важности ботанико-географических исследований в России» (1851).

Мы уже упоминали о необычайной разносторонности его научных интересов. Создание оригинальных научных работ по самым различным отраслям знания — это, конечно, признак большого таланта.

Среди статей и книг П. П. Семенова можно найти такие, как: «Записка по вопросу об отмелении Азовского моря» (1860); «О верхних девонских пластах средней России» (1864); «Населенность Европейской России в зависимости от причин, обусловливающих распределение населения империи» (1871); «По вопросу об общественной благотворительности в России...» (1875); «Мураевенская волость» в сборнике материалов для изучения сельской поземельной общины (1880); «О возвращении Аму-Дарьи в Каспийское море» (1882); «Краткое руководство для собирания жуков или жесткокрылых (Coleoptera) и бабочек или чешуекрылых (Lepidoptera)» (1882); «Общий обзор коневодства по данным переписи 1882 г.» (1883); «Этюды по истории нидерландской живописи» (2 тома, 1885 и 1890); «Живописная Россия» (тт. 1—12, 1881—1885)<sup>1</sup>; «Речь на юбилее И. К. Айвазовского» (1887); «Характерные выводы из первой всеобщей переписи» (1897); «Эпоха освобождения крестьян» (2 тома, 1911 и 1913) и т. д.

<sup>1</sup> П. П. Семенову принадлежит общая редакция этого издания; кроме того, им было написано для него несколько статей и обзоров.

Только высоко одаренному человеку и только ученому, не знающему ни усталости, ни отдыха, было под силу такое разнообразие тематики научных исследований. Для характеристики любознательности Петра Петровича и широты его интересов показателен случай с изучением китайского языка, который привлек его внимание как географа-азиатоведа. По его признанию, он не научился говорить по-китайски, но познал строй и систему этого языка, а знание китайской истории ему очень пригодилось в научной работе.

Другая особенность П. П. Семенова как географа заключается в широком понимании задач географической науки. Он отличал географию в обширном и узком смысле, когда писал: «В обширном смысле предмет ее есть полное исследование земного шара... В этом смысле география есть действительно не наука, а целая естественная группа наук». В узком понимании предмета нашей науки, по П. П. Семенову география представляет «описание как постоянных, неизгладимых веками черт ее, набросанных самою природою, так и переменных, изгладимых, произведенных рукою человеческою» (из предисловия к русскому изданию «Землеведения Азии» К. Риттера, т. 1, СПб., 1856).

П. П. Семенов неоднократно подчеркивал важнейшее значение сводных географических работ и своим трудом показал пример создания крупных монографий, не потерявших своего научного значения и в наше время.

В одной из рецензий П. П. Семенов писал, что не только по количеству фактов можно оценить географическую работу: «Наука не довольствуется одними сырыми материалами самостоятельных наблюдений..., не соединенных общим взглядом. Она требует слияния в стройное целое; для нее необходимо иногда осмотреться, охватить одним общим взглядом все, что сделано в известных по предмету или местности рамках,— с этой точки зрения всякая, даже коммендиарная монография имеет высокий интерес и значение. Дело только в том, в какой степени она удовлетворяет требованиям науки относительно своей полноты, верности и талантливости изложения»<sup>1</sup>. Эти слова не потеряли и сейчас своего значения, лишний раз напоминая о необходимости создания обобщающих географических работ географического содержания.

Среди больших обобщающих географических работ П. П. Семенова до сих пор представляют интерес: «Живописная Россия»,

<sup>1</sup> Рец. П. П. Семенова на кн. К. Церенера «Описание Пермской губернии». «Вестн. Русск. геогр. об-ва», ч. 7, отд. 6. СПб., 1853, стр. 37.

«Географическо-статистический словарь Российской империи» (5 томов), «История полувековой деятельности Русского географического общества» (3 тома). В одной из своих работ по статистике поземельной собственности<sup>1</sup> Петр Петрович дает пример географического районирования Европейской части России с учетом экономических и физико-географических особенностей. Им было выделено 12 областей: Крайняя северная, Приозерная, Прибалтийская, Московская промышленная, Центральная земледельческая, Приуральская, Нижневолжская, Малороссийская, Новороссийская, Юго-Западная, Белорусская, Литовская. Это районирование в течение долгого времени было общепринятым и прочно вошло в литературу.

Петр Петрович Семенов — русский ученый. Его любовь к Родине, ее народам и природе не носила декларативного характера, а конкретно воплощалась в его трудах и всей общественной деятельности. Ни одно крупное экономическое и географическое мероприятие второй половины прошлого столетия не проходило без участия П. П. Семенова. Таковы географическое изучение нашей и зарубежной Азии, первая всероссийская перепись населения 1897 г., изучение поземельной экономики.

П. П. Семенов ввел в науку много русских народных терминов, взамен господствовавших немецких. Весьма обычные теперь простые термины: нагорье, котловина и многие другие были впервые употреблены в работах П. П. Семенова.

Петр Петрович неоднократно подчеркивал значение русского языка для науки и значение науки для народа. Поразительно верные, но полные новизны для своего времени мысли высказал он о задачах науки, которая «не есть туманное отвлечение схоластических умов, она есть... познание окружающих предметов и сил природы, умение подчинить их своей власти, употребить их для нужд своих и потребностей. Без нее невозможен не только умственный прогресс поколений, но даже и успех материального их благосостояния. Поэтому стремление каждого ученого, если он не желает оставаться холодным космополитом, а хочет жить одной жизнью со своими соотечественниками, должно быть, кроме старания подвинуть абсолютно вперед человеческое знание, еще и желание ввести его сокровища в жизнь народную.

До тех пор, пока отечественные ученые не будут облекать содержание науки в формы родного языка, они останутся чуждой отечественному развитию кастой египетских жрецов, может

<sup>1</sup> «Статистика поземельной собственности и населенных мест Европейской России», вып. 1. СПб., 1880.

быть с познаниями и стремлениями к высокому, но без благотворного влияния на них своих соотечественников»<sup>1</sup>. Автору этих замечательных высказываний было всего 29 лет, и это было около ста лет назад — в 1856 г.

Мы уже подчеркивали деятельность П. П. Семенова в Географическом обществе, где он работал более полувека, и говорили о том, что именно благодаря его руководству русская географическая наука была поднята на большую высоту. Недаром П. А. Кропоткин называл Петра Петровича «отцом современной географии в России и любимым нами вдохновителем наших работ». Здесь хочется отметить одну черту П. П. Семенова, которая характерна для него и весьма способствовала развитию географического общества и географической науки. Петр Петрович хорошо знал людей, он обладал особым чувством угадывать потенциальные возможности молодых и начинающих ученых и видеть их будущее. В 1856 г. в Омске П. П. Семенов познакомился с молодыми людьми, в которых он угадал будущих талантливых исследователей. Приведем свидетельство самого П. П. Семенова: «...особенное внимание мое обратили на себя двое талантливых молодых офицеров, незадолго перед тем окончивших курс в Омском кадетском корпусе, которые сами искали случая познакомиться со мной.

Один из них, родом казак, поразил меня не только своей любознательностью и трудолюбием, но и необыкновенной, совершенно идеальной душевной чистотой и честностью своих стойких убеждений; это был прославившийся впоследствии как путешественник и исследователь Сибири и Центральной Азии Григорий Николаевич Потанин... Я не только заинтересовался судьбой молодого офицера, но, при дальнейшем с ним знакомстве, старался развить в нем любовь к природе и естествознанию, что впоследствии и привлекло выдающегося молодого человека в Петербургский университет и выработало из него замечательного путешественника, этнографа и натуралиста.

Другим лицом, особенно меня заинтересовавшим в Омске, был Чокан Чингисович Валиханов. Киргиз родом из Средней орды, он был внуком последнего киргизского хана Валия и правнуком знаменитого Аблай-хана, потомка Чингис-хана.. Обладая совершенно выдающимися способностями, Валиханов окончил с большим успехом курс в Омском кадетском корпусе, а впоследствии, уже в Петербурге, под моим влиянием слушал лекции в университете и так хорошо освоился с французским

---

<sup>1</sup> Из предисловия к I тому «Землеведения Азии» К. Риттера (СПб., 1856, стр. 3 и след.).

и немецким языками, что сделался замечательным эрудитом по истории Востока и в особенности народов, соплеменных киргизам. Из него вышел бы замечательный ученый, если бы смерть, вызванная чахоткой, не похитила его преждевременно, на двадцать восьмом году его жизни. Само собой разумеется, что я почел долгом обратиться на этого молодого талантливом человека особенное внимание генерала Гасфорта и по возвращении моем из путешествия в Тянь-Шань подал мысль о командировке Валиханова в киргизской одежде с торговым караваном в Кашгар, что и было впоследствии осуществлено Валихановым с полным успехом»<sup>1</sup>.

Петр Петрович, пользуясь своим выдающимся общественным и государственным положением (он был сенатором и членом Государственного совета), помогал молодым ученым и хлопотал об освобождении некоторых из них из-под политического надзора и из ссылки. Так было с Г. Н. Потаниным, который в письмах к П. П. Семенову передавал ему свои чувства благодарности и признательности. В письме от 16 января 1898 г. читаем: «Два раза извлеченный Вами из духовного небытия и направленный к деятельности на пользу науке, я более, чем многие другие, могу ценить те Ваши невидимые и не признаваемые современниками заслуги перед русским обществом... От всей души желаю Вам здоровья и жизненных сил, которые Вам необходимы на защиту как отдельных личностей, ставших невольными жертвами политических недоразумений, так и целых областей и обездоленных историей народностей, не принадлежащих к господствующему племени...».

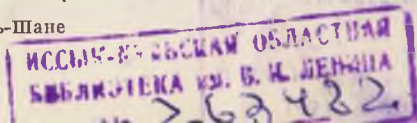
В другом письме, помеченном 3 февраля 1910 г., когда Г. Н. Потанину было уже 75 лет, читаем:

«Это еще случай поблагодарить Вас за старое добро, которое Вы сделали мне, за ту интересную, завидную для других и, сознаю, незаслуженную мною жизнь, которую Вы мне создали; за то, что Вы доставили мне великое счастье работать в ряду русских путешественников в светлую эпоху необыкновенного разгара среднеазиатской деятельности руководимого Вами Географического общества.

...Назвав меня своим спутником, Вы подняли во мне гордое чувство. Мне всегда приятно и лестно вспоминать, что мои надежды когда-нибудь увидеть берега Куку-Нора выросли в Вашем кабинете... Но, кроме этих азиатских нитей, которыми я был привязан к Вам, были и другие.

<sup>1</sup> П. П. Семенов-Тянь-Шанский. Путешествие в Тянь-Шань в 1856—1857 годах. М., 1946, стр. 81—83.

<sup>2</sup> Географические исследования в Тянь-Шане



...В русской жизни Ваша жизнь была светлым явлением. Желаю Вам и еще жить. Жить, жить и пережить нас. Преданный Вам Григорий Потанин»<sup>1</sup>.

Если бы не энергичное содействие Петра Петровича, то кто признал бы таланты мечтательного и романтического Н. Н. Миклухо-Маклая, когда тот явился в Географическое общество за содействием в осуществлении своего путешествия в Новую Гвинею.

Руководитель общества В. П. Литке и слышать не хотел о необыкновенном, а потому не внушающем доверия проекте Миклухо-Маклая. Об этом свидетельствует Д. Н. Анучин: «Живое участие в осуществлении предложений Н. Н. принял бывший тогда председателем в отделении физической географии П. П. Семенов.

В заседании Совета Географического общества 2 октября 1869 г., когда было доложено представление Н. Н., П. П. Семенов заявил, что избранная Н. Н. специальность — исследование низших морских животных — представляет особенный интерес в отношении физической географии, так как подобные исследования по необходимости должны находиться в тесной связи с наблюдениями над морскими течениями, температурой воды, глубинами и пр.

Поэтим соображениям Семенов полагал полезным поддержать ходатайство Н. Н. и просит Совет передать его на обсуждение отделения географии физической для определения вопросов, которые было бы желательно поручить вниманию путешественника, с тем, чтобы со стороны общества ему было предложено также некоторое денежное пособие. Совет согласился с мнением П. П. Семенова»<sup>2</sup>.

Настойчивый и практичный Н. М. Пржевальский со своими планами исследования Центральной Азии и Тибета также встретил недоверие и насмешки со стороны некоторых членов Общества. В самом деле, как мог получить поддержку Географического общества молодой, мало кому известный офицер, фанатично стремившийся в загадочный Тибет?

Активное участие П. П. Семенова обеспечило поддержку проектов Н. М. Пржевальского, а осуществление их принесло славу нашей науке.

<sup>1</sup> «Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский, его жизнь и деятельность». Л., 1928, стр. 98—100. Письма приведены с сокращениями, полностью они опубликованы в биографии П. П. Семенова, написанной А. А. Достоевским.

<sup>2</sup> Д. Н. Анучин. О людях русской науки и культуры. М., 1950, стр. 34.

О появлении Н. М. Пржевальского в Географическом обществе сказано самим П. П. Семеновым в речи, произнесенной на траурном заседании, посвященном памяти Н. М. Пржевальского<sup>1</sup>.

Петр Петрович Семенов был гуманистом, что вообще было характерно для лучших представителей русской интеллигенции XIX в., и в течение многих лет боролся за отмену крепостного права.

Многие биографы, лично знавшие его, отмечают обаятельность Петра Петровича, его жизнерадостность, бодрость, энергию.

А. А. Достоевский пишет:

«Он никогда не говорил, что ему «некогда»: у него всегда было время как на всякую полезную деятельность, так и на вполне заслуженный отдых. Всякую работу он делал легко, но упорно, пока не доводил до конца. Про усталость он говорил, что это не что иное, как дурная привычка, и что такой дурной привычки у него нет»<sup>2</sup>.

В. Л. Комаров писал о П. П. Семенове:

«Его душевная чуткость и прирожденное ему уважение к личности даже начинающих исследователей привязывали к нему лично и к научной работе каждого, кто имел счастье начать свою исследовательскую работу под его руководством»<sup>3</sup>.

Л. С. Берг, знавший П. П. Семенова, свидетельствует, что «он обладал завидной способностью привлекать к себе сердца. Его острый ум, в связи с добротой, благожелательным отношением к окружающим, его кипучая энергия, преданность науке и вообще высокие моральные качества делали Петра Петровича поистине обаятельным человеком»<sup>4</sup>.

Еще одна важная и хорошая черта была характерна для П. П. Семенова. Он воспитал многих из русских географов, и некоторые из них стали всемирно известными учеными с громкой и яркой славой, например Н. М. Пржевальский.

П. П. Семенов-Тянь-Шанский вошел в историю науки прежде всего как крупнейший русский географ второй половины XIX и начала XX в. Но он внес также большой вклад в науку на поприще развития русской статистики и познания экономики

<sup>1</sup> «Речь в память Н. М. Пржевальского в чрезвычайном собрании Общества 9 ноября 1888 г.». «Изв. Русск. геогр. об-ва», т. 26. СПб., 1890.

<sup>2</sup> «П. П. Семенов-Тянь-Шанский. Его жизнь и деятельность». Л., 1928, стр. 130.

<sup>3</sup> Там же, стр. 202.

<sup>4</sup> Л. С. Берг. Очерки по истории русских географических открытий. 2-е изд. М.—Л., АН СССР, 1949, стр. 326.

России последней трети прошлого века<sup>1</sup>. В течение целой трети века он официально возглавлял русскую статистику.

В 1863 г., в возрасте 36 лет, П. П. Семенов был поставлен во главе реорганизованного тогда Центрального статистического комитета, а позже (1875 г.) стал также председателем Статистического совета при Министерстве внутренних дел. На последнем посту он оставался вплоть до 1897 г.

За этот длительный период П. П. Семеновым была проделана огромная и чрезвычайно разносторонняя работа по налаживанию в России государственной статистики, по перестройке ее на научных началах и по использованию результатов статистических обследований для создания капитальных статистико-экономических и экономико-географических работ.

В этих работах П. П. Семенов выступал и как организатор, и как редактор, и как автор.

Как известно, предшественником П. П. Семенова-Тян-Шанского в области русской статистики был известный русский статистик и географ К. И. Арсеньев (1789—1865). В течение почти 20 лет (1835—1852) он руководил Статистическим отделением Министерства внутренних дел. Уже в то время в России проводилось немало статистических и экономических работ. Они были направлены преимущественно на изучение разнообразия местных экономических условий разных частей обширного Русского государства (многие из этих работ были выполнены лично К. И. Арсеньевым). К началу пореформенного периода в России накопилось много статистических и экономических материалов на указанную тему. Но все эти материалы оставались в большинстве своем разрозненными, находились в архивах различных ведомств, нередко у частных лиц, и для широкого использования были недоступны. Между тем потребность в их обобщении назрела. Решение этой задачи, наряду с дальнейшим развитием русской статистики на научных основах, и выпало на долю П. П. Семенова-Тян-Шанского.

До своего назначения на официальный пост руководителя Центрального статистического комитета П. П. Семенов принимал участие в статистико-экономических и других работах перед реформой 1861 г. Это содействовало глубокому изучению им крестьянского вопроса в России.

Деятельность Петра Петровича в указанном направлении освещена в двух больших томах мемуаров (III и IV), изданных в 1915 и 1916 гг.

<sup>1</sup> См. О. А. Константинов. Роль П. П. Семенова-Тян-Шанского... «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1939, № 1.

В период своей официальной деятельности в области статистики П. П. Семенов неоднократно бывал представителем России на международных статистических конгрессах (V, VI, VII и IX конгрессы). Восьмой же международный статистический конгресс был по его инициативе проведен в Петербурге (1872 г.).

Для улучшения постановки статистического дела в России и, в частности, местных статистических обследований П. П. Семенов провел в 1870 г. первый статистический съезд. Этот съезд оказался единственным статистическим съездом, проведенным до Великой Октябрьской социалистической революции.

Почти с самого начала своей деятельности в области статистики П. П. Семенов настойчиво добивался проведения в России переписи населения. Он приложил много усилий к ее подготовке и разработке программы. Такая перепись была осуществлена при его деятельном участии в 1897 г. П. П. Семенов первый проанализировал ее итоги и опубликовал некоторые данные о приросте населения и изменении его состава по крупным районам России (статья «Первая всеобщая перепись», в Вестн. фин., промысл. и торг., 1897, № 21, и статья «Характерные выводы из первой всеобщей переписи», в Изв. Русск. геогр. об-ва, 1897, т. 33, вып. 2).

За длительное время работы П. П. Семенова по налаживанию в России статистики, переплетавшейся с его деятельностью как географа и руководителя Русского географического общества, П. П. Семеновым было опубликовано значительное число статистических и экономических работ, в которых он являлся или автором, или редактором. Первой по времени издания (1863 г.) работой явился пятитомный «Географическо-статистический словарь Российской империи». П. П. Семенов был редактором этого словаря и автором многих статей.

Идея создания такого словаря возникла еще в 40-х годах прошлого века. Она неоднократно обсуждалась в Географическом обществе, в особенности в его Отделении статистики в России. Но дальше подготовительной работы и набросков различных вариантов программы дело не шло. Составление словаря началось только в 1860 г., когда в лице П. П. Семенова общество нашло необходимого для такой работы организатора и редактора. Словарь этот, как известно, издавался с 1863 по 1885 г.

Это капитальное издание, не потерявшее своего значения и до настоящего времени, было большим шагом вперед в деле систематического и детального экономико-географического описания России. Словарь этот не случайно назывался географическо-статистическим. Кроме физико-географических описаний

тех или иных территорий и сведений об их историческом прошлом, в словаре уделялось большое внимание экономической характеристике различных местностей и городов с приведением разносторонних статистических данных. Большие статьи сопровождалась библиографическими указателями.

Ценность этого труда увеличивалась тем, что он являлся не только сводкой опубликованных ранее данных, но содержал и новый фактический материал. В первом томе словаря указывается, что при его составлении были использованы следующие материалы: 1) Списки населенных мест, представленные в Статистический комитет Министерству внутренних дел в 1859 и 1860 гг. (из них были заимствованы сведения о числе жителей в селениях); 2) Приходские списки по извлечениям П. И. Кеппена; 3) Губернские отчеты, представленные Министерству внутренних дел за 1860 г.; 4) Ведомости о производстве фабрик и заводов, представленные Департаменту мануфактур и торговли за 1860 г. (отсюда брались сведения об отдельных важнейших фабриках и заводах и общие цифры фабричной производительности губерний, уездов и городов); 5) Книга о нормальных размерах частных винокуренных заводов Департамента податей и сборов, и, наконец, 6) Списки волостей государственных и временно обязанных крестьян, служившие для исчисления волостей и сельских обществ в уездах и губерниях<sup>1</sup>.

«Семеновский» словарь получил широкое распространение. Для провинциальных деятелей он служил своего рода учебником. Ряд статей словаря был перепечатан (без упоминания источника) в заграничных изданиях.

Яркой работой П. П. Семенова, но уже в более узкой области статистики, явилась перепись жителей С.-Петербурга 10 декабря 1869 г. (сообщение о результатах было опубликовано в Изв. Русск. геогр. об-ва, 1870, отд. 2, т. 6, № 2). Программа и методика проведения этой переписи были разработаны под личным руководством П. П. Семенова. В результате переписи обнаружилось, что число жителей Петербурга (667 тыс.) почти на 25% превышает численность населения, установленную переписью 1864 г., в основе которой лежали менее совершенные методы.

В 1871 г. П. П. Семенов опубликовал статью «Населенность Европейской России в зависимости от причин, обуславливающих распределение населения империи» (Статистический вестник, серия 2, вып. 1, СПб., 1871). В этой работе, отмечая недостаточность использования губернских и уездных единиц

<sup>1</sup> Из приводимых материалов ранее были частично опубликованы только «Списки населенных мест».

для исследования распределения населения по территории, П. П. Семенов путем группировки уездов произвел деление России на «естественные полосы». Это явилось одной из его первых наметок нового районирования России, которое в дальнейшем им совершенствовалось.

Одной из наиболее выдающихся статистико-экономических работ П. П. Семенова является проведенное им в 1877 г. обследование Мураевенской волости Рязанской губернии (Данковский уезд), в котором он проявил себя как крупный знаток крестьянского вопроса.

Описание Мураевенской волости было опубликовано в 1880 г. Оно является первоклассным для того времени подворным исследованием крестьянского хозяйства. Главной особенностью этого описания являлась группировка дворов по имущественному признаку. Она позволила установить классовую дифференциацию крестьянства и особенности отдельных социальных типов хозяйств. Эта работа открыла новую эпоху в развитии русской земской статистики. Вслед за ней стали проводиться многочисленные земские статистико-экономические подворные исследования, для которых она служила своего рода образцом.

Широкой известностью пользуются также статьи П. П. Семенова, посвященные статистике поземельной собственности (несколько общих выводов из данных по статистике поземельной собственности и населенных мест Центральной земледельческой области. Затем то же — Московской промышленной области, далее — Нижневолжской области и, наконец, губерний Литовской и Белорусской групп<sup>1</sup>).

В этих статьях, написанных на основе анализа большого статистического материала, нашел выражение совершенно новый для того времени подход автора к анализу статистического материала. Для П. П. Семенова было ясно, что губернии — слишком различные внутри себя территории и поэтому для научных выводов погубернские итоги совершенно непригодны. Он произвел обработку статистики поземельной собственности по более дробным территориальным единицам, именно по уездам и «полосам», в которые были сгруппированы уезды, а не по губерниям. Научные выводы были сделаны именно на основании анализа материалов по уездам и полосам. В работе, кроме таблиц, были использованы картограммы.

<sup>1</sup> Опубликованы в издании «Статистика поземельной собственности и населенных мест Европейской России». СПб., 1880, вып. 1; 1881, вып. 2; 1884, вып. 4; 1884, вып. 5.

На статистических работ П. П. Семенова более узкого характера пользуется известностью его «Общий обзор коневодства по данным переписи 1882 г.» (Изд. Гл. упр. гос. конноз.).

Из экономических работ П. П. Семенова большой интерес представляют экономические обзоры ряда районов России, напечатанные в упоминавшемся выше издании «Живописная Россия», а именно: Области крайнего Севера Европейской России (1881, т. 1); Озерной области (1881, т. 1); Финляндии (1882, т. 2); Белорусской области (1882, т. 3); Литовской области (1882, т. 3); Западной Сибири (1884, т. 11).

Завершающим этапом работ П. П. Семенова в этом направлении явилось издание известной серии — «Россия. Полное географическое описание нашего отечества», выпущенной под руководством П. П. Семенова и при его участии как редактора и как автора. Структура этого многотомного издания определена сеткой районов П. П. Семенова.

Лучшей оценкой вклада П. П. Семенова-Тян-Шанского в дело познания экономики России является использование некоторых из его статистико-экономических работ В. И. Лениным при создании гениального труда «Развитие капитализма в России».

В указанном произведении В. И. Ленин упоминает работы П. П. Семенова во II, VII и VIII главах.

Первая ссылка на труды П. П. Семенова имеется в XII разделе II главы («Земско-статистические данные о крестьянских бюджетах»). В. И. Ленин пишет: «Отметим кстати здесь то интересное явление, что «средние» бюджетные данные почти всегда характеризуют хозяйство, стоящее выше среднего типа, т. е. изображают действительность в лучшем свете, чем она есть» (Соч., т. 3, стр. 120), и к этой фразе В. И. Ленин делает ссылку, в которой отмечает неудовлетворительные в этом отношении источники и перечисляет три бюджетных исследования, в том числе и П. П. Семенова, которые «...выгодно отличаются тем, что характеризуют отдельные группы крестьян» (там же, 2-е примечание). В. И. Ленин имеет в виду упоминавшиеся выше статистико-экономическое обследование Мураевенской волости Данковского уезда Рязанской губернии.

Затем во II разделе VII главы В. И. Ленин, при анализе фабрично-заводской статистики России (Соч., т. 3, стр. 400) приводит выдержку из предисловия П. П. Семенова к 1-му выпуску «Статистического временника Российской империи» (СПб., 1866), характеризующую неудовлетворительное состояние фабрично-заводской статистики 60-х годов.

Это показывает, что характеристику, данную П. П. Семеновым-Тян-Шанским, В. И. Ленин считал верной.

Наконец, в третий раз В. И. Ленин упоминает П. П. Семенова в самом конце своего труда — в V разделе VIII главы «Значение окраин. Внутренний или внешний рынок?» (Соч., т. 3, стр. 520).

Разбирая значение окраин как рынка для промышленности центра, В. И. Ленин отмечает быструю колонизацию этих окраин, в частности Кавказа, в пореформенную эпоху.

Данные переписи 1897 г. тогда еще не были опубликованы, и В. И. Ленин не мог ими воспользоваться. Для иллюстрации своего положения он ссылается на сообщение П. П. Семенова «Первая всеобщая перепись», опубликованное в Вестн. фин., промышл. и торг., 1897, № 21.

В этом сообщении П. П. Семенов сравнивал предварительные итоги переписи с цифрами девятой ревизии 1851 г., разработанными акад. П. И. Кешенем. Последние П. П. Семенов считал наиболее надежными для суждения о численности населения России сравнительно со всеми другими данными, имевшимися до 1897 г. Это сопоставление позволяло выявить увеличение населения по отдельным местностям России и отчетливо показать быстрый рост населения окраин за счет колонизации из центральных губерний.

Отсюда видно, что во всех трех случаях, когда В. И. Ленин использует в своем труде «Развитие капитализма в России» работы П. П. Семенова, он ссылается на них как на положительные источники, подчеркивая этим их преимущество перед другими статистическими материалами.

Отношение В. И. Ленина к статистико-экономическим работам П. П. Семенова является показателем их высокого научного уровня.

Все это свидетельствует о том, что П. П. Семеновым-Тянь-Шанским, выдающимся географом и путешественником, сделан большой вклад не только в области географии и страноведения, но и статистики и экономики дореволюционной России.

П. П. Семенов-Тянь-Шанский внес в русскую статистику, так же как и в географию, много нового и способствовал развитию этих отраслей знания.

\* \* \*

Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский был ярким представителем русской географии. Выражаясь современным языком, он выступает в своих географических работах как физико-географ, экономико-географ, историк русской географии, зоо-географ, ботанико-географ.

Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский умер в 1914 г. в возрасте 87 лет. К концу жизни он состоял почетным членом Российской Академии Наук и членом 73 научных и общественных организаций в России и за ее рубежами.

Одиннадцать географических объектов на картах называются именем Семенова. Имя П. П. Семенова присвоено 27 видам растений, 8 видам птиц, 54 видам насекомых. Раз в два года Географическое общество СССР присуждает медаль имени П. П. Семенова ученым, обогатившим науку новыми трудами по землеведению, биогеографии, статистике, экономической географии, страноведению.

Развитие географии шло неуклонно вперед. Многие, что сделано Петром Петровичем Семеновым, уже устарело, оказалось пройденным на восходящем пути науки. Но при оценке его трудов всегда следует помнить, что значение трудов каждого общественного деятеля, ученого, писателя, мыслителя оценивается на фоне его эпохи, уровня развития науки и культуры его времени. При оценке его деятельности следует учитывать указание В. И. Ленина о том, что «исторические заслуги судятся не по тому, чего *не дали* исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они *дали нового* сравнительно с своими предшественниками» (Соч., т. 2, стр. 166).

Оглядываясь назад, мы видим могучую фигуру Петра Петровича Семенова-Тянь-Шанского — ученого, путешественника, мыслителя, общественного деятеля, гуманиста, патриота. Многие его идеи не устарели и в наше время и продолжают вдохновлять географов на новые подвиги на благо Родины и народа, которые были для него дороже всего.

---

*М. А. Глазовская*

## К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВНУТРЕННЕГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Около ста лет прошло с тех пор, как замечательный русский географ П. П. Семенов-Тянь-Шанский проводил свои исследования в Тянь-Шане и впервые дал научное, основанное на достоверном фактическом материале, описание природы этой своеобразной горной страны, взамен умозрительных и, в значительной мере, неверных представлений о Тянь-Шане утвердившихся в географической литературе первой половины XIX в.

Результаты работ П. П. Семенова в Тянь-Шане были весьма значительны.

П. П. Семенов опроверг неверное заключение А. Гумбольдта о развитии вулканических явлений в Тянь-Шане, значительно уточнил и исправил орографическую и гидрографическую схемы Тянь-Шаня.

Весьма важным результатом работ П. П. Семенова было установление характера вертикальной поясности ландшафтов северного Тянь-Шаня и своеобразия природы сыртовых равнин Центрального Тянь-Шаня. Схема вертикальных ландшафтных поясов Заилийского Ала-Тау П. П. Семенова была первой для гор Средней Азии и явилась основой для всех последующих разделений хребтов Тянь-Шаня на высотные географические пояса.

Кроме того, П. П. Семенов впервые установил в Средней Азии значительный центр оледенения и наличие здесь, несмотря на высокое положение снеговой линии, мощных ледников. Работы П. П. Семенова положили начало систематическому исследованию Тянь-Шаня.

За протекшие сто лет, а в особенности за последние 35 лет, Тянь-Шань из мало известной, далекой и глухой окраины России превратился в хорошо изученную страну. Экспедиции Гео-

графического общества, Переселенческого управления, Геологического комитета, а в советский период многочисленные и разносторонние исследования экспедиций Академии Наук СССР и республиканских академий, геологические исследования Всесоюзного геологического института и ряда других учреждений дали обильный и разнообразный материал о природе Тянь-Шаня.

В настоящем сообщении мы попытались использовать имеющиеся литературные материалы, а также результаты собственных многолетних исследований в Тянь-Шане, для установления истории развития природных ландшафтов Тянь-Шаня и выявления основных закономерностей в их современном распределении.

Границы Тянь-Шаня и разделение его на физико-географические области до сего времени не являются строго установленными.

Наиболее широко понимал Тянь-Шань Л. С. Берг (1914): он объединял в Тяньшанскую горную область все горы Средней Азии за исключением Копет-Дага. Последующие исследователи — Д. В. Наливкин (1932) и другие — исключили из пределов Тянь-Шаня Памир и проводили южную границу Тянь-Шаня по хребтам, окаймляющим с юга Ферганскую котловину. И. В. Мушкетов (1915) исключал и Алайский хребет, как переходный между Тянь-Шанем и Памиром, и за основной рубеж между ними считал Ферганскую котловину. Подобным же образом определял южную границу Тянь-Шаня и С. С. Шульц (1948).

Относительно северных пределов Тянь-Шаня мнения также расходятся.

В. А. Обручев (1914) при исследовании пограничной Джунгарии рассматривал Джунгарский Ала-Тау, хребты Барлык, Майли и Джаир как северные цепи Тянь-Шаня. Основанием для этого послужило сходство их геологического строения. Северной границей Тянь-Шаня, отделяющей его от Алтайской горной системы, В. А. Обручев считал Балхаш-Алакульскую впадину.

Другие геологи, в частности С. С. Шульц (1948), исключали Джунгарию из пределов Тянь-Шаня и рассматривали ее как самостоятельную горную страну, а северной границей Тянь-Шаня считали Илийскую долину.

Ограничение собственно Тянь-Шаня крупными межгорными котловинами — Ферганской и Таримской на юге и Балхаш-Алакульской на севере — представляется нам наиболее правильным.

Заключенную между этими котловинами обширную горную страну объединяет единый план орографического и геологиче-

ского строения. Расходящиеся веером от горного узла Хан-Тенгри дуги хребтов, вытянутых почти в широтном направлении, и разделяющие их межгорные котловины и долины представляют основные орографические элементы Тянь-Шаня.

Абсолютные высоты хребтов и котловин увеличиваются с запада на восток, достигая наибольших величин в районе горной группы Хан-Тенгри.

Значительная разница абсолютных высот подножий гор и вершин периферических хребтов Тянь-Шаня (около 4000 м) и значительное увлажнение внешних склонов гор осадками, приносимыми с северо-запада, с запада и юго-запада, обуславливают большое разнообразие вертикальных ландшафтных поясов.

Различная ориентировка внешних склонов периферических цепей Тянь-Шаня, обращенных к северу, западу и югу, и разница в широте местности почти в  $6^\circ$  (Тянь-Шань лежит между  $40$  и  $46^\circ$  с. ш.) приводят в свою очередь к существенным различиям в структуре вертикальной поясности северных, северо-западных и юго-западных дуг Тянь-Шаня и позволяют выделить различные горные провинции (фиг. 1). Обоснование разделения периферического или внешнего Тянь-Шаня на ландшафтные горные провинции может быть предметом специального исследования и выходит за рамки настоящей работы, так же как и описание этих провинций.

Предметом нашего исследования является внутренний Тянь-Шань — обширная горная страна с системой хребтов и внутригорных впадин, заключенная между массивом Хан-Тенгри на востоке, Таласским Ала-Тау на северо-западе и Ферганским хребтом на юго-западе; на севере ее ограничивают хребты Кетмень, Заилийский Ала-Тау и Киргизский, а на юге хребет Кок-Шаал-Тау.

В пределах внутреннего Тянь-Шаня в свою очередь можно выделить наиболее высокую и монолитную его часть — Центральный Тянь-Шань, включающий горный узел Хан-Тенгри и высокогорные долины и плоскогорья, лежащие от него к западу между хребтами Терскей-Ала-Тау и Кок-Шаал-Тау.

Внутренний Тянь-Шань в ландшафтном отношении представляет единую горную провинцию, в существенных чертах сходную с нагорьями и межгорными котловинами Центральной Азии, в то время как ландшафты внешнего Тянь-Шаня тесно связаны с горными ландшафтами Средней Азии.

Для понимания особенностей природы внутреннего Тянь-Шаня следует отметить следующие наиболее существенные моменты его истории.

1. Развитие и дифференциация ландшафтов Тянь-Шаня происходили на фоне постепенного и непрерывного роста гор и углубления межгорных впадин. Этот процесс начался еще в мезозое и продолжается и в настоящее время.

2. От начала возникновения тяньшанской суши (с конца палеозоя) развитие ландшафтов этой страны происходило в



Фиг. 1. Схема разделения Тянь-Шаня на ландшафтно-географические области.

1 — северный Тянь-Шань; 2 — северо-западный Тянь-Шань; 3 — юго-западный Тянь-Шань; 4 — внутренний Тянь-Шань; 5 — центральный Тянь-Шань.

условиях все возрастающей континентальности климата с периодами то большей, то меньшей сухости. Увеличение степени континентальности климата было обусловлено главным образом причинами орографическими: все большей изоляцией этой страны поднимающимися периферическими хребтами от влажных юго-западных ветров и все более высоким положением Тянь-Шаня в целом.

3. Межгорные впадины и хребты Тянь-Шаня имеют единое строение, сходную историю и непосредственную связь с хребтами и впадинами Центральной Азии. Это способствовало не только широкой встречной миграции отдельных представителей флоры и фауны из одной территории в другую, но и привело к возникновению в Тянь-Шане природных комплексов, сходных с центральноазиатскими.

## Ландшафты Тянь-Шаня в мезозое и палеогене

Тянь-Шань как горная страна стал существовать с момента вариссийского орогенеза, протекавшего в несколько фаз в течение всего верхнего палеозоя.

К началу мезозоя почти вся территория Тянь-Шаня была присоединена к Ангарскому материку и представляла сушу. Море сохранилось лишь в крайней южной периферической части Тянь-Шаня, где и продолжало существовать до середины третичного периода.

Относительно характера рельефа, созданного вариссийским орогенезом, мнения геологов расходятся. Большинство исследователей соглашается с тем, что к началу мезозоя на месте Тянь-Шаня существовала горная страна, направление хребтов и впадин которой было в значительной мере близко к их современному положению.

Но существует и иное мнение. В. Г. Мухин (1936, 1938) считает, что вариссийская складчатость, в результате которой произошла сильная метаморфизация пород палеозоя, не создала значительного горного рельефа, который в виде барьера отделил бы районы Тянь-Шаня от влияния моря Тетис на юге и способствовал бы изменению влажного морского климата в континентальный. В доказательство этого положения В. Г. Мухин указывает на отсутствие в отложениях нижнего мезозоя соленосных отложений или окременных деревьев — показателей континентального климата.

Угленосные континентальные отложения юры, обнаруженные в Иссыккульской котловине и в хребте Кетмень (Шульц, 1933), также не дают указаний на существование во время их отложения в непосредственной близости от них сколько-нибудь значительных горных возвышенностей. Однако состав растительных остатков юрских отложений в Тянь-Шане свидетельствует о значительно большей сухости климата этой территории по сравнению с Сибирью и лежавшим непосредственно у берега моря Памиром, что говорит о некоторой ее изоляции и существовании невысоких горных массивов.

Так, например, саговниковые и беннеттиты, характерные для юры и встречающиеся в Сибири и на Памире в виде мощных деревьев, в Тянь-Шане найдены лишь в кустарниковых формах. Древесный ярус в Тянь-Шане слагали хвойные — гинго, широко распространенные также в Сибири и Туркестане. А. Н. Криштофович (1946) сравнивает юрские ландшафты Ферганы и Джунгарии с современными ландшафтами средиземноморского типа.

На возвышенных, слабо расчлененных плато, покрытых хвойными лесами (из представителей флоры гинкго) с подлеском из вечнозеленых кустарников (саговниковых и беннеттитов), в течение мезозоя происходило образование мощной красноцветной коры выветривания.

О характере этой коры выветривания мы можем составить достаточно определенное представление, так как остатки ее обнаруживаются в различных частях Тянь-Шаня и в первичном залегании — непосредственно на палеозойских породах, и особенно во вторичном залегании — в виде мощных красноцветных осадочных толщ, выполняющих межгорные котловины. Б. С. Соколов и Е. Н. Поленова (см. Шульц, 1948) указывают, что красноцветная кора выветривания отмечена в первичном залегании на палеозойских известняках и гранитах в Нарынской и Иссыккульской котловинах. В случаях залегания на известняках она представлена красно-фиолетовыми глинами и пропластами бело-розовых известняков. Образование их относят к верхнему мелу и палеогену. Это — типичные terra rossa (красные земли), характерные для стран с влажной теплой зимой и сухим жарким летом и широко распространенные в настоящее время на известняках в области Средиземноморья.

В Тянь-Шане осадочные палеозойские породы, в частности известняки, широко распространены преимущественно в центральной и южной частях территории, наименее затронутых варисийской складчатостью.

Образование terra rossa на палеозойских известняках происходило и позднее. В частности, нам приходилось наблюдать на мраморизованных известняках южного склона хребта Борколдой красноцветные элювий и делювий. Красноцветные делювиальные шлейфы перекрывают там молодые морены.

В случае залегания на гранитах, как, например, в некоторых районах Иссыккульской котловины, красноцветная кора имеет, как показали наши исследования, сиалитный характер. Она лишь несколько обогащена железом и никогда не представляет сколько-нибудь типичных латеритов.

Ниже мы приведем результаты анализов глинистой фракции, образующей цемент в красноцветных толщах, красноцветной коры выветривания на гранитах, глинистой фракции современных почв, образующихся под еловыми лесами Иссыккульской впадины, а также заимствованные из работы А. И. Троцкого (1949) результаты анализа красноцветной коры выветривания Аджарии (табл. 1).

Таблица 1

Результаты неполного валового анализа красноцветных продуктов выветривания и илистой фракции бурых горнолесных почв (в % на абсолютно сухое вещество)

Объект анализа и место взятия образца	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Илистая фракция из красноцветных конгломератов; бассейн р. Чон-Кызыл-Су в Терской-Ала-Тау . . . . .	44,08	21,40	12,20	2,85	1,76
Красноцветная кора выветривания на гранитах; бассейн р. Барскаун в Терской-Ала-Тау . . . . .	57,16	17,00	8,90	3,45	1,98
Красноцветная кора выветривания на порфири-тах, Аджария . . . . .	48,08	34,42	15,04	0,24	1,48
Илистая фракция из горизонта 0—20 см почвы ельников; бассейн р. Чон-Кызыл-Су в Терской-Ала-Тау . . . . .	58,24	22,10	11,90	0,84	2,10

Как видно из табл. 1, красноцветные образования в Тянь-Шане сильно отличаются от красноцветной коры выветривания влажных субтропиков значительно меньшим содержанием окислов алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и большим содержанием CaO и MgO. Данные валового анализа илистой фракции бурых горнолесных почв Тянь-Шаня показывают, что по относительному содержанию полуторных окислов эта фракция красноцветных толщ почти не отличается от илистой фракции современных почв, образующихся под еловыми лесами.

Таким образом, представление о широко развитых в Тянь-Шане процессах латеритизации в мезозое должно быть отвергнуто. Образованию латеритов в Тянь-Шане в мезозойское время препятствовали как сухость климата, так и относительная мобильность этой территории. В период образования красноцветной коры выветривания происходили медленное поднятие возвышенностей и опускание Иссыккульской и Ферганской впадин. Об этом говорят толщи юрских отложений,

мощность которых в Иссыккульской котловине достигает 500 м (Шульц, 1948), а в Ферганской котловине 3000 м.

В этих замкнутых впадинах с озерами, болотами и растительными ландшафтами, похожими на мангровые заросли, встречающиеся в настоящее время в тропических широтах, происходило угленакопление.

Ограниченное распространение в Тянь-Шане пород юрского возраста и полное отсутствие отложений мелового периода свидетельствуют о приподнятости этой территории и о преобладании в юрское и меловое время процессов сноса.

Большинство исследователей Средней Азии считает, что в конце мезозоя Тянь-Шань имел более или менее равнинный рельеф и отличался сухим, пустынным климатом. Даже трансгрессия верхнемелового моря в окраинные зоны юго-западного и северо-западного Тянь-Шаня не привела к существенному увлажнению климата. Красноцветные песчано-конгломератовые тощи Ферганской котловины, отлагавшиеся в начале меловой трансгрессии в прибрежной части моря и в лагунах, содержат значительные пропластки и линзы солей, свидетельствующие о пустынном характере побережий (Наливкин, 1928; Огнев, 1935).

В палеогене условия мало изменились. Море продолжало покрывать южные и западные окраины Тянь-Шаня. На остальной территории сохранился платформенный континентальный режим.

Характер нижнетретичных осадочных красноцветных толщ указывает на то, что в этот период продолжались медленный снос красноцветной юрской и меловой коры выветривания и перетолжение ее в депрессиях рельефа. Какие-либо растительные остатки в этих отложениях отсутствуют, что может служить косвенным указанием на засушливость климата этого периода.

### Ландшафты Тянь-Шаня в олигоцене и миоцене

С середины третичного времени началось поднятие гор<sup>3</sup> и<sup>5</sup> погружение заложённых еще в юрское и нижнетретичное время впадин. Об этом свидетельствуют характер и мощность олигоцен-миоценовых осадочных красноцветных толщ, выполняющих крупные межгорные впадины Тянь-Шаня. В сложении этих толщ участвуют грубообломочные породы — конгломераты, гравелиты, пудлинги, отличающиеся резкой фациальной изменчивостью, что свидетельствует об отложении этой свиты

быстрыми потоками с часто меняющимся режимом и направлением.

Красный цвет этих отложений указывает на то, что размыл коснулся лишь красноцветной коры выветривания. Повидимому, горного рельефа, подобного современному, в то время еще не было.

Цементация красноцветной толщи карбонатами говорит о сухости климата имевшихся в то время межгорных котловин. Однако полной изолированности и бессточности отдельных котловин в тот период, повидимому, не существовало. Они соединялись друг с другом и имели выход к морским побережьям, так как ни накоплений гипса, ни каких-либо других солей, свидетельствующих о бессточности впадин, в нижних и средних горизонтах красноцветной свиты не наблюдается. Пропласты мергелей и известняков озерного типа указывают на пресноводный характер существовавших в то время водоемов. Лишь в верхах красной свиты встречается много гипса, как первичного — в виде желваков, так и вторичного — по многочисленным трещинам, что может быть связано с увеличением сухости климата или с превращением межгорных котловин в бессточные. Возможно, что и то и другое наступило одновременно; в связи с исчезновением моря усилилась континентальность климата, а рост гор привел к тому, что ряд котловин оказался изолированным и замкнутым.

О сухости климата олигоцена в пределах Тянь-Шаня говорит также почти полное отсутствие остатков какой-либо флоры в породах мощной красноцветной толщ.

Как известно, в тот период на равнинах Казахстана и Средней Азии господствовала пышная и влаголюбивая листопадная тургайская флора (Криштофович, 1946). На юге Средней Азии жаркий и сухой климат не благоприятствовал существованию этой флоры, ее замещала ксерофитная флора мелких вечнозеленых кустарников. П. Н. Овчинников (1940) считает, что из этой сухолюбивой растительности впоследствии образовались саванны и полусаванны.

В Тянь-Шане и к югу от него не обнаружено остатков тургайской широколиственной флоры; здесь найдены лишь узкие листья типа пивовых и растения нешироколиственной формации, относящиеся, повидимому, к прибрежноводной тугайной растительности.

Миоценовое время характеризовалось интенсивным ростом гор и углублением межгорных котловин. Это отразилось прежде всего на характере выполняющих впадины рыхлых отложений, отличающихся цветом, составом и мощностью от

нижележащих красноцветных толщ. Впадины выполнялись свитами бурых и серых пород, объединяемых С. С. Шульцем (1948) под названием тяньшанского орогенического комплекса.

Главнейшей особенностью этих свит, как пишет С. С. Шульц, является отчетливое и закономерное изменение их мощностей и состава в связи с положением в основных, выраженных в современном рельефе структурно-фациальных зонах Тянь-Шаня. Закономерные изменения состава наблюдаются также и снизу вверх по разрезу в сторону увеличения крупности обломочного материала. Эти изменения свидетельствуют о расширении зоны поднятий и перемещении зон аккумуляции грубообломочных масс от окраин впадин к их центру. Мощность свиты весьма изменчива. В наиболее крупных впадинах (Иссыккульской, Текесской, Нарынской, Атбашинской) она достигает нескольких километров, в то время как в меньших котловинах равна лишь 200—300 м.

Нижняя часть тяньшанского орогенического комплекса выделяется Б. А. Петрушевским (1948) в особую палео-бурю свиту, возраст которой, судя по остаткам рыб, насекомых и растений, он определяет как миоценовый и плиоценовый. В наиболее значительных депрессиях эта свита слагается зеленовато-серыми или фиолетовыми глинистыми озерными осадками, содержащими, как и верхняя часть красноцветной свиты, гипс, мирабилит и поваренную соль. Подобные соленосные толщи были обнаружены впервые И. В. Мушкетовым (1876) в долине озера Туз-Куль в Кегенской котловине и у северных подножий Терсей-Ала-Тау в Кочкорской впадине. Позднее подобные же отложения были найдены в Чуйской, Тогуз-Торауской и Ферганской котловинах.

Остатки ряда растений, обнаруженные Т. А. Сикстель (1939) в палео-бурой свите Кочкорской впадины, характеризуют фацию тугайного типа. Здесь были найдены: *Salix abbreviata*, *S. integra*, *S. angustifolia*, *S. varians*, *Populus laetior*, *Ulmus plurinervia*, *U. carpinoides*, *Quercus* sp., *Thuites* sp., *Alnus microphylla*, *Zelkova ungeri* и другие виды.

Таким образом, характер рыхлых осадочных толщ и характер флоры свидетельствуют о том, что в миоценовое время в Тянь-Шане сохранилась, а возможно и усилилась, засушливость климата. Это способствовало накоплению солей в бессточных, занятых озерами котловинах, по берегам которых и вдоль впадавших в озера рек тянулись полосы тугайного леса. Каких-либо растительных остатков, характеризующих растительность поднимающихся горных склонов, не сохранилось.

По мнению А. Н. Криштофовича (1941), в миоцене компоненты широколиственной тургайской флоры, сильно видоизмененные и приспособившиеся к горным условиям, проникли в периферические области Тянь-Шаня, когда там уже существовала настоящая горная страна. На открытых к западу хорошо увлажненных горных склонах широколиственные леса нашли убежище от наступавшей на равнинах Средней Азии сухости климата. Формации широколиственных ореховых лесов — реликта третичной флоры — существуют и поныне в юго-западном Тянь-Шане. Прекрасные описания этого своеобразного палеогеографического «музея» даны И. П. Герасимовым и Ю. А. Ливеровским (1947).

Во внутренний Тянь-Шань широколиственная тургайская флора ни в третичное время, ни позднее не проникала.

Во внутренних частях гор поселились лишь наиболее ксерофитизированные и наиболее выносливые, приспособившиеся к холоду растения. Из сохранившихся поныне представителей ксерофитизированной третичной флоры можно назвать туркестанский можжевельник, стланниковые формы которого весьма типичны для современных ландшафтов субальпийского пояса гор во внутреннем Тянь-Шане, а древовидные формы образуют особый вертикальный пояс в юго-западном и северо-западном Тянь-Шане.

Кроме можжевельника, высокогорная флора Тянь-Шаня включает ряд растений, вышедших из тургайских лесов. По свидетельству Ю. А. Быкова (1950), к ним относятся: высокогорные жимолости (*Lonicera humilis*, *L. olgae*), тяньшанская таволга (*Spirea tianschanica*) и многие растения альпийских лугов (*Festuca tianschanica*, *Geranium collinum*, *Alchemilla* sp. и другие виды).

Современный характер флоры внутреннего Тянь-Шаня указывает на то, что основной поток населявших его растений шел с востока, со стороны кустарниковых сухих и пустынных степей внутренней Азии, существовавших еще с мелового периода. Крупнейшие межгорные котловины Тянь-Шаня — Иссыккульская и Кегенско-Текеская — были открыты на восток, а условия климата Тянь-Шаня в миоцене способствовали оstepнению местной ксерофитной флоры и проникновению степных элементов из Центральной Азии.

Обилие в настоящее время во внутреннем Тянь-Шане нагорных центральноазиатских ксерофитов, широкое развитие типичных для Центральной Азии формаций сухих степей с караганой говорят о самых тесных флористических связях этих областей.

Так, например, для Внутренней Монголии характерны: присутствие нескольких видов карагаз, преимущественное развитие тырсовидных и мелкоперистых ковылей, отсутствие длинноперистых ковылей, участие в степных и пустынных ассоциациях нескольких видов лука, широкое развитие полукустарничков, слабое развитие эфемеров (Герасимов и Лавренко, 1952). Эти же признаки отличают степи и пустыни внутреннего Тянь-Шаня от степей и пустынь равнинных зон Казахстана и Средней Азии.

Кроме многочисленных видов караган, из которых в Тянь-Шане наиболее распространены *Caragana jubata*, *C. leata*, *C. pleiophylla*, ряд других растений, как, например, некоторые злаки (*Stipa mongolica*, *St. capillata*), лапчатка (*Potentilla gelida*), эдельвейс (*Leontopodium leontopodium*) и полыни (*Artemisia pectinata*, *A. compacta*), подчеркивает связь степной и пустынной растительности Тянь-Шаня с монголо-саянскими степями. Это сходство выражается не только в присутствии отдельных центральноазиатских флористических элементов, но и в общности структуры растительных ценозов степей и пустынь внутреннего Тянь-Шаня и Центральной Азии.

Сходство в характере степных и пустынных ассоциаций Центральной Азии и внутреннего Тянь-Шаня позволило Н. И. Рубцову (1950) присоединить последний к центральноазиатской нагорной флористической подобласти.

Весьма вероятно, что наиболее существенные черты нагорных степных и пустынных ландшафтов Центральной Азии и внутреннего Тянь-Шаня были выработаны именно в сухое олигоценовое и миоценовое время на фоне поднятия гор и обособления межгорных степных и пустынных котловин. Эти сухие и пустынные степи были несколько видоизменены и обогащены в ледниковое время бореальными элементами.

### Ландшафты Тянь-Шаня в конце третичного и начале четвертичного периода

Конец третичного и начало четвертичного периода характеризовались дальнейшим развитием горообразовательных процессов и некоторым увеличением влажности климата. На увлажнение климата указывает минералогический и литологический состав неоген-четвертичных толщ, слагающих верхнюю часть свиты осадочных пород, которые объединяются геологами в тяньшанский орогенический комплекс. Для этой части свиты, выделяемой Б. А. Петрушевским (1948) в серую свиту, характерны карбонатные прослои (мощностью 1—2 м), пред-

ставленные песчанистыми известняками и мергелями озерного сипа. Они содержат многочисленную фауну пресноводных пелеципод и гастропод. Соленосные отложения в серой свите отсутствуют. Значительная часть ее сложена глинами и песчаниками, и лишь в самых верхах появляются гравелиты и галечниковые конгломераты, свидетельствующие об усилившемся поднятии гор и увеличении мощности водных потоков.

В то время как в периферических частях Тянь-Шаня дифференциация хребтов и котловины происходила в юрское и нижнетретичное время и была весьма интенсивной, область Центрального Тянь-Шаня длительное время испытывала общее поднятие, на фоне которого хребты и разделяющие их котловины оформились лишь в поздне третичное, а некоторые и в четвертичное время, а амплитуда относительных поднятий и опусканий была значительно меньше. Это привело к различной (по степени) расчлененности страны и различной сохранности древних форм рельефа.

В то время как в периферических частях Тянь-Шаня и по окраинам наиболее крупных межгорных котловин к началу первого оледенения сформировался среднегорный рельеф и произошла вертикальная дифференциация ландшафтов, в Центральном Тянь-Шане сохранились обширные однообразные высоко поднятые плато — остатки слабо расчлененного мезозойского пенепплена.

Наряду с увеличением высоты гор в конце третичного и в нижнетретичное время происходило и расширение площади поднятий. Геологические исследования в Тянь-Шане (Шульц, 1948) показали, что мощные, измеряемые километрами толщи третичных и четвертичных осадков, накопившихся в области синклиналей, постепенно, по мере роста поднятий, вовлекались в тектонические движения. По окраинам крутых межгорных впадин возникла, таким образом, полоса предгорий, сложенных сильно дислоцированными толщами третичных и нижнетретичных пород (фиг. 2).

Однако соотношение процессов поднятия и денудации в предгорьях в нижнетретичное время было таково, что одновременно с поднятием шла и пенеппенизация вновь возникающих складчатых предгорных комплексов. Ко времени первого оледенения они имели характер денудационных выровненных поверхностей, представлявших собою пьедестал, над которым поднимались сложенные палеозойскими породами хребты, расчлененные, в зависимости от их относительной высоты, до степени низкогорий и среднегорий. В водораздельной части хребтов местами сохранились участки мезозойского пенепплена.

Нижнечетвертичные денудационные поверхности, выработанные в дислоцированных третичных толщах, наблюдаются повсеместно по окраинам Исыккульской и Текесской впадин, в Кочкорской впадине и в ряде других мест.

Верхнетретичные и нижнечетвертичные тектонические движения захватили не только Тянь-Шань, но имели весьма широкое развитие во всей Центральной Азии (Обручев, 1951).



Фиг. 2. Дислоцированные красноцветные третичные толщи в предгорьях Терской-Ала-Тау.

Дугообразное строение хребтов и четковидное расположение межгорных впадин характерны и для Тянь-Шаня, и для обширных пространств внутреннего Китая и Монголии. По свидетельству И. П. Герасимова (Герасимов и Лавренко, 1952), дугообразное простираение главных орографических элементов в Монголии имеет древнее происхождение. Соединяющиеся между собой дуги хребтов связывают горные сооружения Алтая, Саян и Тянь-Шаня с системой горных сооружений Дальнего Востока.

Образование в конце третичного и начале четвертичного периода высоких горных цепей, протягивающихся через весь континент и связанных между собой, облегчило продвижение лесной бореальной растительности в Центральную Азию и Тянь-

Шань со стороны Сибири и Дальнего Востока. Повидимому, в этот период произошло формирование столь типичных для Тянь-Шаня лесов из тяньшанской ели (*Picea schrenkiana*).

Относительно происхождения еловых лесов Тянь-Шаня существуют два мнения. Н. В. Павлов (1948) считает, что эти еловые леса представляют древнее внедрение одного из элементов восточноазиатской флоры, причем инвазию не видового, а ландшафтного порядка. Подобного же мнения держится П. П. Поляков (личное сообщение).



Фиг. 3. Ареал ели Шренка (по Б. А. Быкову, 1950).

О восточноазиатском происхождении лесов тяньшанской ели и связи их с хвойной флорой гинкго, занимавшей территорию северо-восточной Сибири и Дальний Восток, свидетельствует прежде всего количественное распределение видов ели на территории евразийского континента. По данным, приводимым Б. А. Быковым (1950), из 26 видов ели, встречающихся на территории Евразии, 20 видов сосредоточено в ее восточной части (Дальний Восток, Япония, центральный и восточный Китай, Гималаи). Именно там находится центр видового разнообразия елей и отсюда, повидимому, шло расселение наиболее пластичных видов, которые приспособились к условиям резко континентального климата горных районов Центральной Азии. Горные еловые леса формировались вдоль северной окраины Центральной Азии и вдоль ее юго-восточного горного обрамления. Об этом свидетельствует современный разорванный ареал тяньшанской ели, распространенной в Тянь-Шане и Нань-Шане (фиг. 3).

На восточноазиатское происхождение еловых лесов Тянь-Шаня указывают родственные связи *Picea schrenkiana* с другими видами ели. С одной стороны, ряд признаков сближает ее

с сибирской елью (*Picea obovata*), которая близ Амура и берегов Охотского моря замещается сходной с ней корейской елью (*P. korajensis*); еще южнее распространены близкие к ним виды ели — *P. polita* (в Японии) и *P. gemmata* (в Китае).

С другой стороны, можно проследить родственные связи тьяньшанской ели с гималайской елью (*P. morinda*) через западотьяньшанскую (*P. tianschanica*) и центральнокитайскую (*P. crassifolia*) ели. Таким образом, еловые леса, близкие к лесам тьяньшанской ели, распространены в горных районах восточной и Центральной Азии. Ниже мы увидим, что между Тянь-Шанем и этими областями существуют не только флористические, но, как справедливо указывал Н. В. Павлов (1948), и ландшафтные связи.

В противоположность Н. В. Павлову, Б. А. Быков (1950) считает, что родиной еловых лесов были равнины Средней Азии, покрытые вечнозелеными тургайскими лесами, которые по мере оттеснения их в горы обединялись и превращались в смешанные, а затем в чисто хвойные леса. По этому высказыванию, как нам кажется, противоречит отсутствие остатков елей в третичных толщах юго-западного Казахстана (Устюрт, Тургайское плато), и, наоборот, их присутствие в третичных отложениях районов, тяготеющих к Сибири. Так, например, на р. Бухтарме в южном Алтае в третичных толщах были обнаружены ель, пихта, сосна, можжевельник, секвойя и другие виды (Schmalhausen, 1936). Возможно, что на фоне общего роста гор происходило смешение широколиственной тургайской и бореальной восточносибирской флоры, что было особенно свойственно северо-восточным районам распространения тургайской флоры. Эта промежуточная флора господствовала некоторое время в виде смешанных лесов на внешних склонах поднимающихся периферических хребтов и сохранилась местами (как указывает Б. А. Быков, 1950) и поныне.

Тянь-Шань был местом, где происходило не только смешение различных флор, но и выраженное в еще более резкой степени смешение различных фаунистических элементов, среди которых значительное место занимали центральноазиатские виды.

По Б. К. Штегману (1938), в орнитофауне Тянь-Шаня весьма сильно выражены сибирский и тибетский элементы, слабее представлены элементы европейский и средиземноморский и, отчасти, монгольский. То же самое отмечает С. И. Огнев (1940) для фауны млекопитающих, причем он считает, что на Тянь-Шане находятся границы распространения многих животных, принадлежащих к различным фаунистическим областям.

В фауне млекопитающих Тянь-Шаня, как и в его орнитофауне, преобладают виды, широко распространенные в пределах палеоарктики, но образующие в Тянь-Шане свои местные расы, а также формы, широко распространенные в горах Сибири и Центральной Азии. К последним относятся: красный волк, ирбис, архар, марал, серый сурок, рыжая и большеухая пищухи, реликтовый суслик и ряд других видов. Восточной границей средиземноморских и переднеазиатских элементов (например, дикобраза и лесной соны) обычно являлись периферические цепи Тянь-Шаня.

### Ландшафты Тянь-Шаня в ледниковое время

Большинство исследователей Тянь-Шаня отмечает двукратное оледенение как во внутреннем, так и в периферическом Тянь-Шане. Следы двух ледниковых периодов найдены в Западном Тянь-Шане и в Ферганском хребте. В. В. Резниченко (1930) обнаружил остатки двух оледенений в долине р. Байкол в восточной части Терской-Ала-Тау. О двукратном оледенении центральной части Терской-Ала-Тау в бассейне озера Иссык-Куль говорит и Н. Г. Кассин (1915). Д. М. Яковлев (1936) указывает на два ледниковых периода в бассейне р. Сары-Джас, а Н. Н. Пальгов (1951) — на северных склонах Заилийского Ала-Тау. Лишь в центральной, наиболее высокой и слабо расчлененной части Тянь-Шаня — в области верхнеарынских сыртов С. В. Калесник (1934а, б) фиксирует следы одного оледенения. Он склонен считать, что в то время как в периферических хребтах Тянь-Шаня ледниковый покров мог исчезать и вновь появляться, на высоких плоскогорьях он сохранялся и в течение межледникового времени.

Присутствие в водораздельных частях этой горной страны слабо расчлененных плато и плоских межгорных понижений способствовало развитию обширных фирновых и ледяных полей. О характере ледников, покрывающих сырты Центрального Тянь-Шаня, можно отчасти судить по ничтожным остаткам ледникового покрова сохранившихся в форме ледников плоских вершин в Терской-Ала-Тау и в Кок-Шаал-Тау, описанных Г. А. Авсюком (1950).

На расчлененных склонах хребтов, обращенных к более глубоким межгорным впадинам, оледенение носило долинный характер. Следы древних троговых долин, сохранившиеся местами на склонах современных речных долин, говорят о том, что запеленные льдом в период первого оледенения долины были весьма широки и имели относительно пологое падение.

Судя по характеру древних трогов, первое оледенение горных хребтов весьма напоминало современное оледенение хребта Ак-Шийрик. Этот хребет поднимается на 1000—1500 м над поверхностью слабо волнистых сыртов равнин. Здесь широкие ледниковые долины и обширные фирновые поля разделяются узкими, одна выступающими из снега и льда водоразделами. Ледники спускаются к самому подножью хребта, где на размытой поверхности дислоцированных третичных пород происходит накопление моренных и флювиогляциальных отложений. Отдельно сохранившиеся аккумулятивные ледниковые формы свидетельствуют о том, что в период первого оледенения долинные ледники спускались до подножья хребтов, т. е. до уровня нижнечетвертичных денудационных равнин, на поверхности которых отложились морены, флювиогляциальные галечники и валунники, покрытые маломощным слоем лёссовидных суглинков. По свидетельству Р. Д. Забирова (1950), в бассейне Иссык-Куля древние морены обнаружены в области предгорий близ с. Теплоключинка (на абсолютной высоте 2040 м) и в Кунгей-Ала-Тау между с. Чалпап-Ата и с. Чон-Аксу (1800 м).

Об истинной депрессии снеговой линии в Тянь-Шане в периоды оледенения судить трудно, так как в течение всего четвертичного времени горы продолжали подниматься и расширяться, а впадины опускаться. О значительном поднятии гор и опускании впадин в межледниковый период говорит большая разница высот дна древнего и более молодого трога в местах, где сохранилась система вложенных троговых долин (фиг. 4).

Как правило, наибольший врез молодого трога наблюдается в нижней части древнеледниковых долин. Вверх по долинам относительная разница высот древнего и молодого трога уменьшается, а близ современных ледников эти трогги сливаются. Это указывает на то, что в межледниковое время регрессивная эрозия захватила во внутреннем Тянь-Шане преимущественно окраины поднимающихся горных массивов и не успела проникнуть в их центральные части. В верховьях долин, повидимому, и в межледниковое время сохранялись ледники. Подгорные равнины, сложенные в основании дислоцированными третичными толщами и покрытые флювиогляциальными отложениями, в конце первого оледенения и в межледниковое время также испытывали поднятие. Это поднятие сопровождалось разрывами и сбросами, местами произошли надвиги палеозойских массивов на третично-четвертичные комплексы.

Дислокации четвертичных флювиогляциальных толщ, покрывающих поверхности нижнечетвертичного ленеблена, отме-

чены Б. А. Федоровичем (1931) во многих местах северных предгорий Тянь-Шаня, И. П. Герасимовым<sup>1</sup> в бассейне Иссык-Куля, С. С. Шульцем (1948) в Нарынской впадине.

Поднятие подгорных равнин в межледниковое время не компенсировалось денудацией (как это было в нижнечетвертичный период), и у подножия поднимающихся палеозойских



Фиг. 4. Троговый характер речных долин (бассейн р. Чон-Кызыл-Су).

массивов появилась полоса предгорий с плоскими, местами ступенчатыми (обусловленными сбросовой тектоникой) водоразделами и широкими долинами. В пределах долин продолжалось накопление флювиогляциальных отложений отступавшего ледника, происходило дальнейшее врезание рек, о чем свидетельствует комплекс древних флювиогляциальных террас и серия вложенных друг в друга конусов выноса на вновь образовавшихся подгорных равнинах.

В межледниковый период, как уже говорилось выше, верховья речных долин и слабо расчлененные участки древнего пенеплена в области высокогорий, повидимому, продолжали оставаться подо льдом.

<sup>1</sup> См. статью И. П. Герасимова в этом же сборнике.

Второе наступание ледников было менее значительным, чем первое. Долинные ледники, спускавшиеся с хребтов, окаймляющих глубокие межгорные котловины и долины, не доходили до области предгорий. Так, например, на северных склонах Терской-Ала-Тау троговые долины последнего оледенения оканчиваются в 10—12 км от предгорий на абсолютной высоте 2500—2200 м, а длина ледников во время этого оледенения составляла 20—25 км (Забиров, 1950). Концы троговых долин в настоящее время занимают иное положение, чем в период оледенения, так как в позднечетвертичное время продолжались тектонические движения. О дальнейшем поднятии внутренних хребтов Тянь-Шаня говорят молодые врезы рек в дно троговых долин близ окончания трогов, комплекс нижних флювиогляциальных террас и последовательно выдвигающиеся в область котловин конусы выноса.

Физико-географическую обстановку Тянь-Шаня в ледниковые и межледниковые эпохи можно отчасти восстановить по характеру флювиогляциальных отложений.

Флювиогляциальные валунно-галечниковые толщи, покрывающие поверхность нижнечетвертичных денудационных равнин и слагающие флювиогляциальные террасы, как правило, увенчаны толщей лёссовидных, сильно карбонатных суглинков, а в толще галечников встречается карбонатный цемент. Обогащение флювиогляциальных наносов известью могло происходить лишь непосредственно вслед за их отложением, когда рельеф поверхности, на которой отлагались суглинки, еще не был расчленен. Нахождение лёссовидных карбонатных суглинков на различных флювиогляциальных террасах показывает, что в области предгорий и подгорных равнин достаточно сухой климат сохранялся в течение длительного времени как в периоды наступания ледников, так и между оледенениями.

О сухости климата межгорных впадин во время ледниковых и межледниковых эпох можно судить по отсутствию во флювиогляциальных толщах гумусовых или торфянистых прослоев. Весьма вероятно, что в те времена ландшафты крупных межгорных впадин напоминали современные ландшафты приледниковых районов Центрального Тянь-Шаня, например долины р. Иньльчек. Благодаря сухости климата, сухие и пустынные степи на сильно карбонатных моренах и флювиогляциальных террасах начинаются в непосредственной близости от ледника Иньльчек и лишь на крутых северных склонах, сильно затененных и лучше увлажняемых, степь исчезает и сменяется лесами из тяньшанской ели, чередующимися с лугами.

Резкая дифференциация ландшафтов на склонах различных экспозиций, столь характерная в настоящее время для Тянь-Шаня, сложилась, повидимому, именно благодаря сухости климата, сохранявшейся в течение всего четвертичного периода.

Причины наступания ледников в Тянь-Шане мы видим не столько в резком повышении влажности климата и в общем его похолодании, сколько в дальнейшем поднятии гор, «проявивших», по выражению С. В. Калесника (1934а), снеговую линию. Низкие температуры и слабо расчлененный рельеф водоразделов способствовали накоплению фирна и льда.

Не только в Тянь-Шане, но и на равнинах Средней Азии отсутствуют признаки существования в четвертичное время более влажных эпох (Герасимов, 1937), так же как нет доказательств прогрессирующего иссушения климата Средней Азии в послеледниковое и историческое время.

Сухой и холодный климат, господствовавший в межгорных, свободных ото льда впадинах Тянь-Шаня в периоды оледенений, способствовал дальнейшему изменению растительности Тянь-Шаня. В тугайной флоре внутреннего Тянь-Шаня исчезли теплолюбивые элементы — ольха, вяз, ясень и сохранились наиболее стойкие в отношении холода различные виды ивы, береза и приспособленные к сухим и даже пустынным условиям облепиха, чингил, тополь и другие виды.

Хвойные леса внутреннего Тянь-Шаня почти освободились от лиственных пород (в подлеске осталась лишь одна рябина). Тяньшанская ель, отесненная ледниками с горных склонов в сухие межгорные впадины на сильно карбонатные лёссовидные суглинки и карбонатные красноцветные глины и конгломераты, оказалась в новой для нее обстановке. В условиях холодных сухих степей тяньшанская ель, обладающая значительной пластичностью (о чем свидетельствует ареал этой ели и близких ей форм), должна была значительно изменить свою природу. Парковый характер леса, образованного этой елью, и преимущественное поселение на крутых затененных склонах, могут быть результатом приспособления ели к условиям сухого климата.

По особенно замечателен состав золы тяньшанской ели, резко отличающий ее от елей равнин Европы. Для сравнения приведем результаты анализа золы обыкновенной ели и произрастающей в Терской-Ала-Тау тяньшанской ели (табл. 2).

Сравнение данных табл. 2 обнаруживает значительно большую зольность всех частей тяньшанской ели; процент золы в ее хвое и в тонких ветвях приблизительно в два раза, а в стволе в восемь раз выше, чем у ели обыкновенной.

Состав золы обыкновенной и тяньшанской ели (в % от веса золы)

Вид и место его произрастания	Части растения	Зола в % от веса сухого вещества	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Ель обыкновенная, северная Германия, морена	Хвоя	3,59	46,01	Нет сведений	1,17	Нет сведений	9,93	4,21	12,58	5,37	0,31	11,31
	Тонкие ветви	1,87	24,43	То же	4,77	То же	9,20	3,13	22,15	6,98	1,88	18,07
	Ствол	0,17	2,98	» »	0,79	» »	2,49	1,10	39,82	9,35	0,47	20,42
Ель тяньшанская, Терской-Ала-Тау, граниты	Хвоя	6,29	17,22	3,78	5,13	0,81	3,64	4,45	44,03	9,18	1,75	10,03
	Тонкие ветви	4,00	17,55	2,55	7,37	0,40	9,28	4,83	29,84	11,60	2,78	14,51
	Ствол	1,34	16,20	2,50	4,82	0,10	25,42	3,04	27,00	6,88	1,62	5,74
	Опад	10,60	17,42	2,69	6,57	0,52	3,82	3,38	49,40	9,28	2,73	4,42
Ель тяньшанская, Терской-Ала-Тау, красноцветные третичные породы	Хвоя	6,13	15,12	3,18	9,45	0,75	3,80	4,14	41,00	9,48	1,84	11,10

В составе золы хвои тяньшанской ели почти половину составляет кальций ( $\text{CaO}$ ) при небольшом содержании кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ), в то время как в хвое ели обыкновенной преобладает кремнезем, а кальция содержится относительно немного. Состав золы тонких ветвей обоих видов елей довольно близок, но все же в ветвях тяньшанской ели содержится относительно больше кальция и относительно меньше кремнезема.

Очень значительна разница в составе золы стволов этих двух видов елей. Древесина тяньшанской ели содержит очень много фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) и кремния (в 8—10 раз больше золы обыкновенной ели) и наоборот — относительное содержание калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) значительно ниже, чем в обыкновенной ели. Такие различия в составе золы отдельных частей елей тяньшанской и обыкновенной можно поставить в связь с их историей и современными условиями местообитания.

Тяньшанская ель, оттесненная в ледниковый период в межгорные впадины, находившаяся в условиях сухого климата и интенсивной инсоляции, должна была значительно увеличить транспирацию, с чем, повидимому, связана повышенная зольность всех ее частей (увеличение зольности — явление вообще характерное для растений сухого климата). Произрастая на сильно карбонатных породах, тяньшанская ель получала избыток кальция в качестве «принудительного ассортимента» к другим необходимым ей элементам. Этот избыток кальция накапливался преимущественно в сбрасываемых частях ели — хвое и тонких ветвях, и растение, таким образом, в какой-то мере избавлялось от него. Высокая зольность и накопление  $\text{CaO}$  в хвое сохранились у тяньшанской ели и до настоящего времени. Несмотря на то, что сейчас она произрастает часто на бескарбонатном делювии, ее хвоя и опад содержат до 40—49%  $\text{CaO}$ .

В золе тяньшанской ели, особенно в хвое и стволе, содержится, кроме того, значительно больше окислов железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), чем у обыкновенной ели. Эту особенность можно также поставить в связь с вынужденным обитанием тяньшанской ели на богатых окислами железа красноцветных третичных толщах, обнажавшихся при расчленении подгорных приледниковых равнин. Весьма вероятно, что ель находила убежище на крутых, затененных склонах, именно там, где красноцветные породы выходили на поверхность. Рожи тяньшанской ели на красноцветных третичных толщах сохранились и поныне в предгорьях Терской-Ала-Тау и в горах Бас-Оглы-Тас-Тау.

Хвоя тяньшанской ели, произрастающей сейчас на красноцветных породах, содержит, как показывают анализы, значи-

тельно больше окислов железа, чем хвоя ели, растущей на доломитовых гранитах (см. табл. 2). Исследования Б. Б. Полюнова (1944) и А. И. Троицкого (1949) красноцветной коры выветривания и почв Закавказья показали, что зола растений, растущих на красноземах, вообще отличается богатством окислами железа и алюминия.

Вполне вероятно, что тьяншанская ель во время произрастания на красноцветных третичных породах ассимилировала условия внешней среды, природа ее изменилась и эти изменения передались последующим поколениям. Особый состав опада тьяншанской ели, богатство его золы соединениями кальция и железа находят, как показали наши исследования, свое отражение в современных процессах почвообразования ельников Тянь-Шаня.

Наряду с ксерофитизацией ельников, в ледниковые периоды происходила ксерофитизация и ряда альпийских луговых ассоциаций, спускавшихся под натиском ледников в межгорные сухие впадины. Сухие и пустынные степи межгорных котловин обогатились альпийскими элементами, а по мере отступления ледников проникли по сухим южным склонам в высокогорья и дали широко распространенные в настоящее время в Тянь-Шане формации высокогорных луговых степей и пустынь, где совместно произрастают такие далекие по своей экологии растения, как типчак и эдельвейс, терескен и дриаданта, кобрезия и полынь. Природа некоторых из этих растений также значительно изменилась под влиянием внешней среды. Так, например, кобрезия — этот типичный альпиец, растущий в северном Тянь-Шане, на Алтае и на Кавказе на сильно выщелоченных кислых альпийских горнолуговых почвах, в Центральном Тянь-Шане, как правило, произрастает на почвах, содержащих до 8—10%  $\text{CaCO}_3$  в верхнем горизонте, а в некоторых случаях даже и на солончаковатых почвах.

### Ландшафты Тянь-Шаня в послеледниковое время

В послеледниковое время на фоне дальнейшего поднятия и расширения площади горных областей и расчленения предгорий и среднегорий происходило формирование современных ландшафтов Тянь-Шаня. Некоторые исследователи склонны считать, что эти ландшафты формировались в условиях все усиливающейся общей сухости климата Средней Азии. В частности, А. Н. Краснов (1888), один из первых исследователей Тянь-Шаня, писал, что палеарктическая флора в области Тянь-Шаня сильно пострадала в ледниковые периоды от холода,

а в послеледниковый период от все увеличивающейся сухости.

Исследования истории развития равнин Средней Азии И. П. Герасимова (1937) и работы Э. М. Мурзаева (1948) в Монголии доказывают ошибочность суждения об иссушении Азии в послеледниковое время. Оба исследователя показывают, что степи и пустыни существовали на равнинах Средней и Центральной Азии давно. Об этом же говорит В. А. Обручев (1947), рассматривая историю впадин Центральной Азии. О древности степей и пустынь Центральной Азии писал В. Л. Комаров (1908) при анализе флоры Монголии и Китая.

Мнение об усыхании Азии в историческое время, весьма поддерживаемое американским реакционным географом Хентингтоном, который связывает с этим явлением крупные социально-экономические события (например, монгольское нашествие), также неверно. А. И. Воейков (1910) и Л. С. Берг (1905) доказали, что в историческое время происходило не иссушение, а периодические колебания климата в сторону несколько большей или несколько меньшей сухости.

Мы не имеем доказательств прогрессивного иссушения всей территории Тянь-Шаня в послеледниковое время. Освобождение ото льда горных склонов и высокогорных сыртовых равнин привело не к усилению сухости, а лишь к дальнейшей дифференциации климатов и ландшафтов этой страны.

Возможно, что в периоды таяния ледников и обильного поступления талых вод в межгорные замкнутые котловины здесь существовали озера, которые могли до некоторой степени смягчать климат прилегающих территорий, как это, например, наблюдается сейчас в восточной части Иссыккульской котловины. Но влияние этих озер не было универсальным и его нельзя переоценивать. Так, например, западное побережье Иссык-Куля в настоящее время представляет собой сухую, унылую каменистую пустыню, несмотря на близость громадного водного бассейна. Это объясняется тем, что западная часть Иссыккульской котловины лежит непосредственно за горным барьером, защищающим эту часть впадины от влияния влажных западных ветров. Преимущественно фёновый характер спускающихся в котловину воздушных масс иссушает эту часть впадины и смягчающее влияние Иссык-Куля почти совершенно нивелируется.

Мнение о чрезвычайно широком развитии озер в межгорных впадинах Тянь-Шаня в послеледниковый период кажется нам также несколько преувеличенным. Мнение это было высказано еще первыми исследователями Тянь-Шаня

(П. П. Семеновым-Тянь-Шанским и И. В. Мушкетовым, посетившими его — первый в 1867 г., второй — в 1875 г.). Они считали, что продольные долины Тянь-Шаня в среднем течении больших рек (как, например, рек Чу, Или, Кегень, Чарын, Чилик и др.) выполнены осадками озерного характера (конгломератами, галечниками). Впоследствии озера высохли или были спущены. Этот взгляд разделялся и последующими исследователями Тянь-Шаня. Л. С. Берг (1930) писал о значительном уменьшении размеров Иссык-Куля в последнеледниковое время. Об этом же говорили Н. Г. Кассин (1915) и другие авторы.

Однако в отношении Иссык-Куля существует и противоположное мнение. И. П. Герасимов<sup>1</sup> на основании геоморфологических исследований в Иссыккульской котловине доказал, что часть осадков, принимавшихся ранее за озерные, представляет аллювиальные отложения и что Иссык-Куль не уменьшается, а увеличивается в своих размерах.

Четвертичные отложения, выполняющие Джаланашскую, Кегенскую и Текесскую котловины и принимаемые за озерные, по своему характеру также скорее похожи на аллювиальные и пролювиальные отложения. Они представляют собой толщи слоистых галечников, характеризующихся быстро меняющейся мощностью слоев, различной величиной галек, слагающих отдельные прослои, и различной степенью их окатанности. Типичного озерного аллювия, который мог бы образоваться в больших водоемах со спокойными условиями отложения осадков, в этих котловинах нет.

Однако совершенно отрицать бывшее существование озер в межгорных впадинах Тянь-Шаня нельзя. Вполне вероятно, что разноречивость мнений об истории Иссык-Куля является следствием того, что в пределах этой котловины в среднечетвертичное время существовал ряд небольших водоемов, в которые впадали стекающие с гор реки, и поэтому наряду с широко распространенными аллювиальными и пролювиальными отложениями на этом же уровне встречаются и типичные озерные осадки.

Небольшой озерный водоем существовал, повидимому, также и в пределах Кегенской впадины. В этой котловине, севернее гряды Чоль-Адыр, располагается небольшой массив бугристых перевейанных песков, представляющих, повидимому, древнеозерные отложения.

В настоящее время наиболее богаты озерами высокие сыртовые равнины Тянь-Шаня, расположенные близ современных ледников. Здесь преобладают небольшие замкнутые или

<sup>1</sup> См. статью И. П. Герасимова в этом же сборнике.

местами соединяющиеся в цепочки мелкие озера. Особенно много их на сыртах, пересекаемых р. Ара-Бель. Из более крупных водоемов можно назвать лишь озера Чатыр-Куль и Соп-Куль.

Однако наличие озер на сыртах Тянь-Шаня не сказывается заметным образом на климате прилегающих к ним сухих, а часто и пустынных побережий. По всей вероятности и в более низко расположенных впадинах Тянь-Шаня существование озер в условиях холодного приледникового ландшафта не оказывало существенного влияния на увеличение влажности климата.

### Общие закономерности в распределении современных ландшафтов внутреннего Тянь-Шаня

По мере отступления ледников происходили вертикальная дифференциация ландшафтов и обособление современных, типичных для внутреннего Тянь-Шаня природных комплексов. В Тянь-Шане, как и во всякой горной стране, орография играет ведущую роль в распределении ландшафтов.

Абсолютная высота гор и межгорных впадин определяет термические условия развития того или иного ландшафта; относительное превышение хребтов над разделяющими их межгорными впадинами обуславливает степень дифференциации вертикальных ландшафтных поясов на склонах гор. Характер вертикальной поясности горных склонов определяется, при прочих равных условиях, ориентировкой хребтов относительно приносящих влагу ветров, а характер ландшафтов межгорных впадин — степенью их изолированности, а в связи с этим и сухости.

Хребты Тянь-Шаня вытянуты с запада на восток, что создает резкое различие вертикальных ландшафтных поясов северных, лучше увлажняемых и южных сухих склонов хребтов. Эти различия в структуре вертикальной поясности северных и южных склонов усиливаются во многих случаях асимметричным строением хребтов; северные склоны хребтов, как правило, более длинные и сильнее расчленены, чем южные (исключение представляет Ферганский хребет, северный склон которого незаметно переходит в поверхности сыртовых равнин, а южный круто спускается к Ферганской котловине).

Асимметрия склонов хребтов и неодинаковый гипсометрический уровень, на котором находятся их вершины и подножия, обусловлены различной амплитудой дифференциальных поднятий и опусканий в краевых и центральных частях горной страны, происходивших на фоне ее общего поднятия. Хребты

Купгей-Ала-Тау, Терской-Ала-Тау, Джумгол-Тау и др., обрамляющие межгорные котловины — Джаланашскую, Текесскую, Исыккульскую, Кочкорскую, поднимаются до 4000—4500 м над ур. о., а их подножия расположены на высоте 1600—1800 м. Разница высот составляет, таким образом, около 2500 м.



Фиг. 5. Сырты в верховьях р. Нарын. На заднем плане хр. Терской-Ала-Тау.

Большие колебания высот в свою очередь обуславливают развитие типичных форм среднегорного, а местами и высокогорного рельефа, почти полное уничтожение древних денудационных поверхностей и отчетливое обособление различных вертикальных ландшафтных поясов.

Хребты более внутренних частей Тянь-Шаня, как, например, Ат-Баши, Нарынский, Сонкульский и другие, также достигают абсолютной высоты 4000—4200 м, но подножья их лежат на высоте 2000—3000 м. Относительное превышение хребтов равно 1500—2000 м. Склоны хребтов имеют преимущественно среднегорный характер; на значительных участках сохранились поверхности древнего пенеплена. Вследствие меньшей относительной высоты хребтов уменьшается число вертикальных ландшафтных поясов на горных склонах и происходит их значительное сужение, а местами выпадение.

В центральных частях Тянь-Шаня подножья хребтов лежат на высоте 3300—3900 м, а вершины их поднимаются до 4000—5000 м. На южных склонах Терской-Ала-Тау, на хребтах Кок-Шаал-Тау и Ак-Шийряк сохранились древние денудационные поверхности, образующие типичный сыртовый рельеф (фиг. 5). Местами они поднимаются вплоть до самых водоразделов, как, например, в хребте Терской-Ала-Тау и в западной части Кок-Шаал-Тау, местами образуют пьедесталы горных возвышенностей, в водораздельных частях которых господствуют возникшие значительно позднее альпийские формы рельефа. Горные склоны до самых подножий одеты снегом и льдом. Лишь в области узла Хан-Тенгри горные хребты значительно поднимаются над общей поверхностью сыртов (до абсолютной высоты 6500—7000 м) и речные долины левобережных притоков Сары-Джаса имеют характер типичных горных ущелий.

В табл. 3 приведены данные о структуре вертикальной поясности и о высотных пределах вертикальных ландшафтных поясов в хребтах внутреннего Тянь-Шаня в зависимости от абсолютной высоты их подножий и вершин.

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что границы одних ландшафтных поясов весьма постоянны, границы других подвержены значительным колебаниям. Наиболее полно представлены вертикальные ландшафтные пояса в хребтах, обрамляющих межгорные впадины, главным образом на их северных, лучше увлажняемых склонах (хребты Кунгей-Ала-Тау, Терской-Ала-Тау).

Таблица 3

Высотные пределы (в м) вертикальных ландшафтных поясов на северных склонах хребтов

Название хребта	Высота снеговой линии	Высота концов ледников	Пояс альпийских лугов, высокоствольных степей и зарослей арчи	Пояс горных лесов и лугов	Пояс равнотравно-злаковых и сухих степей
Кунгей-Ала-Тау . . . . .	3600	3300—3400	3400—3000	3000—2000	2000—1600
Терской-Ала-Тау . . . . .	3900	3600—3500	3500—3000	3000—2100	2100—1800
Джумгол-Тау . . . . .	—	—	Выше 3000	2900—1900	1900 и ниже
Нарын-Тау . . . . .	—	—	» 3100	3100—2600	2600 » »
Ат-Баши . . . . .	—	—	3500—3100	3100—2800	2800 » »
Ишылчек-Тау . . . . .	4300	3900	3900—3000	3000—2800	2800 » »

Значительно слабее выражена вертикальная поясность на южных склонах хребтов, особенно в случае их слабого расчленения поперечными долинами, как, например, в восточной части Заилийского Ала-Тау.

Влияние экспозиции обычно резко проявляется в условиях континентального климата, и в этом отношении Тянь-Шань весьма сходен с остальными горными массивами Центральной Азии. Склоны северной и близких к ней экспозиций характеризуются мезофильными ландшафтами. К ним приурочены лесные луга, леса и альпийские луга внутреннего Тянь-Шаня. Южные склоны, наоборот, от самого подножья гор до ледников сухи; в предгорьях к ним приурочен ряд пустынных группировок, сменяющихся по мере увеличения высоты сухими степями, а в высоком поясе гор — луговыми высокогорными степями с зарослями туркестанского ползучего можжевельника (фиг. 6 и 7).

В случае расчленения склона хребта поперечными речными долинами создается ряд частных, различно ориентированных склонов. Это обуславливает пестроту ландшафтов в пределах отдельных вертикальных поясов. Каждый вертикальный пояс представляет в Тянь-Шане сложное, но закономерное сочетание различных ландшафтов, сменяющих друг друга в зависимости от экспозиции склонов.

В большинстве хребтов внутреннего Тянь-Шаня, подножья которых лежат в области сухих и пустынных степей, а вершины поднимаются выше снеговой границы, можно различить четыре вертикальных ландшафтных пояса.

Н и в а л ь н ы й п о я с ограничен снеговой линией, высота которой повышается в Тянь-Шане в направлении с северо-запада на юго-восток. По данным С. В. Калесника (1937), в окраинных хребтах Тянь-Шаня снеговая линия проходит на высоте 3000—3500 м. На северном склоне Торской-Ала-Тау она поднимается до 3800—3900 м. В хребте Ак-Шийряк она расположена на высоте около 4150 м, а в Хап-Тенгри и в Кок-Шаал-Тау поднимается до 4300 м. Соответственно изменению высоты снеговой линии изменяется высота нижней границы нивального пояса.

На расчлененных склонах хребтов нивальные ландшафты имеют альпийский облик: ледниковые долины отделены друг от друга узкими скалистыми водоразделами с острыми гребнями и пиками. Цирки и кары с отвесными стенками замыкают верховья ледников. Большинство ледников долинного типа не превышает в длину 5—7 км, за исключением отдельных крупных ледников (Иныльчек, Семенова, Петрова). В нижней части



Фиг. 6. Еловый лес на северном склоне (бассейн р. Чон-Кызыл-Су).



Фиг. 7. Высокогорная степь с арчей на южном склоне (бассейн р. Чон-Кызыл-Су).

этого пояса на скалистых, не покрытых снегом водоразделах еще присутствуют отдельные участки альпийских лужаек и подушки альпийских растений, под которыми происходит образование маломощных, первичных горнолуговых почв. Поверхности скал здесь обильно покрыты лишайниками и мхами. Выше 4300 м видимая жизнь исчезает и из фирна и льда выступают лишь голые, покрытые корочкой высокогорного загара, скальные поверхности.

Пояс альпийских лугов и высокогорных луговых степей располагается в пределах троговых долин с хорошо сохранившимся моренным рельефом. Верхняя граница этого пояса изменяется в зависимости от положения снеговой линии и концов современных ледников в том или ином хребте. В большинстве случаев она расположена на высоте 3500—3600 м. Нижняя граница альпийского горнолугового пояса находится на высоте около 3100 м. С абсолютной высоты 3300—3350 м в альпийском горнолуговом поясе по южным склонам появляются стланиковые формы туркестанского можжевельника.

Лесо-лугово-степной пояс обычно совпадает с наиболее расчлененным ярусом рельефа среднегорного, а местами и высокогорного типа. На крутых северных склонах, изобилующих осыпями и выходами скал, располагаются леса из тяньшанской ели, чередующиеся с лесными лугами. Луговая растительность покрывает и относительно плоские участки: поверхности флювиогляциальных террас, днища троговых долин и современные аллювиальные отложения. Южные склоны очень круты, каменисты и покрыты зарослями кустарников, перемежающихся с участками горных сухих степей. В высоких частях пояса, на южных склонах, среди степной растительности появляются заросли туркестанского можжевельника. Верхняя граница этого пояса лежит на абсолютной высоте 3000—3200 м, а нижняя на высоте 2100—2200 м.

Пояс сухих и разнотравно-злаковых степей занимает, как правило, области предгорий, сложенных рыхлыми третично-четвертичными толщами. Этот пояс располагается в большинстве случаев в пределах абсолютных высот 1700—2100 м.

Геологическое строение и характер ландшафтов этого пояса ближе к межгорным котловинам, чем к склонам хребтов.

В зависимости от высоты подножий и вершин хребтов описанная серия вертикальных ландшафтных поясов выражена с большей или меньшей полнотой. С увеличением высоты подножья хребта степной и лесо-лугово-степной пояса суживаются. В том случае, если подножье хребта расположено выше преде-

лов распространения лесной растительности (выше 3000 м), нижние части его склонов покрыты высокогорными степями, переходящими в альпийские луга и луговые степи, поднимающиеся в центральных и восточных частях внутреннего Тянь-Шаня до 4000 м над уровнем озера. Выше располагается пояс каменистых, полигональных тундр, переходящий на высоте



Фиг. 8. Ледник, спускающийся на поверхность сыртовых равнин.

4250—4300 м в нивальный пояс (хребет Борколдой, западная часть хребта Кок-Шаал-Тау и др.). Хребты, поднимающиеся над поверхностью высоких (3800—4000 м над ур. о.) сыртовых равнин, почти до самых подножий покрыты снегом и льдом, а ледники спускаются на подгорные равнины (фиг. 8).

Разнообразие современных ландшафтов внутригорных впадин Тянь-Шаня определяется их абсолютной высотой, степенью изолированности от влияния влажных западных и северо-западных ветров и характером выполняющих впадины рыхлых отложений.

Выше мы приводили данные по изменению мощности и состава рыхлых осадков в различных впадинах. Это дало основание Б. А. Петрушевскому (1948) выделить в Тянь-Шане несколько типов впадин.

К первому типу он относит Ферганскую, Чу-Таласскую и Иссыккульскую впадины. Они выполнены юрскими и третичными отложениями, причем последние представлены очень полно.

Мощность рыхлых осадков равна 3500—4500 м. Это наиболее древние структурные единицы Тянь-Шаня.

Второй тип впадин имеет менее мощный и менее полный третичный комплекс. К нему относятся впадины Нарынская, Атбашинская и Кочкорская. Третичные осадки залегают в них непосредственно на палеозойских породах и имеют мощность 2000—3000 м.

Для следующей группы впадин характерны значительная прерывистость третичных свит и значительно меньшая мощность отложений. К этой группе относятся впадины Туругартская и Боамская, в которых мощность осадков, представленных лишь красной и палево-бурой свитами, равна 500—600 м. Во впадине Ак-Сая обнаруживается лишь палево-бурая свита мощностью 100—150 м.

В четвертую группу впадин входят котловины Чатыр-Куля и Арпы, в которых мощность рыхлых толщ, представленных преимущественно четвертичными отложениями, равна 100—200 м.

Указанные различия в мощности и характере отложений впадин свидетельствуют о различном их возрасте и о различной интенсивности погружения палеозойского фундамента. В то время как одни впадины существуют с юрского периода и обладают большой мобильностью, другие оформились в позднечетвертичное или четвертичное время и представляют собой лишь неглубокие мульды.

В расположении межгорных впадин Тянь-Шаня наблюдается отчетливо выраженная закономерность: они располагаются линейно, четкообразно следуя одна за другой. Одну линию, вытянутую с востока на запад, образуют впадины: Текеская, Каркаринская, Иссыккульская, Кочкорская, Кокмерена и Кетмень-Тюбесская. К югу от Терской-Ала-Тау протягивается следующий ряд впадин: Карасайская, Нарынская, Атбашинская и Тогуз-Торауская. Еще южнее, у подножий Кок-Шаал-Тау, располагаются впадины Восточного и Западного Ак-Сая и впадина Чатыр-Куля. Зоны опускания (впадины и окаймляющие их антиклинальные палеозойские структуры — хребты) тянутся на сотни километров.

Различную степень углубления впадин и образование перемычек между ними С. С. Шульц (1948) объясняет колебанием оси развивающихся синклиналей. Общее погружение осей

синклиналей происходит, как правило, с востока на запад, поэтому и абсолютная высота межгорных впадин в пределах одной и той же цепи уменьшается в этом же направлении. Кроме того, на фоне общего поднятия внутреннего Тянь-Шаня южные синклинали, как мы уже говорили ранее, испытывали меньшее погружение, чем северные, что также сказывается на абсолютной высоте расположенных в пределах синклиналей впадин.

Все межгорные впадины Тянь-Шаня характеризуются сухостью и континентальностью климата и «центральноазиатским» режимом осадков с отчетливо выраженным летним максимумом. Этим межгорные впадины внутреннего Тянь-Шаня отличаются от равнин и предгорных районов Средней Азии, где максимум осадков приурочен к зимне-весеннему периоду, а лето сухое.

Отсутствие весеннего теплого и влажного периода сказывается и на характере растительного покрова и на процессах почвообразования. В частности, для пустынь и сухих степей межгорных впадин Тянь-Шаня характерны слабое развитие эфемеров и преобладание ксерофитных солянок и полукустарничков.

Большая или меньшая сухость межгорных впадин зависит от степени изоляции их от влажных западных ветров. Чем восточнее расположена котловина, тем она суше. В пределах одной и той же котловины западная часть, наоборот, суше, чем восточная. Это связано с расположением котловин в виде чехок, вытянутых с запада на восток. Благодаря этому, проходящие с запада влажные воздушные массы, переваливая из одной котловины в другую, теряют при подъеме часть влаги и спускаются в котловину в виде сухих фёнов. С этим связано, например, появление пустынных ландшафтов в западной части Иссыккульской котловины, в Кочкорской впадине, в Сюгатинской долине и в ряде других мест.

Там, где сухость межгорных впадин особенно велика, а сильные ветры выдувают верхние горизонты почв, на пролювиальных и аллювиальных конусах выноса формируются настоящие каменисто-галечниковые пустыни (фиг. 9). В таких местах галечники и щебень, покрытые глянцевитым темным загаром, сплошь устилают поверхность почвы, а редкие кусты ксерофитных солянок едва различимы на общем темном фоне.

Для растительности каменистых пустынь внутреннего Тянь-Шаня наиболее характерны: *Sympegma Regelii*, *Salsola gemmascens*, *Helianthemum soongoricum*, *Anabasis macroptera*, *Convolvulus spinifer*, *Ephedra equisetina*, *Zygophyllum Rosovii*, *Nitraria sibirica*, *Reaumuria kaschgarica*, и некоторые другие виды.

Среди названных растений многие типичны и для каменистых гаммад Монголии (Юнатов, 1950).

Почвы каменистых гаммад и пустынных низкогорий Тянь-Шаня представляют собою известковую или гипсовую поверхностную кору. Известковую — в случае расположения каменистых пустынь у подножья палеозойских массивов, а гипсовую — при расположении их близ выходов гипсоносных третичных осадочных пород.



Фиг. 9. Каменистая пустыня в западной части Иссыккульской впадины.

Каменистые пустыни межгорных впадин внутреннего Тянь-Шаня — это наиболее западные образования широко распространенных в Центральной Азии каменистых гаммад.

Значительно шире, чем каменистые пустыни, развиты в межгорных впадинах ландшафты сильно расчлененных, пустынных низкогорий (фиг. 10), приуроченных к областям распространения третичных пестроцветных соленосных и гипсоносных толщ.

Резкое и дробное расчленение, повсеместная сильно выраженная эрозия склонов, редкие кустики гипсофильных растений и своеобразные формы выветривания, особенно свойственные конгломератам, создают впечатление крайней пустынности этих, обычно безводных, территорий.

Ландшафты таких пустынных низкогорий широко распространены в Тогуз-Торауской, Нарынской, Кочкорской впадинах и в западной части Иссыккульской котловины.

В сухих межгорных впадинах Тянь-Шаня, лежащих на высоте 1500—2500 м, наряду с пустынями широко распространены ландшафты пустынных и сухих степей. Основу растительного покрова в них, так же как и в степях Центральной Азии, образуют ксерофитные многолетники. Преобладает полынь (*Artemisia compacta*), встречаются прутняк, терескен, эфедра. В условиях несколько лучшего увлажнения



Фиг. 10. Пустынные низкогорья в области распространения третичных и нижнечетвертичных соленосных пород (Иссыккульская котловина).

появляются типчак (*Festuca sulcata*) и мелкие ковыли (*Stipa caucasica*, *S. glareosa*). Весьма обычны в сухих степях караганы (*Caragana pleiophylla*, *C. leucophloea*).

Делювиальные отложения подгорных равнин, расположенных в котловинах с широким распространением соленосных и гипсоносных третичных толщ (приуроченных к предгорьям), также несколько засолены, что обуславливает появление среди обычной степной растительности единичных кустов чия. Сухие, полынно-типчаковые степи с чием весьма типичны для Кегенской, Текесской и для значительной части Нарынской и Атбашинской впадин. Подобные же ландшафты сухих степей с чием, судя по описаниям, широко распространены на равнинах Монголии (Мурзаев, 1948). Наиболее пониженные части котловин — низкие речные или озерные

террасы — обычно засолены и заняты солончаковатыми лугами (как, например, в Текесской и Иссыккульской впадинах), а местами и настоящими солончаками.

По мере увеличения абсолютной высоты межгорных впадин, ландшафты сухих и пустынных степей несколько изменяются. Появляются весьма характерные для высокогорий Тянь-Шаня *Artemisia rhodantha*, овсяница Крылова и ряд высокогорных ковылей, в частности — ковыль монгольский. Присутствует также ряд типичных альпийских растений, как, например: кобрезия волосистая, горечавка, камнеломка и другие виды. Высокогорные степи широко распространены на сыртах Ак-Сая и Сары-Джаса, в долине Иньльчек, на сыртах Кара-Сая и Карагая, в котловине Ассы и ряде других впадин, расположенных в пределах 2500—3500 м абсолютной высоты.

Наиболее высокие и сухие межгорные котловины и долины внутреннего Тянь-Шаня, расположенные на высоте 3500—4000 м, представляют ландшафты холодных высокогорных пустынь. Наиболее типично они представлены в истоках р. Нарына — на сыртах, пересекаемых реками Ара-Бель и Кум-Тор, в бассейнах рек Узенгегуш и Восточный Ак-Сай и в урочище Коголя-Чоп. Это холмисто-увалистые равнины, сложенные донной мореной с повсеместно развитой вечной мерзлотой, а местами и с сохранившимися участками мертвого погребенного льда. На голых вершинах и склонах холмов поверхность почвы разбита мелкими трещинками на такыровидные отдельности. Редкие подушки дриады или дернинки высокогорного тяньшанского вейника едва оживляют этот пустынный ландшафт. На склонах холмов повсеместно видны следы солифлюкции — полосы свежей излившейся грязи чередуются с полосами, покрытыми скудной сыртовой растительностью. Лишь в понижениях между холмами ландшафты несколько оживлены благодаря наличию рек с заболоченными берегами и маленьких озерков с белыми выцветами солей по берегам.

По мере увеличения абсолютной высоты, холодные пустыни сменяются высокогорной каменистой тундрой, особенно хорошо выраженной на древних денудационных поверхностях. Наиболее высоко поднятые части этих поверхностей, находящиеся на высоте свыше 4300 м, покрыты шапками ледников. Ниже концов ледников тянутся пространства каменистой полигональной тундры, с типичными формами ледникового экзарационного рельефа (фиг. 11 и 12). Подобные денудационные равнины, постепенно сливающиеся с поверхностью аккумулятивных равнин, особенно хорошо выражены в водораздельной части и на южных пологих склонах хребта Терскей-Ала-Тау.



Фиг. 11. Полигональная каменистая тундра на древних денудационных поверхностях хр. Кунгей-Ала-Тау.



Фиг. 12. Характер полигонов близ ледника Берга в Терской-Ала-Тау.

Таким образом, все межгорные впадины внутреннего Тянь-Шаня характеризуются развитием пустынных и степных ландшафтов, характер которых изменяется в зависимости от абсолютной высоты. В совокупности они представляют своеобразную лестницу, ландшафты нижних ступеней которой имеют аналогов в пустынных и степных межгорных впадинах пограничной Джунгарии и Монголии, а верхних — сходны с пустынными нагорьями восточного Памира и Тибета.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А в с ю к Г. А. Ледники плоских вершин. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 45, М.—Л., 1950.
- Б е р г Л. С. Высыхает ли Средняя Азия? «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1905, т. 41, вып. 3.
- Б е р г Л. С. Устройство поверхности (Азиатской России). В кн. «Азиатская Россия», т. 2, СПб., Изд. Переселенч. упр., 1914.
- Б е р г Л. С. Гидрологические исследования на Иссык-Куле в 1928 г. «Изв. Гос. гидрол. ин-та», 1930, № 28.
- Б ы к о в Б. А. Еловые леса Тянь-Шаня, их история, особенности и типология. Алма-Ата, АН Каз. ССР, 1950.
- В о е й к о в А. И. Повсеместны ли колебания климата и периодичны ли они. «Мет. вестник», 1910, № 12.
- Г е р а с и м о в И. П. Основные черты развития современной поверхности Турана. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 25, М.—Л., 1937.
- Г е р а с и м о в И. П. и Л а в р е н к о Е. М. Основные черты природы Монгольской Народной Республики. «Изв. АН. СССР», серия геогр., 1952, № 1.
- Г е р а с и м о в И. П. и Л и в е р о в с к и й Ю. А. Чернобурые почвы ореховых лесов Средней Азии и их палеогеографическое значение. «Почвоведение», 1947, № 9.
- З а б и р о в Р. Д. К вопросу о древнем оледенении хребта Терской-Ала-Тау, «Вестник Моск. ун-та», 1950, № 5.
- К а л е с н и к С. В. О некоторых новых формах ледниковых образований в центральном Тянь-Шане. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1934а, т. 66, вып. 3.
- К а л е с н и к С. В. По Центральному Тянь-Шаню (Резюме сообщ., сделанного на общем собрании членов Географического об-ва 13 апр. 1934 г.). «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1934б, т. 66, вып. 4.
- К а л е с н и к С. В. Горные ледниковые районы СССР. Л.—М., 1937.
- К р а с н о в А. Н. Опыт истории развития флоры южной части Восточного Тянь-Шаня. «Зап. Русск. геогр. об-ва по общей географии», т. 19. СПб., 1888.
- К а с с и н Н. Г. и др. Гидрогеологические исследования, произведенные в бассейне озера Иссык-Куля в 1914 г. Пг., 1915.
- К о м а р о в В. Л. Введение к флорам Китая и Монголии. «Тр. СПб. Ботан. сада», т. 29, вып. 1, 2. СПб., 1908.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Материалы к третичной и верхнемеловой флоре Средней Азии. «Ботан. журнал СССР», 1941, т. 26, № 2.

- Криштофович А. Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы. В кн. «Материалы по истории флоры и растительности СССР», т. 2. М.—Л., АН СССР, 1946.
- Мурзев Э. М. Монгольская Народная Республика. Физ.-географ. описание. М., 1948.
- Мушин В. Г. К геологии центрального и западного Тянь-Шаня. «Проблемы сов. геологии», 1936, № 5.
- Мушин В. Г. К вопросу о геологии Тянь-Шаня. «Сов. геология», 1938, № 8—9.
- Мушкетов И. В. Краткий отчет о путешествии по Туркестану в 1875 г. «Зап. Минер. об-ва», 2 серия, т. 12. СПб., 1876.
- Мушкетов И. В. Туркестан, т. 1—2. Изд. 2-е. СПб., 1915.
- Мушкетов И. В. Оледенение восточной Ферганы и Алая. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1917, т. 53.
- Наливкин Д. В. Палеогеография Средней Азии в кайнозойскую эру. «Изв. Геол. ком.», 1928, т. 47, № 2.
- Наливкин Д. В. Геологическое строение Памира. «Тр. Всес. геол.-разв. объедин.», вып. 182. М.—Л., 1932.
- Обручев В. А. Пограничная Джунгария. Томск, 1912, т. 1, вып. 1; 1914, т. 1, вып. 2 и 3.
- Обручев В. А. Впадины Центральной Азии и их научные сокровища. «Изв. АН СССР», серия геол., 1947, № 5.
- Обручев В. А. Избранные работы по географии Азии, т. 1. М., 1951.
- Овчинников П. Н. К истории растительности юга Средней Азии. «Сов. ботаника». 1940, № 3.
- Огнев В. Н. Геология северной Ферганы. «Матер. по геологии и геохимии Тянь-Шаня», вып. 5. Л.—М., 1935.
- Огнев С. И. Млекопитающие Центрального Тянь-Шаня (Зайлийский и Кунгей Ала-Тау). М., 1940. Матер. к познанию фауны и флоры СССР. Новая серия, Отд. зоологич., вып. 3 (XVIII).
- Павлов Н. В. Ботаническая география СССР. Алма-Ата, АН Каз. ССР, 1948.
- Пальгов Н. Н. Современное оледенение в хребте Зайлийский Ала-Тау. «Изв. АН Каз. ССР», серия геогр., 1951, вып. 3.
- Петрушевский Б. А. Строение третичных отложений Тянь-Шаня. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы». Отд. геол., 1948, т. 23, № 1.
- Полынов Б. Б. Красноземная кора выветривания и ее почвы. «Почвоведение», 1944, № 1.
- Полынов Б. Б. и Крашенинников И. М. Физико-географические и почвенно-ботанические исследования в области бассейна реки Убер-Джаргалантэ и верховьев Ара-Джаргалантэ. В кн. «Северная Монголия», ч. 1. Л., АН СССР, 1926.
- Резниченко В. В. Оледенение на севере узла Хан-Тенгри. «Тр. 3-го Всес. съезда геологов», вып. 2. Ташкент, 1930.
- Рубцов Н. И. О геоботаническом районировании Тянь-Шаня. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы», новая серия, отд. биол., 1950, т. 55, вып. 4.
- Сикстель Т. А. Растительные остатки из третичных отложений северной Киргизии. Ташкент, 1939.
- Синцын В. М. О геологической границе Куэньлунских и Тяньшанских структур в памиро-алтайском сближении. «Изв. АН СССР», серия геол., 1945, № 6.
- Троицкий А. И. Обмен минеральных элементов между почвой и растительностью. «Проблемы сов. почвоведения», сб. 15. М.—Л., 1949.

- Федорович Б. А. Послетретичные тектонические процессы в северных предгорьях Тянь-Шаня. Матер. по геологии и геохимии Тянь-Шаня, ч. 2. Л., 1931.
- Штегман Б. К. Основы орнитогеографического деления палеарктики. «Фауна СССР». Птицы, т. 1, вып. 2. М.—Л., АН СССР, 1938.
- Шульц С. С. К стратиграфии и тектонике Кетменского хребта. «Тр. Всес. геол.-разв. объедин., вып. 322, Л., 1933.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М., 1948 (Зап. Всес. геогр. об-ва, новая серия, т. 3).
- Юнатов А. А. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. «Тр. Монгольской комиссии АН СССР», вып. 39. М.—Л., 1950.
- Яковлев Д. И. О некоторых процессах в ледниковых системах. «Проблемы сов. геологии», 1936, № 3.
- Schmalhausen J. F. Über tertiäre Pflanzen aus dem Thale des Flusses Buchtarma am Fusse des Altaigebirges. «Palaeontographica», Bd. 33. Stuttgart, 1886—1887.
- Wolf E. Aschen-Analysen von landwirtschaftlichen Producten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen. Berlin, 1871.

*И. П. Герасимов*

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАГАДКА ИССЫК-КУЛЯ

Палеогеографической загадкой Иссык-Куля является, по нашему мнению, вопрос о прежнем соединении р. Чу с озером Иссык-Куль и их современном разъединении.

Как известно, свое начало р. Чу берет во внутренней части западного Тянь-Шаня. Она образуется путем слияния рек Кочкор, Тюлек и Кара, которые в пределах Кочкорской котловины, расположенной западнее Иссыккульской впадины, формируют р. Верхнюю Чу. Пересекши хребет Киргизский Ала-Тау (в его восточной части), Верхняя Чу стремится на северо-восток, выходит в Иссыккульскую котловину (фиг. 1), подходит к западной оконечности озера Иссык-Куль и здесь в нескольких километрах от его берега неожиданно и резко поворачивает на запад и затем на северо-запад, прорезает (в Боамском ущелье) западные отроги хребта Кунгей-Ала-Тау и выходит в пределы подгорной так называемой Чуйской «долины».

Странный поворот р. Чу в сторону от озера Иссык-Куль еще 100 лет тому назад обратил на себя внимание П. П. Семенова-Тян-Шанского во время его путешествия в Тянь-Шань в 1856 г. Этот выдающийся русский географ записал в своем дневнике следующее: «По выходе из прекрасной горной долины (Кочкорской.— *И. Г.*), река, принимая название Чу, текла еще все в направлении к ССВ, отделяясь от озера (Иссык-Куля.— *И. Г.*) весьма низкой двойной грядою или гривую и, наконец, когда эти гривы сгладились, вышла на побережье озера и вдруг, следуя по несколько наклонной плоскости, круто поворачивала в противоположную от озера сторону в направлении к З, постепенно врезываясь в... горы и, наконец, врываясь в страшное ущелье Буам. Крутой поворот реки на побережье озера отстоял от берега сего последнего не более как в расстоянии от 7 до 10 верст. На внешней стороне этого поворота находилось

небольшое болото, питаемое, как кажется, просачивающимися в него водами р. Чу, а из этого болота текла в озеро небольшая речка, в своем дальнейшем течении к озеру принимавшая вид арыка...; река эта по своему мелководью и ничтожеству носит ироническое название Кутемалды. Вот на что сводится, по крайней мере в настоящее время, гидрографическая связь реки Чу



Фиг. 1. Река Чу при выходе в котловину оз. Иссык-Куль.  
Фото Р. Д. Забирова.

с озером Иссык-Куль, которое прежние географы (К. Риттер и А. Гумбольдт) принимали за исток реки Чу» (1867, стр. 202—203).

Очень точно и ясно описав картину современного разъединения р. Чу и Иссык-Куля, П. П. Семенов-Тянь-Шанский впервые поставил также и вопрос об их прежнем соединении. Обратив внимание на широкое распространение по берегам Иссык-Куля «слабоцементированного красноватого конгломерата», находящегося в «несоответствующем (дискордантном) напластовании» с более древними горными породами, а также на то, что «те же конгломераты образуют и дно озера», он пришел к выводу, что «конгломераты эти суть осадки самого озера». Отсюда естественно родилась и более общая гипотеза: «распространение этих конгломератов по всей озерной котловине до значительной высоты над нынешним уровнем озера,— пишет П. П. Семенов,— достаточно указывает на то,

что озеро занимало в прежние времена несравненно более обширную поверхность. В подтверждение этого мнения может служить и самое образование Буамского ущелья, происхождение коего не может быть приписано прорыву слишком мало значительного для того Кошкара (Кочкора — И.Г.), а может быть объяснено только прорывом вод всего бассейна Иссык-Куля, которого уровень после совершения такого прорыва быстро должен был понижаться» (там же, стр. 215—216).

Итак, объяснение палеогеографической загадки Иссык-Куля, выдвинутое П. П. Семеновым-Тянь-Шанским, было весьма простым. Верхняя Чу (Кошкара) до определенного времени была самостоятельным притоком Иссык-Куля, уровень которого непрерывно повышался. Воды озера постепенно заливали всю межгорную котловину Иссык-Куля и получили отток по долине Средней Чу через Боамское ущелье. Отток из озера превышал приток в него речных вод; в результате такого отрицательного баланса уровень Иссык-Куля стал понижаться и отточный проток (Кутемалды) стал отмирать. Самая нижняя часть р. Верхней Чу в этих условиях постепенно «оторвалась» от озера и направила свои воды в сторону Боамского ущелья, образовав единую реку — современную р. Чу, разъединенную с озером.

Другой выдающийся географ нашей страны — академик Л. С. Берг в своем известном труде «Озеро Иссык-Куль» писал: «работы П. П. Семенова и по сию пору остаются важнейшими трудами по географии и геологии Иссык-Куля» (1904, стр. 8). В частности, Л. С. Берг подтвердил наблюдение П. П. Семенова-Тянь-Шанского о том, что «долина Иссык-Куля со всех сторон окружена террасами, сложенными из конгломерата» (там же, стр. 38), причем происхождение этих террас, по мнению Л. С. Берга, не может возбуждать сомнений. Очевидно, они — «показатели прежнего более высокого стояния вод Чу». И далее: «В эпоху более значительного распространения ледников в Тянь-Шане озеро Иссык-Куль стояло немного выше теперешнего. В то время р. Чу впадала в озеро, переполняла его и давала ему исток через хребет в том месте, где ныне находится Буамское ущелье. С течением времени Чу, постепенно углубляя свое русло, прорвала Буамское ущелье; вместе с тем, унося вследствие углубления истока все больше и больше вод Иссык-Куля, Чу значительно понизила уровень озера и, наконец, вследствие пока еще неизвестных причин, совершенно перестала впадать в него» (там же, стр. 39).

Таким образом, изложенный выше взгляд П. П. Семенова-Тянь-Шанского на палеогеографическую историю р. Чу и озера

Иссык-Куль был полностью поддержан и развит Л. С. Бергом.

То же самое можно сказать и про еще более поздние исследования Н. Г. Кассина (1915). Верхняя Чу, по представлениям этого исследователя, впадала в озеро в урочище Ак-Улен. По Боамскому ущелью имел место сток части вод Иссык-Куля.



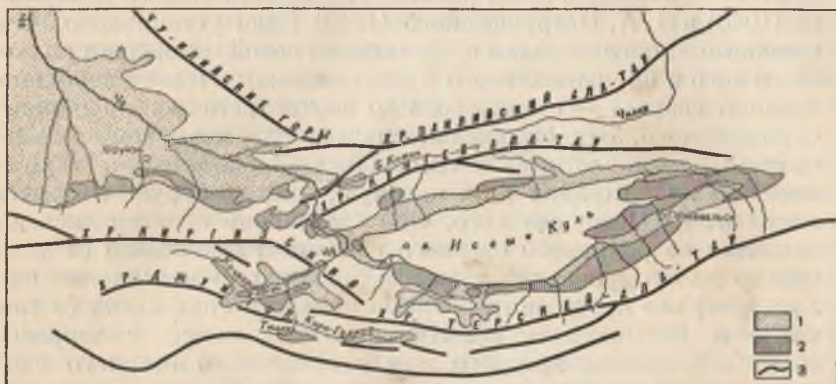
Фиг. 2. Урочище Кутемалды. Фото В. В. Фоминского.

В период понижения уровня озера, благодаря накоплению аллювиальных наносов в урочище Ак-Улен, а также благодаря существованию подземного потока через холмы Боз-Бармак, направление течения Верхней Чу изменилось, и река нашла новый выход в Боамское ущелье.

Таким образом, согласно мнению Н. Г. Кассина, р. Кутемалды была сначала истоком р. Нижней Чу, вытекавшей из Иссык-Куля; потом, в связи с формированием нового русла Чу, она стала ее притоком, также вытекавшим из озера, и, наконец, в настоящее время, в связи с понижением уровня Иссык-Куля, Кутемалды превратилась в проток для спуска части вод р. Чу (в период половодья) в озеро (фиг. 2). Таким образом, направление стока по этой речке ранее было прямо противоположным современному.

Еще более новые исследования, специально посвященные изучению четвертичных отложений по южному и западному берегам Иссык-Куля, проведенные в 1931 г. В. Шумовым, также подтвердили изложенный выше старый взгляд.

Казалось бы, что возникшая еще 100 лет тому назад палеогеографическая загадка Иссык-Куля, касающаяся древних и новых связей р. Чу и озера Иссык-Куль, разрешена. Река Верхняя Чу, как можно видеть на орографической схеме



Фиг. 3. Орографическая схема северного Тянь-Шаня и схема расположения кайнозойских отложений в бассейне р. Чу и в Иссыккульской котловине.

1 — иссыккульская формация ( $Q_2 - Q_4$ ); 2 — тяньшанская орогеническая формация ( $Pg_1 - Q_1$ ); 3 — оси хребтов.

(фиг. 3), действительно впадала прежде в озеро Иссык-Куль; уровень последнего действительно был более высоким, а границы более обширными. Позднее уровень озера снизился (образовалась древнеозерная терраса), а р. Верхняя Чу нашла новый сток в сторону Боамского ущелья.

В 1949—1950 гг. нами, совместно с Е. Я. Ранцман и М. М. Шукевич, производились геоморфологические исследования в районе Иссык-Куля. Они дали новые и неожиданные результаты. В свете этих результатов, а также и других материалов, вопрос о прежнем соединении р. Чу с озером Иссык-Куль и о причинах их современного разъединения вновь превратился в палеогеографическую загадку.

Самое главное, что было выяснено новейшими исследованиями, заключается в решительном отсутствии на всех берегах Иссык-Куля (в том числе и на западном) каких-либо достоверных

следов значительно более высокого уровня озера по сравнению с современным.

Следует, впрочем, отметить, что упомянутое выше представление П. П. Семенова-Тян-Шанского и Л. С. Берга о том, что «красноватые конгломераты», развитые на берегах Иссык-Куля, являются древнеозерными отложениями и своим распространением, следовательно, указывают на особенно высокий и древний уровень озера, было полностью опровергнуто еще ранее, чем были проведены наши работы. Исследованиями С. С. Шульца (1948) и Б. А. Петрушевского (1948) было установлено, что подобные «конгломераты» представляют собой отложения аллювиального и пролювиального происхождения и имеют довольно древний возраст — от мелового до верхнетретичного и нижнечетвертичного. Эти отложения слагают так называемые «киргизский красноцветный» и «тяньшанский орогенический» комплексы С. С. Шульца или красную, палево-бурую и серую свиты Б. А. Петрушевского. Они безусловно образовались до развития современного озерного водоема и выполнили (в виде сильно дислоцированной толщи мощностью до нескольких километров) все крупные межгорные впадины Тянь-Шаня (в том числе и Иссыккульскую). Никакого отношения к террасовым образованиям древнего или современного озерного бассейна все эти отложения не имеют и поэтому, конечно, не могут быть использованы с целью установления его древнего уровня.

Более замечателен с этой точки зрения другой факт. Различными наблюдениями установлено, что во всей восточной части озера Иссык-Куль, в противоположность западной, во многих чертах морфологии берега имеются несомненные признаки не понижения уровня озера, а наоборот—его повышения. Достаточно одного взгляда на географическую карту Иссык-Куля, для того чтобы заметить некоторые из таких признаков. Мы имеем в виду, например, прекрасно выраженные эстуарии (заливы озера, образованные путем затопления речных долин) в Тюпском, Джергаланском и некоторых других участках Иссык-Куля.

Не менее примечательны и сведения о затопленных озером древних населенных пунктах. Среди них наиболее известны подводные развалины в урочище Кой-Сара. Остатки этих развалин обнаруживаются в полосе мелководья в виде обожженных кирпичей, каменных баб, катков для молотыбы хлеба, монет и т. д. Рыбаки с Иссык-Куля утверждают также, что в ясные и тихие дни сквозь прозрачную воду озера ясно видны даже очертания затопленных селений. По находкам монет

П. П. Семенов-Тянь-Шанский установил время существования этого древнего поселка; оно было отнесено им к XIV—XVI вв.

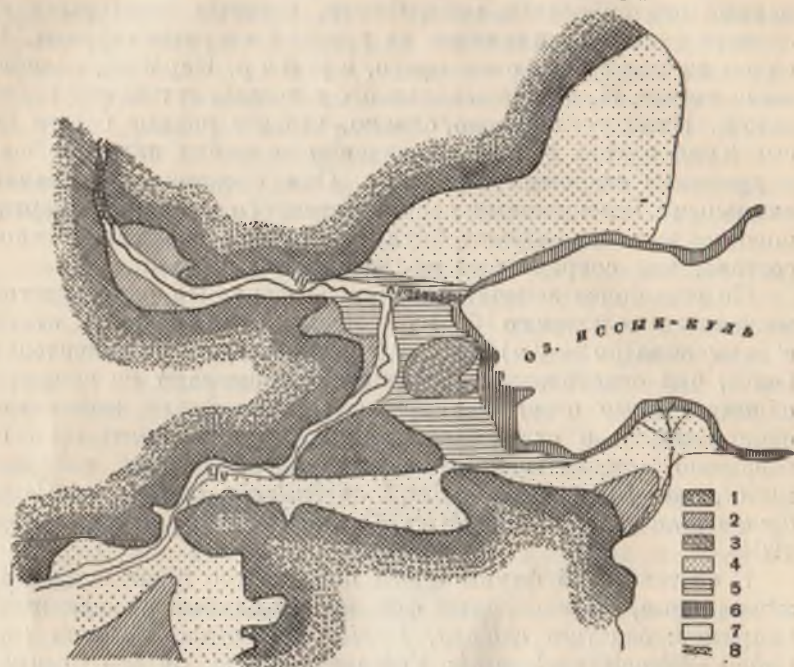
Несмотря на подобные признаки повышения уровня озера, на том же восточном берегу довольно широко распространены ровные платообразные поверхности, которые некоторыми исследователями принимались за древние озерные террасы. На одном из таких береговых плато, в устье р. Каракол, расположена могила Н. М. Пржевальского с воздвигнутым ему памятником. Нами установлено, однако, что все ровные берега Иссык-Куля в этом районе совершенно не имеют ничего общего с древними озерными террасами. Они сложены древнеаллювиальными отложениями верхнетретичного и нижнечетвертичного возраста и содержат фауну моллюсков совершенно иного состава, чем современные моллюски Иссык-Куля.

Но еще более замечателен другой факт. На ряде участков восточного и южного берегов Иссык-Куля развиты отмели и невысокие (до 2—3 м) береговые уступы, которые значительно более, чем отмеченные выше плато, напоминают по внешнему облику старые озерные террасы. Однако фауна моллюсков, обнаруженная в отложениях таких уступов, опять-таки совершенно лишена типичных иссыккульских форм, например таких, как: *Limnaea obliquata*, *L. auricularia*, *L. lagotis*, *Planorbis marginatus*, *Pl. limnophilus*, *Caspiya issykkulensis* и др. (Берг, 1904).

В составе этой фауны почти повсеместно преобладают аллювиальные, пресноводные формы, смешанные с наземными, например: *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia tenuilabris*, *Planorbis planorbis*, *Valvata pulchella*, *Galba trunculata*, *Pisidium obtusale* и др. (определения В. И. Жадина). Таким образом, оказывается, что даже в тех случаях, когда геоморфологические данные допускают возможность трактовки некоторых береговых образований Иссык-Куля как низких и молодых озерных террас, палеонтологические материалы решительно опровергают эту возможность; они заставляют трактовать и эти формы рельефа как подмытые озером площадки речных дельт, конусов выноса и делювиальных склонов.

С этой точки зрения особенно интересна обширная плоская равнина и урочище Ак-Улен на западном берегу Иссык-Куля. Все исследователи этого района и мы в том числе приняли Акуленскую равнину за древнеозерную поверхность (фиг. 4). Она сложена сравнительно тонкими, слоистыми, песчано-глинистыми отложениями с довольно обильной фауной, в составе которой, однако, опять-таки не оказалось ни одного характерного иссыккульского представителя. Здесь найдены *Pupilla*

*muscorum* var. *asiatica*, *Subzebrinus ujjagolvyanus* var. *Kuschkewitzi*, *Gyraulus laevis* (определения В. И. Жадина), т. е. достаточно характерные представители пресноводных малакоченозов. На этом основании и с учетом геоморфологических



Фиг. 4. Западная часть Иссykkульской котловины и прилегающие к ней участки долин р. Чу.

1 — средние горы; 2 — предгорное наклонное плато; 3 — холмогорье; 4 — подгорная равнина; 5 — древняя озерно-террасовая равнина; 6 — современная озерно-террасовая равнина; 7 — долина р. Чу; 8 — ущелье.

данных Акуленскую равнину приходится трактовать как довольно обширную древнюю речную дельту, образованную р. Верхней Чу в период ее впадения в Иссykk-Куль.

Таким образом, на всех берегах Иссykk-Куля, и в том числе на западном, нет никаких признаков того, что уровень этого озера был когда-либо значительно выше современного. Напротив, имеются вполне достоверные данные о прежнем более низком горизонте его зеркала.

Отсюда, естественно, рождается предположение, что, быть может, новейшая геологическая история Иссykk-Куля заклю-

чалась прежде всего в поступательном, хотя, конечно, далеко неравномерном развитии его уровня путем постепенного заполнения речными водами какой-то крупной и пустой впадины, образовавшейся в срединной части межгорного Иссыккульского понижения.

Как известно, в настоящее время Иссык-Куль не имеет поверхностного и видимого подземного стока. Водный баланс озера, вследствие этого, складывается из двух главных элементов прихода (осадки + поверхностный речной приток) и двух же главных элементов расхода (испарение + возможные приращения уровня). При этом, кроме значительной массы речной воды, в озеро Иссык-Куль непрерывно вносятся соли, растворенные в водах, а также твердые осадки. И те и другие в основной своей массе остаются в пределах озерной ванны, причем благодаря непрерывному испарению пресные речные воды в озере постепенно осолоняются.

Следует напомнить, что по своей общей солености Иссык-Куль занимает среднее положение среди крупнейших озер мира. Его минерализация в два раза меньше, чем соленость Аральского и Каспийского морей. В составе же ионов преобладают хлор и сульфат-ион, а из катионов — натрий и, в меньшей степени, магний. Вследствие этого по величине хлорного коэффициента ( $S : Cl$ ) Иссык-Куль резко отличается от Аральского и Каспийского морей, а также от океана, что обусловлено, очевидно, своеобразными геохимическими особенностями его водосборного бассейна, представлявшего собой в течение длительного геологического времени арену преимущественного континентального соленакпления.

Представляется весьма интересным произвести хотя бы приближенный расчет того времени, которое было необходимо для накопления в озерной ванне Иссык-Куля современных запасов его солей. Такой расчет, основанный на предположении о неизменности современного режима и водно-солевого баланса Иссык-Куля, был произведен В. П. Матвеевым (1935). Он дал следующий интересный результат: «для получения существующей солености всей толщи воды озера необходима работа рек в течение 33 400 лет» (стр. 35). Этот расчет, несмотря на всю его приближенность, очень интересен. Он дает безусловное основание В. П. Матвееву утверждать, «не устанавливая времени разобшения озера с р. Чу..., что это разобшение произошло в доисторическое время», поскольку существование оттока озерных вод по р. Чу должно было создать в озере Иссык-Куль элементы проточности, т. е. воспрепятствовать прогрессивному накоплению солей.

Как указывает Л. С. Берг (1904), первое упоминание об озере Иссык-Куль встречается в китайских летописях, относящихся к концу II в. до нашей эры. 2000 лет тому назад Иссык-Куль назывался «же-хай», т. е. теплое озеро-море, следовательно так же, как и в настоящее время («иссык», т. е. жаркий). Это дает косвенное основание считать, что какого-либо коренного изменения в географическом облике Иссык-Куля на протяжении последних 2000 лет не произошло.

Значительно более определенно то же самое можно утверждать для последних 1300—1400 лет на основании приводимых ниже литературных данных. Китаец Сюань-цан посетил Иссык-Куль в VI в. и оставил нам следующую запись о нем: «сделав около 400 ли<sup>1</sup>... поперек гор, я прибыл к озеру, называемому та-цин-чжи или большое прозрачное озеро; некоторые авторы называют его же-хай (теплое море) или хан-хай (соленое море). Оно имеет около 1000 ли (т. е. 500 верст) в окружности. С востока к западу оно очень длинно, с юга на север коротко. С четырех сторон оно окружено горами, и множество потоков собирается в нем. Воды его имеют зеленовато-черный цвет и вкус ее в одно время и соленый и горький. То оно бывает спокойно, то на нем бушуют волны. Драконы и рыбы обитают в нем вместе» (цит. по Л. С. Бергу, 1904).

Таким образом, нет сомнения в том, что на протяжении последних 1300—1400 лет озеро Иссык-Куль сохраняло свой современный географический облик и, безусловно, не имело внешнего стока. Вышеприведенные расчеты В. П. Матвеева дают основание предполагать, что в течение более раннего времени, а именно в течение нескольких десятков тысяч лет значительного стока из озера не было.

Однако если отодвигать «сточный период» в истории Иссык-Куля столь далеко во времени, то возникает вообще сомнение в существовании стока из Иссык-Куля.

Анализируя этот конкретный вопрос, мы подходим к более общей проблеме геологического возраста Иссык-Куля. Возраст этот, повидимому, относительно невелик, на что указывают следующие геологические данные. Вся толща рыхлых осадочных отложений, развитых в пределах Иссыккульской котловины, естественно, делится на две главные формации. Более древнюю формацию (мы ее называем «тяньшанская орогеническая формация») составляют те песчано-глинисто-конгломератовые отложения, которые уже были упомянуты выше. Они

<sup>1</sup> 1 ли равно примерно 500 м.

имеют третично-нижнечетвертичный возраст, представлены, в основном, фациями горного делювия и аллювия и обладают огромной мощностью (до нескольких километров). Эти отложения характеризуются сильно нарушенным залеганием, и в их толще, в значительной части котловины, выработаны современные долины рек. Таким образом, описываемые отложения формировались, в основном, до выработки современной сети речных долин в пределах котловины, т. е. в условиях рельефа, глубоко отличного от современного. В частности нет абсолютно никаких указаний на то, что в период формирования «тяньшанских» отложений в пределах Иссыккульской котловины существовал крупный озерный бассейн.

Более молодую формацию отложений («иссыккульскую») составляют, главным образом, аллювиальные (пролювиальные) и озерноаллювиальные осадки мощностью до нескольких десятков метров, которые в своем распространении ясно контролируются современными формами рельефа (главным образом речными долинами). Эти отложения имеют средне- и верхнечетвертичный возраст и сравнительно слабо дислоцированы, но обладают угловыми несогласиями с нижележащими породами.

Все это дает основание считать, что на рубеже двух главных седиментационных циклов (тяньшанского и иссыккульского) в Иссыккульской котловине имела место коренная перестройка рельефа и вследствие этого только к середине четвертичного периода здесь вполне определились основные черты современной орографии. Именно к такому рубежу, по всей вероятности, и следует отнести время образования впадины, занятой в настоящее время водами Иссык-Куля.

Как известно, впадина эта обширна и глубока. Современная батиметрическая карта Иссык-Куля показывает, что в центральной, самой широкой части озера расположена огромная депрессия чашеобразной формы, диаметром 30—40 км, глубиной более 600 м, с очень крутым и коротким южным склоном, несколько более пологим склоном на север и еще более пологими склонами на восток и запад. С востока в центральную «чашу» Иссык-Куля впадает несколько широтных подводных заливов, переходящих в речные долины Тюпа и Джергалана; более широкий и просто устроенный подводный залив подходит к центру впадин с запада.

Впадина озера Иссык-Куль, несомненно, имеет тектоническое происхождение. Повидимому ее центральная часть представляет собой крупное синклинальное понижение, осложненное на юге (и отчасти на севере) системой разломов. На западе

и востоке эта центральная «чаша» Иссык-Куля как бы удлинена за счет более узких мульд широтного простирания, чередующихся с антиклинальными поднятиями. Именно такой тип геологической структуры, как известно, мы видим сейчас в восточной части Иссыккульской котловины, представляющей собой подземное продолжение дна впадины.

В строении складчатых форм, образующих современный рельеф всей Иссыккульской котловины (а следовательно и ванны озера), участвуют все свиты тяньшанской орогенической формации (в том числе и самая молодая «серая», т. е. нижнечетвертичная свита). Это и дает нам основание утверждать, что главный элемент современной ванны озера — ее центральная «чаша» возникла в середине четвертичного периода, т. е. уже после образования серой свиты. Она сформировалась на месте более или менее плоской межгорной аллювиальной равнины и стала постепенно заполняться водой и наносами.

Так возник Пра-Иссык-Куль, имевший в первые этапы своего существования довольно большую глубину, но значительно меньшую площадь (в 4—5 раз меньше современной). Увеличивая свою водную массу и очень медленно осолоняясь, Иссык-Куль постепенно расширял свою площадь. К центральной «чаше» его ванны присоединялись восточные и западные заливы, которые, постепенно сливаясь друг с другом, расширяли водную гладь озера. Это расширение площади зеркала, с одновременным повышением уровня, происходило путем затопления речных долин, впадавших в озеро, и аллювиально-делювиальных площадей, к нему примыкавших. К настоящему времени озеро Иссык-Куль, постепенно повышая свой уровень, подошло на западе к резкой орографической границе межгорной котловины, оставив незатопленной лишь небольшую часть древней дельты р. Верхней Чу (Акуленскую равнину).

Совершенно естественно, однако, считать, что прогрессивное повышение уровня Иссык-Куля не происходило с равномерной скоростью. Были периоды длительного замедления, временного понижения и относительно быстрого повышения. В основе такого неравномерного развития лежали два главных фактора — колебания в размере поверхностного стока, отражавшие общеклиматические перемены (в том числе увеличение и уменьшение площади горного оледенения), и непрерывные движения земной коры тектонического происхождения.

Как хорошо известно, район озера Иссык-Куль расположен в активной сейсмической зоне. Здесь время от времени происходят весьма разрушительные землетрясения, свидетельствующие о непрекращающейся «бурной жизни» земных недр. Гео-

лого-геоморфологические особенности Иссыккульской котловины ясно свидетельствуют о том, что многие участки этого района представляют собой очаги уже происшедших или весьма вероятных в будущем местных тектонических смещений разрывного и разломного характера, т. е. бывшие или будущие очаги землетрясений. В результате такого рода тектонических смещений отдельные участки на дне или на берегах Иссык-Куля уже испытали и, очевидно, еще будут испытывать местные опускания или поднятия.

Изменения подобного характера были весьма ярко описаны в специальных работах крупнейшего русского геолога И. В. Мушкетова, а также К. И. Богдановича и других исследователей, изучавших в районе Иссык-Куля различные последствия Верненского (1887 г.), Чиликского (1889 г.) и Тяньшанского (1911 г.) землетрясений. Так, например, при землетрясении в 1889 г. в горах, окружающих Иссык-Куль, произошли сильнейшие горные обвалы и осыпи, а береговая линия озера и прилегающая равнина оказались разбитыми массой трещин. Низменная часть берега озера у г. Пржевальска, как описывает И. В. Мушкетов, «вся разорвалась множеством трещин и осела значительно, образуя своими последовательными уступами род гигантской лестницы... Берега как залива, так и реки Караколки частью сползли к воде, осевши уступами, частью же совсем погрузились в воду» (1891, стр. 16 и 17). Не менее значительны были изменения в характере земной поверхности, происшедшие в результате землетрясения 1911 г.

И. В. Мушкетов, вероятно под непосредственным впечатлением изучения следов землетрясений, в свое время высказал мысль, что важную роль в прорыве р. Чу горного хребта Кунгей-Ала-Тау (т. е. в образовании Боамского ущелья) имели сейсмо-тектонические явления. Эту мысль развил и обосновал Б. А. Федорович, специально изучавший в 1930 г. новейшие тектонические движения в предгорных районах Тянь-Шаня. Таким образом, возникает возможность и даже необходимость, при объяснении причин «отворота» р. Чу от озера Иссык-Куль и выхода ее через Боамское ущелье на подгорную равнину, выдвинуть на одно из первых мест сейсмо-тектонический фактор, облегчивший прорыв р. Чу через хребет Кунгей-Ала-Тау, создавший здесь новый и очень низкий базис эрозии для всей западной части Иссыккульской котловины и тем самым способствовавший перехвату всего участка Верхней Чу. Из всего сказанного можно сделать следующие общие выводы.

1. Старое решение палеогеографической загадки Иссык-Куля — причин прежнего соединения р. Чу с озером и сопро-

менного его разъединения в ряде своих элементов — не подтверждается новейшими исследованиями, требует пересмотра и замены некоторыми новыми представлениями.

2. Незыблемым остается лишь один элемент этого старого построения — утверждение о прежнем впадении р. Верхней Чу в озеро Иссык-Куль в районе урочища Ак-Улен.

3. Опровергается прежнее представление о существовании значительно более высокого, чем современный, уровня Иссык-Куля и обусловленного этим уровнем значительного оттока вод из озера. Взамен этого представления выдвигается положение о том, что озеро Иссык-Куль на всем протяжении второй половины четвертичного периода поступательно, хотя и с неравномерной скоростью, повышало свой уровень и увеличивало свои размеры, но вряд ли когда-либо имело сколько-нибудь значительный внешний отток.

4. Опровергается прежнее представление о том, что образование современной, единой р. Чу произошло путем присоединения к Нижней Чу, вытекавшей из озера Иссык-Куль, участка Верхней Чу, ранее впадавшей в озеро и потерявшей с ним связь вследствие снижения уровня последнего.

Взамен этого представления выдвигается новая гипотеза о том, что перехват Верхней Чу произошел вследствие агрессивности истоков р. Нижней Чу в Боамском ущелье, которая, используя сейсмо-тектонические деформации, перерезала Кунгей-Ала-Тау, образовала новый, особенно низкий базис эрозии для западной части Иссык-Куля, подошла к дельте Верхней Чу и безо всякой связи с режимом озера перехватила весь сток последней.

5. Последняя гипотеза, намечающая совершенно новое решение второй части палеогеографической загадки Иссык-Куля (причин разъединения р. Чу и озера Иссык-Куль), дает основание предполагать, что агрессивные тенденции р. Чу — в пределах Боамского ущелья и выше него — еще далеко не исчерпаны. Эти тенденции, выраженные в стремительном падении русла р. Чу в ее среднем течении (5—7 м на 1 км), очевидно, направлены на дальнейшее врезание реки и ее возможное продвижение в сторону Иссык-Куля. В сочетании с противоположной тенденцией в новейшем геологическом развитии Иссык-Куля (постепенное поднятие его уровня) возникает перспектива — в масштабах геологического времени — неминуемого воссоединения р. Чу с Иссык-Кулем, но уже не путем прежнего впадения р. Чу в озеро, а путем установления действительного оттока из озера и питания р. Чу озерными водами.

Таким образом, если первый этап в агрессивных действиях р. Нижней Чу (перехват ею р. Верхней Чу и отвод части речного стока из озера) уже практически оказался осуществленным, то второй этап — подключение р. Чу к самому озеру и «захват» его — представляет собой дальнейшую перспективу в развитии водосборного бассейна этой реки.

Разумное вмешательство человека в этот стихийный процесс, с целью рационально использовать часть водной массы Иссык-Куля для увеличения гидроэнергетических ресурсов р. Чу, — представляет собой весьма перспективную проблему.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Берг Л. С. Озеро Иссык-Куль. «Землеведение», 1904, кн. 1—2.
- Берг Л. С. Гидрогеологические исследования на Иссык-Куле в 1928 г. «Изв. Гос. гидрологич. ин-та», 1930, № 28.
- Богданович К. И. и Мушкетов Д. И. Землетрясение в северных цених Тянь-Шаня. «Тр. Геол. комитета». Новая серия, вып. 89, СПб., 1914.
- Кассин Н. Г. Гидрогеологические исследования, произведенные в бассейне озера Иссык-Куль. Пг., 1915.
- Кейзер Н. А. Материалы для истории, морфологии и гидрологии озера Иссык-Куль. «Тр. Средне-Азиатск. гос. ун-та», серия 12, География, вып. 1. Ташкент, 1928.
- Лебедев П. Н. Краткий гидрографический очерк Казахстана. Л., АН СССР, 1928. (Матер. Комис. экспедиционных исследований, вып. 4, Л., серия казахстанская).
- Матвеев В. П. Гидрологические исследования на озере Иссык-Куль в 1932 г. «Тр. Киргизск. комплексн. экспед.», т. 3, вып. 2, Озеро Иссык-Куль. М.—Л., 1935.
- Мушкетов И. В. Материалы для изучения землетрясений в России, СПб., 1891. Прилож. к «Изв. Русск. геогр. об-ва», т. 27.
- Петрушевский Б. А. Строение третичных отложений Тянь-Шаня. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы», отд. геол., 1948, т. 23, № 1.
- Семенов П. П. Поездка из укрепления Верного через горный перевал у Суок-Тюбе и ущелье Буам к Западной оконечности озера Иссык-Куль в 1856 году. «Зап. Русск. геогр. об-ва по общ. геогр.», т. 1. СПб., 1867.
- Фedorович Б. А. Последретичные тектонические процессы в северных предгорьях Тянь-Шаня. Сб. «Мат. по геол. и геохимии Тянь-Шаня», ч. 2. Л., АН СССР, 1931.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М., 1948 («Зап. Русск. геогр. об-ва», новая серия, т. 3).
- Шумов В. Геологические исследования четвертичных отложений по южному и западному побережью Иссык-Куль. «Тр. Всес. геол.-разв. объедин.», вып. 225. М.—Л., 1932.

---

Г. А. Авсюк

## К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО УСИЛЕНИЯ ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ НА ТЯНЬ-ШАНЕ

Первым исследователем, достоверно установившим существование многочисленных ледников в Тянь-Шане, был П. П. Семенов-Тян-Шанский.

Он же был первым исследователем, открывшим и посетившим один из крупнейших ледников Центрального Тянь-Шаня, названный впоследствии его именем. Описывая историю своего путешествия в Тянь-Шань в 1856 г., П. П. Семенов-Тян-Шанский писал, что ему удалось добраться и до настоящих глетчеров Тянь-Шаня, в существовании которых он сам прежде сомневался.

Во время своих замечательных путешествий в Тянь-Шань П. П. Семенов уделял много внимания вопросам оледенения. Характеризуя общие результаты своих исследований, он выделил три наиболее важных вопроса, которые ему удалось разрешить, а именно: а) о высоте снежной линии в Небесном хребте, б) о существовании в нем альпийских ледников, в) о существовании в нем вулканических явлений. Как видим, из этих трех основных вопросов, разрешенных в результате его путешествий в Тянь-Шань, два вопроса относятся непосредственно к ледникам.

Разносторонне подходя к изучению природных явлений, П. П. Семенов правильно учитывал и оценивал хозяйственное значение горного оледенения Тянь-Шаня. Свое описание выделенных им вертикальных зон он заканчивает следующей фразой: «Зона (вечных снегов.— Г. А.) имеет весьма большое, хотя только косвенное экономическое значение, так как только на тех предгорьях хребта, над которыми существует зона вечных снегов, культурная зона богата, орошена и вполне спо-

собна для ирригации, а следовательно, для хлебопашества, садоводства и колонизации»<sup>1</sup>.

Таким образом, мы имеем все основания считать П. П. Семенова-Тянь-Шанского не только первым исследователем ледников Тянь-Шаня, но и первым ученым, правильно оценившим значение горного оледенения Тянь-Шаня для развития народного хозяйства этой страны.

За период, прошедший со времени замечательных путешествий П. П. Семенова в Тянь-Шань, русскими исследователями, в особенности в советское время, в отношении изучения оледенения Тянь-Шаня сделано очень много. Теперь мы обладаем довольно полными общими данными о ледниках Тянь-Шаня и некоторыми сведениями о процессах их жизнедеятельности. Однако последние сведения не отличаются еще достаточной полнотой и точностью, а также, в большинстве случаев, не сопровождаются количественными характеристиками, которые необходимы для использования этих данных для практических целей.

В нашей стране — стране, строящей коммунизм, вступившей в эпоху активного преобразования природы и всестороннего использования природных ресурсов, основной задачей при изучении ледников Тянь-Шаня, наряду с пополнением сведений о них общего характера, является углубленное изучение всего комплекса природных процессов, свойственных ледникам, — углубленное изучение их «жизнедеятельности».

Подобного рода исследования ледников проводятся Тянь-шанской физико-географической станцией Института географии Академии Наук СССР. Эти исследования имеют своей конечной целью сбор материала для разработки вопросов, связанных с прогнозом и регулированием природных процессов, необходимых для осуществления мероприятий по освоению горных территорий и по активному преобразованию природы горных стран.

Одним из существенных в практическом отношении вопросов, возникающих при изучении ледников, является изучение их как источников влаги. В непосредственной связи с ним стоит и вопрос о возможности искусственного усиления таяния, увеличения и регулирования стока горных рек. Общее описание некоторых результатов наших первых опытов по искусственному ускорению таяния ледников и является предметом этой статьи.

<sup>1</sup> П. Семенов. Поездка из укрепления Верного через горный перевал у Суок-Тюбе и ущелье Буам... «Записки Русск. геогр. об-ва по общей геогр.», т. 1, стр. 254. СПб., 1867.

Как известно, воды горных рек Средней Азии являются основным источником орошения сельскохозяйственных земель, большая часть которых обрабатывается на поливе. Гидроэнергетическое использование горных рек, в частности так называемых «малых» рек, приобрело, особенно в последнее время, широкий размах и составляет внушительную часть гидроэнергетического баланса Средней Азии.



Фиг. 1. Один из типичных небольших долинных ледников. Талые воды подобных ледников составляют основную массу вод, которыми питаются реки, стекающие с горных хребтов.

Большинство рек этой страны берет свое начало в зоне ледников и вечных снегов, и талые воды ледников играют в их питании существенную роль. Это относится особенно к «малым» рекам, стекающим с заснеженных хребтов по поперечным долинам непосредственно на предгорные равнины (фиг. 1).

Хозяйственная потребность в определенных количествах воды не всегда совпадает с тем стоком, который дают реки в тот или иной период. Например, максимумы расходов горных рек ледникового питания в большинстве случаев не совпадают с временем наибольшей потребности в воде. Климатические различия разных лет иногда еще в большей мере могут вызвать

значительные колебания в стоке. В результате существенная часть вод выпадает из хозяйственного использования.

При отмеченной неравномерности стока горных рек проблема его регулирования и увеличения имеет для социалистического хозяйства Средней Азии большое практическое значение. При увеличении стока можно было бы увеличить площадь орошаемых земель и ввести новые, более влаголюбивые, ценные культуры.

Вопрос регулирования стока можно решать путем устройства водохранилищ, но число последних, принимая во внимание условия Средней Азии, должно было бы быть очень велико и их строительство потребовало бы больших затрат и много времени. Кроме того, в этом случае решается лишь часть проблемы, а именно — вопрос управления стоком, вторая же часть — вопрос его увеличения остается открытым.

Мы думаем, что для малых горных рек ледникового питания эту проблему можно решить другим путем — попытаться регулировать таяние льда и снега в зависимости от потребности в воде. Искусственно увеличивая таяние, можно решить вопрос об общем увеличении стока.

Не разбирая всех причин, оказывающих влияние на таяние ледников, укажем на роль главных факторов — солнечной радиации и тепла, получаемого от воздуха. В условиях гор Средней Азии, в частности Тянь-Шаня, таяние льда и снега происходит за счет нагревания их прямой и рассеянной солнечной радиацией, но главным образом прямой. Таяние за счет теплообмена с воздухом играет второстепенную роль. В этом нас убеждают многолетние наблюдения на различных типах ледников в разных районах Тянь-Шаня. Повидимому, это справедливо и для большинства ледников горных районов стран умеренного пояса.

Если это так, то для искусственного усиления таяния надо найти пути усиления действия солнечного тепла.

Активно воздействовать на количество поступающей от солнца радиации пока невозможно, следовательно надо усилить способность льда и снега к восприятию поступающего потока радиации, т. е. уменьшить их альbedo.

Самый простой способ уменьшения альbedo — это запыление поверхности снега и льда порошкообразными материалами темного цвета. Можно, конечно, подобрать и такие вещества, которые, помимо большого поглощения лучистой энергии, обладали бы еще и химическими свойствами, усиливающими таяние. Однако нам представляется, что это было бы нерационально, так как химическое действие таких добавок будет огра-

ничено временем, а вместе с тем они приведут к значительному удорожанию материала. Мы полагаем, что можно достигнуть большого эффекта усиления таяния, используя лишь «простые» материалы, имеющие малую отражательную способность.

Некоторые случаи практического применения способов искусственного усиления таяния снега известны. Отметим, что они заключаются главным образом именно в запылении поверхности снега.

Например, в некоторых горных районах Таджикской республики местное население для увеличения вегетационного периода ускоряет сход снега с полей, посыпая его поверхность золой или землей. Этот прием известен таджикам с глубокой древности. Аналогичные мероприятия осуществлялись еще в XVIII в. и в Альпах, в долине Шамуни. Известен также ряд опытных работ Н. П. Георгиевского, Н. А. Рочева, А. Титляева и Е. Лебедевой по искусственному усилению таяния снега, проводившихся в различных районах нашей Родины. Все эти опыты дали положительные результаты и в основном заключались именно в запылении поверхности снега различными веществами: золой, землей, шлаком, углем, сажой и т. п.

Опытов по искусственному усилению таяния ледников ранее не проводилось, но Н. Н. Калитин еще в 1929 г. высказал в одной из своих работ мнение о возможности ускорения таяния льда путем его засорения<sup>1</sup>.

Лучшие доказательства возможности ускорения таяния ледников дает сама природа — мы имеем в виду действие извержения вулканов на таяние льда и снега. Во время и после извержения вулканов поверхности исландских ледников засоряются пеплом, следствием чего является сильное увеличение их таяния, которое часто имеет даже катастрофические последствия — наводнения. То же явление отмечается и на Камчатке.

Из вышеприведенного можно заключить, что вопрос об искусственном усилении таяния снега не нов. Что же касается вопроса усиления таяния горных ледников, то его нельзя никак считать разработанным даже с теоретической стороны. Разработка технических приемов искусственного усиления таяния ледников и стока горных рек является делом будущего и безусловно потребует работы большого коллектива научных работников разных специальностей.

<sup>1</sup> Н. Н. К а л и т и н. Роль радиации в таянии горных ледников. «Тр. Гос. научн. мелиорат. ин-та», т. 18. Л., 1929.

Мы ставим перед собой более скромную общую задачу: получить данные, свидетельствующие о принципиальной возможности усиления таяния горных ледников путем искусственного запыления их поверхностей. Некоторые результаты опытов, направленных на решение этого вопроса, и будут изложены ниже.

Но прежде чем перейти к изложению результатов этих опытов, необходимо привести некоторые общие сведения о таянии ледников.

В таянии горных ледников различных типов, даже находящихся в сходных физико-географических условиях, могут быть большие различия. Более того, соседние ледники одного и того же типа также могут иметь некоторые различия в таянии. Однако делать в этом случае обобщения можно, так как в конечном итоге различия в таянии будут касаться уже только деталей, основные же процессы будут иметь близкие характеристики.

Массовым типом ледников, талые воды которых служат главным источником питания большинства горных рек Тянь-Шаня, являются относительно небольшие долинные ледники, наиболее характерные для современного оледенения Тянь-Шаня (фиг. 2). Другие виды ледников не имеют такого широкого распространения, и их талые воды играют в стоке горных рек небольшую роль. Мы, конечно, имеем в виду в данном случае сток рек советского Тянь-Шаня, рассматриваемый в целом.

Таким образом, при разработке вопроса принципиальной возможности искусственного усиления таяния наибольший интерес представляют ледники, дающие основную массу воды, т. е. небольшие долинные ледники. Дальнейшее рассмотрение условий таяния ведется применительно к этому типу ледников. Опыты проводились нами также на ледниках такого типа.

Общая характеристика небольших долинных ледников такова: площадь в среднем от 2 до 10 км<sup>2</sup>, длина 2—6 км, ледниковый коэффициент от 2 : 1 до 3 : 1, средняя мощность льда примерно до 120 м.

Обычно верховья ледников представляют собой крутостенный цирк, вытянутый по оси долины, часто состоящий из нескольких камер. Стенки цирка и часть заснеженных склонов верхней части долины являются главной областью питания ледников. Источником питания служат не только атмосферные осадки, выпадающие над их поверхностью, но в значительной степени и перевеваемый снег. Последний, как мы полагаем, дает примерно столько же, сколько дают атмосферные осадки. Ледники данного типа обычно простые, редко состоят из двух

слившихся потоков, еще реже — из трех. Сток с небольших долинных ледников в их верхней части почти исключительно поверхностный, в нижних частях многие потоки уходят под лед, а в самом конце водные потоки иногда идут уже и подо льдом — по ледниковому днищу.

Температура льда глубже так называемой коры таяния отрицательная, в среднем близкая к среднегодовой. Летом, в период таяния, в толще коры таяния температура близка к нулю.



Фиг. 2. Небольшой долинный ледник, лежащий в верховьях горной реки.

Лед, слагающий кору таяния, имеет пористую структуру, в верхних частях даже ажурного характера. Такая структура создается под влиянием процессов испарения и таяния льда и действия талых вод. Губчатый слой в период таяния напитан водой. Мощность коры таяния в разные периоды года различна и достигает максимума примерно 1 м (на конце ледника) — в разгар периода таяния. Зимой температура льда на всех глубинах отрицательная.

Как уже указывалось, ведущим фактором таяния ледников Тянь-Шаня является радиационное тепло, полученное поверхностями снега и льда. Мы пришли к заключению, что основное

количество тепла получается за счет прямой солнечной радиации, поглощаемой этими поверхностями. Значение рассеянной радиации невелико и в среднем за весь период таяния составляет не более 10—20% от общей суммы тепла, поглощаемого ледниковыми поверхностями.

Отметим, что число часов солнечного сияния в условиях ледников Тянь-Шаня довольно велико — в среднем примерно 60% от возможного. Температуры воздуха над поверхностью ледников, даже в самые теплые месяцы, невысоки. Среднесуточная температура самых теплых дней июля и августа не превышает нескольких градусов выше нуля, большая же часть дней имеет температуры, хотя и положительные, но близкие к 0°. Нередки случаи и небольших отрицательных температур. Амплитуды колебания температур в течение суток также относительно невелики. Ветры, дующие на поверхности ледников в период таяния, не достигают большой силы, нередки и совершенно штилевые промежутки.

Таким образом, в условиях ледников Тянь-Шаня количество тепла, получаемого ледниковыми поверхностями в период таяния от теплообмена с воздухом, невелико и существенного влияния на их таяние не оказывает. При расчете величин таяния этим теплом можно пренебречь.

Положительные температуры воздуха играют роль как бы фона, благоприятствующего процессам таяния, так как поверхности ледников не испытывают сильного охлаждения. Вследствие указанных условий поверхности ледников часто и ночью не замерзают, что создает предпосылки для наиболее полного использования дневного тепла для таяния.

Зимой, наоборот, свойственные ледниковым областям достаточно низкие температуры, удерживающиеся без перерыва в течение продолжительного времени, сильно охлаждают массы льда и снега ледников; небольшие количества солнечной радиации, поступающие в этот период на ледниковые поверхности, целиком затрачиваются на некоторый прогрев поверхностных слоев и не вызывают таяния.

В период таяния, как показали материалы наблюдений, процессы испарения и конденсации на ледниках Тянь-Шаня протекают не интенсивно. Влияние этих процессов при расчетах таяния можно не принимать во внимание. Осадки, выпадающие на поверхность ледников в период их таяния, также не оказывают существенного влияния на процессы абляции. Дожди над ледниковыми поверхностями — явление очень редкое, и они не отличаются ни продолжительностью, ни интенсивностью. Как правило, осадки выпадают над ледниками в период

их таяния в твердом виде и также обычно непродолжительны и неинтенсивны. Повторяемость их относительно невелика. Выпавший снег, конечно, несколько снижает интенсивность таяния, но это снижение, вследствие указанных ранее причин, кратковременно и бывает приурочено главным образом к начальному и конечному периодам таяния. На общей сумме таяния эти кратковременные снижения абляции практически не отражаются.

Механическое воздействие талых вод, стекающих по поверхности ледников, начинает заметно сказываться лишь только в самых конечных, нижних частях ледников. Термическое действие талых вод, температура которых практически равна  $0^{\circ}$ , ничтожно. Косвенное же действие талых вод на тепловой баланс ледниковых поверхностей довольно существенно. Пропитывая в период дневного таяния верхние слои фирна и льда, талые воды значительно уменьшают их альбедо и тем самым увеличивают их таяние. В условиях небольших долинных ледников Тянь-Шаня тепловой поток и отраженная радиация, идущие от боковых склонов долины, не играют заметной роли в таянии льда. Дело в том, что поверхность льда обычно бывает защищена от этого потока валами боковых морен, возвышающимися над поверхностью ледника. К льду, таким образом, доходит очень небольшое количество этого тепла.

Отметим еще, что внутриледниковая и подледниковая абляция на тяньшанских ледниках ничтожна и в общем стоке талых вод существенной роли не играет.

Таким образом, поглощенная ледниковыми поверхностями часть прямой солнечной радиации настолько преобладает в их тепловом балансе в период таяния, что для практических расчетов величин таяния нужно учитывать только этот приходный компонент теплового баланса.

Следовательно, величину таяния можно считать пропорциональной количеству прямой солнечной радиации, поглощенной различными ледниковыми поверхностями. Укажем, что средняя суточная величина приходной части теплового баланса для всего периода таяния (и для всего ледника в целом) близка к  $400 \text{ г-кал./см}^2$ .

В большинстве случаев, особенно в период интенсивного таяния, поглощенная часть радиации на таяние  $1 \text{ см}^3$  льда (в воде) составляет около  $81 \text{ г-кал.}$ , т. е. очень близка к величине теплоты плавления. Это указывает, что в период таяния основная масса тепла, получаемая ледниковыми поверхностями, расходуется на таяние и лишь небольшая часть на другие процессы. Если обратиться непосредственно к тепловому

балансу ледниковых поверхностей, то по нашим наблюдениям получается, что на таяние льда в среднем в период таяния расходуется 92% всей суммы тепла, на таяние старого фирна — 88%, а свежего фирна или снега — 85%. Отметим, что ночное излучение ледниковых поверхностей в период таяния имеет небольшую величину.

Величина радиации, поглощенной ледниковыми поверхностями на таяние, несколько изменяется для различных поверхностей и несколько различна для разных периодов таяния ледников.

Практически напряжение прямой солнечной радиации в пределах ледников рассматриваемого типа можно считать одинаковым. Далее, в условиях ледниковой высокогорной зоны напряжение прямой солнечной радиации, перпендикулярной лучу, можно считать для всех расчетов таяния постоянным при всех высотах солнца и во все сезоны года, что весьма облегчает все расчеты, связанные с таянием. Это значение может быть принято равным  $1,4$  г-кал./см<sup>2</sup> в минуту.

Поскольку приходная часть теплового баланса почти полностью складывается из поглощенной той или иной ледниковой поверхностью части прямой радиации, то этот баланс, а следовательно величина таяния, в основном зависят и определяются высотой солнца, продолжительностью освещения, облачностью, наклоном и ориентировкой поверхности и ее альбедо. Сопоставления данных непосредственных наблюдений подтверждают правильность высказанного выше.

Таким образом, в пределах ледника или даже группы ледников, близких по типу и местоположению, различия в величинах таяния зависят от различий в условиях освещенности, закрытости горизонта, наклона, ориентировки и альбедо того или иного участка ледниковой поверхности. В одном и том же пункте интенсивность таяния изменяется, главным образом, в зависимости от изменения высоты солнца, продолжительности освещения в разные периоды года и от изменений альбедо. Изменения последнего в значительной степени связаны со временем, протекающим от начала периода таяния (табл. 1).

Альбедо ледниковых поверхностей имеет и суточный ход; обычно максимальное его значение наблюдается в утренние и вечерние часы, минимальное — около полудня.

Из предыдущего изложения видно, что в пределах небольших долинных ледников Тянь-Шаня могут быть выделены две основные области, отличные по величинам таяния. Это две естественные основные зоны — область фирна и область языка. При переходе из одной зоны в другую наблюдается

Таблица 1

Приближенные среднемесячные значения альbedo суммарной радиации в период таяния (в %)

Место наблюдения	Месяцы						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Область фирна . . . . .	80	70	60	45	45	55	75
Ледниковый язык . . . . .	80	70	40	25	20	40	70

скачкообразное изменение величин таяния — как суммарных, так и суточных. Скачкообразное изменение величин таяния при переходе от фирна к языку объясняется главным образом тем, что в зоне фирна тает только фирн, интенсивность таяния которого по ряду причин, перечисленных выше, меньше интенсивности таяния льда.

Однако отсюда никак не следует, что таянием в области фирна можно пренебрегать. Таяние в этой области, хотя и меньше, чем на языке, но все же представляет собой солидную величину, и талые воды области фирна играют значительную роль в формировании стока с ледников рассматриваемого типа.

Линейная величина таяния в области фирна примерно равна половине этой величины таяния на языке. Учитывая же, что область фирна обычно не менее, чем в два раза, больше площади языка, получим, что объем талых вод, продуцируемых фирновой областью, такой же, как и продуцируемых языком, что, естественно, никак нельзя игнорировать при расчете ледникового стока.

Опираясь на имеющиеся материалы наблюдений и исходя из изложенных выше соображений, мы рассчитали приближенные средние возможные величины таяния для небольших долинных ледников по месяцам для всего периода их таяния. Эти данные очень хорошо согласуются с непосредственно наблюдавшимися на ледниках величинами таяния.

В табл. 2 даны величины таяния, выраженные в высоте стаявшего слоя (в переводе на воду), т. е. «линейные» величины таяния. За период таяния с мая по сентябрь ледники получают более 80% радиационного тепла от его возможного годового количества. В пределах этого периода промежуток июнь — сентябрь выделяется как промежуток с наиболее интенсивным ходом таяния и стока.

Таблица 2  
Средние возможные величины таяния для небольших долинных ледников северного склона Терской-Ала-Тау (в м)

Место наблюдений	Месяцы					За весь период (V-IX)
	V	VI	VII	VIII	IX	
Область фирна	0,20	0,31	0,60	0,56	0,35	2,02
Ледниковый язык . . . . .	0,33	0,51	1,10	1,20	0,57	3,71

При разной величине площадей фирна и ледникового языка объемы талых вод, продуцируемые ими, будут различны даже при одинаковых величинах линейного таяния. Поэтому ниже мы приводим величины «объемного» таяния для типичного ледника, имеющего ледниковый коэффициент 2 : 1 (табл. 3).

Таблица 3  
Приближенные средние вероятные величины объема талых вод

Место наблюдения	Месяцы					За весь период (V-IX)
	V	VI	VII	VIII	IX	
Область фирна						
В % ко всему объему талых вод со всего ледника, в данном месяце . . . . .	55,0	55,0	52,0	48,0	55,0	52,0
То же, за весь период таяния . . . . .	5,1	8,1	15,5	14,4	9,0	52,1
Ледниковый язык						
В % ко всему объему талых вод со всего ледника, в данном месяце . . . . .	45,0	45,0	48,0	52,0	45,0	47,0
То же, за весь период таяния . . . . .	4,2	6,6	14,2	15,5	7,4	47,9
Со всего ледника в целом						
В % к годовому объему талых вод . . . . .	9,3	14,7	29,7	29,9	16,4	100,0

Данные табл. 3 убедительно показывают значение таяния в области фирна в общем таянии ледника.

Общий объем талых вод с ледника складывается из вод от таяния сезонного снежного покрова в области языка, которые дают 7% от общего объема талых вод, затем из вод от таяния старого фирна, дающих около 48%, и из талых вод от таяния льда, дающих около 45%.

Для характеристики роли талых вод ледников в питании малой горной реки ледникового питания в северном Тянь-Шане приведем табл. 4.

Таблица 4

## Средний сток малой горной реки ледникового питания

Сток	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средний сток, в % от среднего годового стока реки . . . . .	2	2	2	3	8	15	25	24	10	4	3	2	100
Доля талых ледниковых вод в стоке реки, в % от общего годового стока . . . . .	0	0	0	0	4	8	20	20	8	0	0	0	60
Доля ледниковых талых вод в стоке реки по отдельным месяцам, в % от общего стока соответствующего месяца . . . . .	0	0	0	0	45	55	81	75	75	0	0	0	60

Из приведенных в табл. 4 данных с очевидностью вытекает исключительно большая роль талых ледниковых вод в стоке малых горных рек северного Тянь-Шаня. Особенно существенны эти воды для летнего стока, т. е. для периода, наиболее важного с практической точки зрения.

Приведенные данные о таянии и стоке не претендуют на высокую точность, так как материал немногих лет наших наблюдений для этого недостаточен. Но они отражают порядок величин и их соотношения, что представляется нам весьма существенным.

Перейдем к краткому изложению опытов по искусственному усилению таяния и некоторых полученных результатов. Напомним, что основной задачей опытов было выявление в общих чертах эффекта усиления таяния при искусственном запылении поверхности ледников и выяснение принципиальной



Фиг. 3. Общий вид опытных площадок на поверхности фирна одного из ледников Тянь-Шаня.

возможности практического усиления таяния для увеличения стока ледниковых талых вод.

Опыты производились Тяньшанской физико-географической станцией на двух типичных небольших долинных ледниках северного склона Терскей-Ала-Тау. В течение 1950 г. было поставлено четыре серии опытных наблюдений, в 1951 г. — шесть серий. Опыты проводились начиная с весны и до конца периода таяния. Наблюдения велись в двух основных зонах — в области фирна и на ледниковом языке. Некоторые серии состояли из одновременных, даже синхронных наблюдений в обеих зонах ледников сразу. Каждая серия слагалась из 3—4 дней систематических непрерывных наблюдений (фиг. 3).

В каждой серии проводились следующие наблюдения: 1) наблюдения за таянием на нескольких площадках (от 3 до 6) с различной степенью искусственного запыления ледниковой

поверхности и за таянием этой поверхности в естественном виде; 2) актинометрические наблюдения, включая наблюдения за тепловым балансом на всех площадках; 3) гидрометрические наблюдения, слагавшиеся из определений: а) температуры и влажности на всех площадках в 5 см от поверхности и на высоте 1,5 м, б) температуры поверхности льда или фирна на всех площадках, в) температуры на разных глубинах (5, 10, 15 и 20 см) на всех площадках, г) температуры талых вод на всех площадках, д) стока талых вод, е) скорости ветра, ж) степени облачности, з) суммы осадков и прочих гидрометеоров, и) плотности льда и фирна.

Кроме того, в течение всего периода таяния велись систематические гидрометеорологические наблюдения у концов ледников (фиг. 4).

В результате этих опытных работ мы пришли к следующим заключениям.

1. Из двух материалов, применявшихся для запыления — лёсса и каменноугольной пыли, — второй имеет явные преимущества: угольная пыль лучше сохраняется в распыленном состоянии, в то время как лёсс по прошествии нескольких дней собирается в довольно крупные зернистые образования. Частицы угля как бы несколько въедаются в ледниковые поверхности, и первоначальный характер запыления сохраняется длительное время, что существенно для использования эффекта запыления в отношении усиления таяния. Кроме того, поглощающая способность (в отношении радиации) угля больше лёсса примерно на 20—25%. Мы предполагаем, что и для практических целей угольная пыль явится подходящим материалом для запыления (фиг. 5). Другим материалом, который подошел бы, очевидно, является сажа.

2. Мощность слоя запыления не играет большой роли. При небольшой вообще толщине слоя запыления степень усиления таяния практически не зависит от толщины этого слоя. Наоборот, при толщине слоя запыления, уже близкой к 1 см, таяние замедляется и через небольшой промежуток времени становится даже меньшим, чем для чистого льда.

3. Наиболее выгодным в отношении общего эффекта усиления таяния является запыление тонкой угольной пылью равномерным слоем едва уловимой мощности — порядка долей 1 мм (фиг. 6). Ледниковая поверхность, запыленная таким образом, издали кажется равномерно серой. Расход угольной пыли составляет при этом около 5 т на 1 км<sup>2</sup>. Альbedo и тепловой баланс поверхностей, запыленных равномерным и тонким слоем, мало отличаются от этих величин для более интенсивно

запыленных участков, а эффект таяния получается наибольший. При этом расход материала для запыления будет наименьший. В последующем мы приводим сведения, отнесенные к ледниковым поверхностям, запыленным именно таким образом.



Фиг. 4. Опытная площадка на ледниковом языке.

4. Тепловой баланс, а следовательно, и таяние запыленных поверхностей увеличиваются пропорционально увеличению их поглощающей способности или пропорционально уменьшению альбедо вследствие запыления. Это подтверждает радиационный характер баланса тепла ледниковых поверхностей.

Альбедо разных ледниковых поверхностей, запыленных одинаково, несколько различно. Так, среднее значение альбедо



Фиг. 5. Поверхность опытной площадки с разной степенью запыления угольной пылью. Хорошо заметен разный характер таяния фирна при различной интенсивности запыления.



Фиг. 6. Характер искусственного запыления фирна, при котором достигается наибольший эффект усиления таяния.

запыленной поверхности свежего фирна или снега равно примерно 25—30%; для старого фирна примерно 15—20%; для глетчерного льда в среднем 7—10%. Повидимому, это различие в величинах альbedo объясняется «остаточным влиянием» различных отражательных свойств первоначальных, не запыленных поверхностей.

С течением времени альbedo запыленных участков несколько увеличивается, причем для льда немного больше, чем для фирна. Так, для льда увеличение альbedo достигало 5%, для фирна — 3%. Это увеличение объясняется некоторым сносом частичек угля тальми водами и их погружением в толщу льда или фирна.

5. Для запыленных поверхностей наблюдается также повышение теплового баланса. Для свежего фирна и снега отмечается повышение теплового баланса примерно в 3—6 раз против баланса «чистой» поверхности, для старого фирна в среднем от 1,6 до 3 раз, для глетчерного льда оно наименьшее — в среднем от 1 до 1,4 раза. Единица соответствует поверхностям, имеющим достаточно сильное естественное мелкозернистое или пылевое засорение.

6. Для расчетов таяния как запыленных, так и чистых поверхностей вполне возможно пользоваться вместо величин теплового баланса суммами прямой радиации, поглощенной этими поверхностями.

7. Расход тепла на таяние льда или снега запыленных поверхностей почти такой же, как и «чистых» поверхностей, — в среднем для свежего фирна и снега около 90 кал./1 см<sup>3</sup>, а для старого фирна и льда около 81 кал./1 см<sup>3</sup> (в воде).

8. Как показали наблюдения, запыление не влечет за собой заметного повышения температуры слоев льда или фирна. То же относится и к тальми водам. Не наблюдается и заметного увеличения интенсивности испарения и конденсации. Таким образом, увеличенное запылением количество тепла, поглощаемое запыленными участками, расходуется в основном на увеличение таяния.

9. По непосредственным наблюдениям, таяние на запыленных участках по сравнению с незапыленными поверхностями увеличивается следующим образом: для свежего фирна и снега примерно от 3 до 6,5 раза, для старого фирна от 1,4 до 2,9 раза, для глетчерного льда от 1 до 1,35 раза. Можно отметить хорошее совпадение увеличения таяния с увеличением теплового баланса тех же поверхностей.

10. При изменении погоды соотношения между таянием на запыленных и незапыленных участках изменяются не сильно.

Поэтому при расчетах приближенных величин суммарного таяния поправок «на погоду» можно не вводить.

11. Поскольку запыленность угольной пылью хорошо сохраняется, то при применении этого способа для усиления таяния, повидимому, не придется часто прибегать к повторному запылению. Возможно, что для всего периода таяния достаточно однократного запыления. Во всяком случае, небольшие снегопады в период таяния не уничтожают действия запыления.

12. Наибольший эффект усиления таяния, как это и следовало ожидать, достигается при запылении свежего фирна и снега, наименьший — при запылении глетчерного льда. Таким образом, для ледника в целом наибольший эффект будет весной, в начальный период таяния, наименьший — в разгар таяния, т. е. в июне — августе.

13. Проведенные опыты, а также приведенные выше краткие данные показывают, что путем запыления можно достигнуть достаточно большого эффекта усиления таяния, что может быть использовано для практических целей — для увеличения стока горных рек ледникового питания.

14. При использовании авиации запыление принципиально не встречает трудностей. Что касается технических возможностей запыления, то и с этой стороны оно представляется возможным и требует лишь некоторого дальнейшего уточнения сведений о таянии ледников и данных о действии запыления на таяние и сток, а также разработки технологических моментов практики подобного рода работ.

Опираясь на данные опытов по искусственному усилению таяния и располагая сведениями об естественном таянии и стоке небольших горных рек, мы подсчитали примерное увеличение таяния и стока с ледников, получаемое в разные периоды при искусственном запылении поверхностей ледников угольной пылью.

Не останавливаясь на данных об увеличении приходной части баланса ледников, на увеличении величин таяния и т. д., приведем лишь цифры, характеризующие суммарный эффект, т. е. увеличение стока небольшой горной реки ледникового питания, которое получается при запылении поверхностей ледников (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что запылением ледников можно достигнуть заметного увеличения стока — до 54% его годового объема.

Отметим, что наибольшего относительного увеличения стока запылением ледников можно достигать в весенний период, т. е. тогда, когда обычно ощущается наибольшая потребность

Таблица 5

Приближенный годовой сток малой горной реки ледникового питания при искусственном запылении ледников

Приближенный сток	М е с я ц ы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сток реки при искусственном запылении, в % от среднего нормального годового стока . . . . .	2	2	2	10	21	22	35	32	16	8	3	2	154
Увеличение стока от запыления, в % от среднего нормального годового стока . . .	0	0	0	7	13	4	10	8	5	4	0	0	54
Увеличение стока от запыления, в % от среднего нормального стока за соответствующий месяц . .	—	—	—	233	262	146	140	133	150	200	—	—	—

в воде для удовлетворения хозяйственных нужд. Если проводить запыление в другие периоды, то, очевидно, эффект действия запыления на таяние и сток в месяцы, последующие за запылением, будет примерно равен указанному в табл. 5 для соответствующих месяцев, но суммарные результаты будут уже другие.

Запыляя различные площади ледников данного бассейна, осуществляя запыление различных областей ледников (фирны или языки) и изменяя время запыления, можно получать в разные периоды различное увеличение стока, т. е. некоторым образом регулировать его.

Таким образом, мы считаем, что поставленными опытами вопрос об искусственном увеличении таяния тяньшанских ледников принципиально решен. Следовало бы уточнить его в отношении возможностей ускорения таяния в ранневесенние месяцы, особенно в марте, а также поздней осенью. Вопрос увеличения стока малых рек ледникового питания для периода май — сентябрь также можно считать принципиально решенным. Что же касается увеличения стока в более ранние и поздние периоды, а также стока больших горных рек со сложным

смешанным питанием, то для решения этих вопросов материалов проведенных опытов недостаточно.

Может возникнуть следующий вопрос, насколько нарушится при применении искусственного таяния естественный баланс ледников, и не поведет ли это обстоятельство к стремительному их исчезновению или чрезмерно быстрому угасанию.

Основываясь на своих наблюдениях, мы считаем, что при естественном ходе развития регресса современного оледенения Тянь-Шаня и при сохранении современных физико-географических условий ледники в среднем обладают «запасом жизнедеятельности» порядка 1500—2000 лет. Регулярное применение искусственного усиления таяния может, по нашим подсчетам, сократить этот «запас жизнедеятельности» в 3—4 раза. Таким образом, в усилении их таяния особого риска нет. Кроме того, если процесс регресса оледенения будет продолжаться, то в будущем все равно придется заняться проблемой изыскания новых или проблемой увеличения старых источников влаги, в случае же искусственного усиления таяния этим вопросом придется заняться лишь несколько раньше.

В нашей стране, в которой уже сейчас ведутся грандиозные работы по преобразованию природы, такая задача не сможет представить трудностей и не может служить в настоящее время препятствием к использованию природных ресурсов при помощи современных технических средств.

---

*М. И. Ивернова*

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ СНОСА И ОТЛОЖЕНИЙ В ТЯНЬ-ШАНЕ

Почти сто лет отделяет нас от того времени, когда П. П. Семенов проник вглубь Тянь-Шаня, вглубь горной страны, загадочной для его современников. Путешествия П. П. Семенова в Тянь-Шане составили целую эпоху в истории географических открытий. После него там работала плеяда блестящих ученых. Н. А. Северцов, А. Н. Краснов, И. В. Мушкетов, К. И. Богданович и многие другие вписали незабываемые страницы в историю исследования Тянь-Шаня. Но только после Великой Октябрьской социалистической революции, только после создания первого в мире социалистического государства эти исследования приняли планомерный и систематический характер.

Можно сказать без преувеличения, что к настоящему времени в Тянь-Шане не осталось ни одной горной долины, ни одного уголка, не посещенного советскими исследователями, а научная литература о Тянь-Шане обогатилась огромным количеством трудов. Открытие богатейших запасов полезных ископаемых, всестороннее развитие промышленности и крупного колхозно-совхозного сельского хозяйства поставили на очередь дня глубокое хозяйственное освоение горных территорий. В невиданно короткие сроки в Тянь-Шане строятся железные, шоссейные и грунтовые дороги, электростанции промышленного и колхозного значения, а в глубине горных долин возникают многочисленные населенные пункты.

Практика интенсивного освоения горных территорий ставит перед советскими исследователями, в частности перед геоморфологами, все новые и все более сложные задачи. К последним относится и изучение законов, управляющих явлениями природы, изучение их в таком плане и такими методами, чтобы

иметь возможность прогнозировать, регулировать, предотвращать, а иногда и рационально использовать эти явления.

Подобные исследования территорий с каждым годом развертываются все шире и шире. Достаточно указать хотя бы на то, что изучение селей, этих катастрофических разрушительных грязе-каменных потоков, за последние годы намного продвинулось вперед. В научных учреждениях Казахстана, Узбекистана, Грузии, Армении, Азербайджана и других союзных республик целая армия советских исследователей изучает причины возникновения селевых потоков, процессы их зарождения, формирования и прохождения, а также разрабатывает меры борьбы для предотвращения их образования или мероприятия для защиты объектов, которым селевые потоки угрожают. Все эти многочисленные исследования координируются, направляются, а материалы наблюдений обобщаются специальной комиссией по изучению селевых потоков, организованной в 1948 г. при Отделении геолого-географических наук АН СССР.

В настоящее время борьба с селевыми потоками является одной из задач великого Сталинского плана преобразования природы.

Но наряду с этим приходится с сожалением констатировать, что изучение современных геоморфологических процессов в горах, во всем многообразии их проявления, поставлено еще недостаточно широко и отстает от практики освоения горных территорий.

Одной из причин подобного отставания является, повидимому, то обстоятельство, что геоморфологические исследования в горах носили до самого последнего времени главным образом маршрутный характер и приурочивались к летнему периоду года. В силу этого геоморфологи, изучающие развитие рельефа гор, как правило, не вели непосредственных систематических наблюдений над современными рельефообразующими процессами, а ограничивались их констатацией, описанием или, в лучшем случае, качественным анализом, на основе главным образом визуальных обследований форм рельефа (аккумулятивных и скульптурных), являющихся морфологическим выражением этих процессов на какой-то определенной стадии их развития. Следствием указанного являются частые противоречия, а в целом отсутствие ясного представления о современных геоморфологических процессах, происходящих в горах.

Мы полагаем, что при постановке работ по изучению современных экзогенных геоморфологических процессов, в частности процессов сноса и накопления продуктов разрушения гор, необходимо исходить из следующих основных положений.

1. В качестве основного метода исследования должны быть использованы систематические стационарные наблюдения, организуемые в природе на типичных объектах. Такого рода наблюдения, как нам представляется, дадут возможность в первую очередь количественно учитывать изучаемый процесс или явление в конкретной физико-географической обстановке, а в дальнейшем, после накопления соответствующих материалов наблюдений, функционально анализировать их.

Метод качественного анализа современных процессов — восстановления последних на основе обследования форм рельефа — широко распространенный в геоморфологии, не обеспечивает всестороннего изучения этих явлений, так как не дает ключа к пониманию сущности процессов, соотношения отдельных обуславливающих факторов, основных закономерностей развития и интенсивности, короче говоря, тех представлений, которые позволяют в конечном итоге управлять тем или иным процессом.

2. При изучении современных геоморфологических процессов, происходящих в горах, систематические стационарные наблюдения на природных объектах должны быть организованы в различных ярусах рельефа (предгорья, среднегорья, высокогорья, ледниково-высокогорье), подчеркнутых явлениями вертикально-ландшафтной поясности гор. Каждый ярус рельефа характеризуется своеобразием форм и сочетанием присущих ему рельефообразующих процессов, их определенным ходом и интенсивностью.

Так, например, ледниково-высокогорный или альпийский ярус рельефа характеризуется господством современных ледникового и гравитационно-массового процессов, высокогорье — эрозионного и гравитационного процессов и т. д.

3. Для того, чтобы иметь возможность сравнивать между собой интенсивность процессов сноса разных категорий в пределах одного и того же яруса рельефа и одних и тех же процессов в разных ярусах, необходимо оперировать сравнимыми между собой величинами. Следовательно, должна быть установлена, во-первых, определенная единица времени и, во-вторых, величина, количественно характеризующая интенсивность процесса или абсолютную скорость денудации за счет того или иного изучаемого процесса.

Процессы движения обломочных масс не являются непрерывно действующими. Во всех климатических областях обсабливаются периоды движения и периоды относительного покоя. Периодический характер проявления процесса сноса предreshает вопрос о том, какой промежуток времени

может быть принят за наименьшую единицу времени при изучении этих движений.

Процессы выветривания горных пород и процессы сноса являются результатом действия различных сил, каждая из которых действует с интенсивностью, свойственной ей в каждый данный момент времени. Но мы наблюдаем не действие каждого отдельного переменного фактора, а лишь совокупные действия всех проявляющихся в течение года сил. Отсюда следует, что год есть наименьшая единица времени, в течение которой все факторы выветривания горных пород и денудации действуют по крайней мере один раз в специфическом своем проявлении.

Величина, количественно характеризующая абсолютную скорость денудации или понижение рельефа гор в единицу времени за счет изучаемого процесса, может быть представлена в виде сносимого слоя той или иной мощности. Эту величину обычно принимают и в гидрологии для характеристики абсолютной скорости эрозии или понижения рельефа бассейнов горной реки за счет энергии текучих вод.

4. Все исследования на природных объектах разделяются на два вида работ. Первый вид работ включает все предварительные исследования, по возможности всесторонние характеризующие выбранный объект. К ним относятся: стереофотограмметрическая съемка и составление крупномасштабного плана объекта, сбор и определение образцов, устройство необходимых сооружений (дамб, эрозионных площадок, створов и т. д.), установка микроклиматических станций и т. д. Второй вид работ состоит из систематических и непрерывных наблюдений над объектом исследования в течение длительного промежутка времени.

5. Стационарные систематические наблюдения на природных объектах должны быть многолетними, так как развитие природных процессов разделяется на относительно длительные периоды нормального, относительно плавного хода развития, и на короткие периоды своего рода параксизмов, взрывов, проявляющихся лишь при определенном, сравнительно редко встречающемся сочетании обуславливающих данный процесс факторов.

6. Стационарные исследования необходимо в то же время сочетать с маршрутным изучением элементов морфологического выражения тех или иных процессов, проводя это изучение на обширной территории. Сочетание стационарных и маршрутных работ позволяет широко применять сравнительный метод. Последний, с одной стороны, значительно ускоряет получение конечных результатов, а с другой стороны — дает возможность

уловить многообразие местных вариаций изучаемых явлений.

7. Желательно также сочетать стационарные исследования с экспериментальным методом, т. е. с методом, позволяющим, во-первых, сознательно упрощать процесс и, во-вторых, изменять масштаб времени.

8. С точки зрения практики наибольший интерес представляют те процессы, которые протекают сравнительно быстро и могут быть учтены в масштабе того времени, на которое человеческое общество рассчитывает в своих хозяйственных мероприятиях, поэтому в первую очередь и наиболее детально должны изучаться процессы, оказывающие или могущие оказывать непосредственное влияние на возможность освоения и хозяйственного использования горных территорий.

9. Основной предпосылкой для постановки стационарных наблюдений над современными геоморфологическими экзогенными процессами является детальное и всестороннее физико-географическое изучение территории, выбранной для постановки стационарных работ, так как ни один процесс и ни одно явление не могут быть правильно поняты, если они изучаются изолированно от той физико-географической среды, в которой они протекают.

Указанные выше положения являются руководящими и при постановке исследований современных процессов сноса и отложения на Тяньшанской физико-географической станции.

Основной район работ этой станции включает бассейн р. Чон-Кызыл-Су, расчленяющий северный склон хребта Терскей-Ала-Тау и охватывающий территорию от его гребневой линии до побережья оз. Иссык-Куль (местного базиса эрозии). Долина р. Чон-Кызыл-Су в пределах собственно горного рельефа, представляет собой типичную, поперечную, древнеледниковую долину северного Тянь-Шаня. Поднимаясь по этой долине, мы последовательно пересекаем области развития ступенчато расположенных друг над другом различных ярусов рельефа (предгорье, среднегорье, высокогорье, ледниковое высокогорье) и одновременно различные вертикальные ландшафтные пояса — от пустынных степей до альпийских лугов и зоны вечных снегов.

Постановка систематических стационарных исследований по нашей теме (процессы сноса и отложения) явилась вторым этапом работ станции. К первому этапу работ мы относим, во-первых, все исследования (геоморфологические, почвенные, ботанические, картографические и т. д.), направленные к общему физико-географическому освещению территории, и выбор объектов систематических наблюдений и, во-вторых,

организацию сети постоянно действующих гидрометеорологических станций во всех вертикальных поясах бассейна р. Чон-Кызыл-Су.

Вследствие указанного, систематические стационарные наблюдения над процессами были начаты только в 1948 г. и развернуты в 1949 г. В настоящее время поставлены работы в следующих основных ландшафтных вертикальных поясах: ледниковом, лесо-луговом, степном и пустынно-степном или соответственно в пределах собственно горного рельефа, в предгорьях и на подгорной равнине.

В ледниковом поясе поставлены наблюдения над следующими процессами: а) формированием современных морен; б) камнепадами и обвалами; в) движением продуктов выветривания на склонах (открытые движения); г) плоскостным смывом; д) эрозией в руслах временных водотоков.

Подобные же наблюдения организованы и в лесо-луговом поясе (конечно, за исключением процессов формирования морен).

В предгорьях и на подгорной и приозерной равнинах, где преобладающая роль в развитии рельефа переходит к эрозионным процессам, развернуты систематические стационарные и полустационарные наблюдения над процессами эрозии в руслах временных водотоков, являющихся здесь промежуточным звеном между водными и грязе-каменными селевыми потоками и над процессами плоскостного смыва и ирригационной эрозии.

Поскольку перенос и вынос обломочного материала из одного вертикального пояса в другой осуществляется постоянными водотоками бассейна р. Чон-Кызыл-Су, то на станции поставлены работы по определению стока взвешенных наносов этой реки и ее притоков. Определение стока взвешенных наносов организовано в нескольких гидростворах, расположенных в разных участках продольного профиля р. Чон-Кызыл-Су — в ледниковом поясе, в высокогорном, при выходе реки на предгорья и в замыкающем створе бассейна.

Последние работы могут иметь, повидимому, и самостоятельный интерес, поскольку вопросы распределения мутности по длине реки и годового хода мутности остаются пока еще для горных рек сравнительно мало изученными. В то же время все эти вопросы в условиях Средней Азии имеют большое практическое значение.

В своих работах мы широко используем методы измерительной фотографии — от аэроснимков до разработки специальных приемов стереофотограмметрических наблюдений применительно к разным видам исследований. Кроме того, не менее широкое

применение находят гидрологические, геодезические, почвенные и другие методы наблюдений, интерпретируемые применительно к особенностям изучаемых процессов и явлений. Мы пользуемся также различными специальными сооружениями для непосредственного количественного учета перемещаемого материала (дамбами, ловителями, стоковыми площадками и т. д.). Выработка специальных приемов наблюдений всегда является нашей первоочередной задачей.

Можно полагать, что весь комплекс поставленных работ по изучению процессов позволит, по мере их развития и после накопления соответствующих материалов наблюдений, подойти вплотную к количественному определению итогов сноса в отдельных вертикальных поясах, перераспределению продуктов выветривания в них, выносу материала из одного пояса в другой. Он поможет выяснению вопроса количественного соотношения интенсивности одних и тех же процессов в разных поясах, а также разных процессов в пределах отдельных поясов, и всем этим будет способствовать разрешению общей проблемы, поставленной перед станцией, — проблемы комплексного изучения природных закономерностей, свойственных горным странам умеренного пояса, с целью разработки предложений по активному преобразованию природы.

Совершенно естественно, что достижение конечной цели исследований дело будущего, однако в ходе накопления фактического материала наблюдений уже и в настоящее время удается освещать отдельные частные, но теоретически и практически важные вопросы по современным геоморфологическим процессам.

В настоящей статье делается попытка подвести некоторые итоги нашим стационарным наблюдениям над процессами сноса и отложения в пределах верхних ярусов рельефа — высокогорном и ледниково-высокогорном. Мы излагаем лишь те результаты исследований, которые, как нам кажется, вносят некоторые новые данные или уточняют существующие представления о современных экзогенных рельефообразующих процессах в горах Тянь-Шаня и, таким образом, могут иметь известный общий интерес.

\* \* \*

Начнем с вопросов гляциальной морфологии. Как известно, отечественная и зарубежная литература бедна описаниями процессов образования моренных отложений и моренных форм в горах. Имеющиеся же немногочисленные описания этих

процессов основываются на маршрутных, отрывочных, главным образом визуальных наблюдениях на современных ледниках. Следствием этого являются противоречия, схематические, в значительной степени умозрительные представления по этому вопросу.

Ярким примером в этом отношении может служить хотя бы вопрос о роли ледникового фактора в формировании моренных отложений и моренных форм рельефа. В последние годы, например, некоторыми исследователями роль ледникового фактора оценивается как второстепенная, ведущим же фактором принимается солифлюкция. При этом роль солифлюкции не ограничивают только доставкой обломочного материала на ледник, а считают, что солифлюкции принадлежит также основная роль в перераспределении обломочного материала на поверхности ледника и главным образом на конечных этапах переноса моренного материала и его отложения. Последнее имеет место во всех случаях, когда рыхлые массы морен, отложенные у конца ледника, промачиваются его тальми водами и движутся вниз по долине, отлагаясь, наконец, на расстоянии многих километров от конца ледника. Как чрезвычайно эффективное морфологическое выражение процесса солифлюкции рассматриваются каменные глетчеры — своеобразные формы, широко распространенные в высокогорных областях Тянь-Шаня (фиг. 1).

Совершенно очевидно, что вопрос об относительной роли ледника и солифлюкции в создании моренных форм рельефа имеет большое теоретическое и практическое значение. Если принять солифлюкцию ведущим фактором в формировании моренных форм рельефа, то этим самым ставится под сомнение возможность реконструкции размеров древнего оледенения, подсчета депрессии снеговой линии и повторности оледенения на основании изучения моренных форм рельефа.

Совершенно очевидно также, что вопрос о том, являются ли моренные формы рельефа неподвижными, отложенными ледником образованиями или подвижными солифлюкционными потоками, представляет для практики освоения горных территорий значительный интерес.

В наших исследованиях мы попытались оценить роль названных выше факторов (ледника и солифлюкции) в формировании моренных отложений и моренных форм рельефа.

На основании полустационарных исследований большого числа моренных форм рельефа в разных высокогорных долинах Тянь-Шаня и на основании систематических стационарных наблюдений над процессами формирования современных морен,

организованных на характерном для Тянь-Шаня леднике долинного типа, мы пришли к следующим заключениям<sup>1</sup>.

Роль ледника в образовании моренных отложений незначительна, ибо говорить о горном леднике как факторе, эффективно эродирующем, нет основания. Главным деструк-



Фиг. 1. Каменный глетчер в бассейне р. Джеты-Огуз на северном склоне хр. Терской-Ала-Тау.

ционным фактором «ледниковой эрозии» являются процессы морозного выветривания, особенно ярко выраженные в периоды сокращения оледенения. Таким образом, ледник лишь создает условия для развития процессов морозного выветривания, а следовательно, и для усиленного разрушения окружающих его скалистых массивов. Моренные отложения в горах подготавливаются процессами выветривания склонов и формируются в результате совокупного действия различных процессов сноса, доставляющих продукты выветривания на поверхность ледника,

<sup>1</sup> Детальные описания объектов, методики и материалов стационарных наблюдений даются нами в специальных статьях, публикуемых в Трудах Тяньшанской физико-географической станции Института географии АН СССР.

причем главная роль среди этих процессов принадлежит гравитационному процессу (камнепады, обвалы).

Отводить здесь решающую роль солифлюкции нет основания, во всяком случае для Тянь-Шаня.

Ледник во всех случаях необходимо рассматривать как силу, переносящую, отлагающую или перераспределяющую обломочный материал на поверхности льда и тем самым создающую те или иные формы моренного рельефа (боковые, срединные, конечные морены, каменные глетчеры, холмисто-моренный ландшафт).

Определяющим моментом в формировании тех или иных современных моренных форм рельефа является характер движения льда в различных частях ледника. Поскольку же характер движения в зонах активного и остановившегося льда резко различен, постольку и возникающие в их пределах формы моренного рельефа также резко различны.

В зоне активного льда моренные формы рельефа всегда представлены валобразными полосами, вытянутыми вдоль поверхности ледника. Обломочный материал в этих полосах распределен неравномерно, но закономерно, отражая последовательность распределения скоростей движения льда в леднике. Формирование дуг конечных морен обуславливается стационарным положением ледника, активным на всем своем протяжении (до конца языка).

Следовательно, основным процессом формирования обоих видов морен является пассивный перенос обломочного материала активным льдом. В создании характерных форм мезорельефа — боковых и срединных морен имеет значение неравномерное таяние относительно чистого льда и льда, покрытого обломочным материалом разной мощности. Самостоятельные движения (солифлюкция) чехла обломочного материала играют здесь сугубо второстепенную роль и направлены к некоторому перераспределению обломочного материала в пределах боковых и срединных морен.

Самостоятельное движение обломочного материала приобретает некоторое значение в самом конце ледникового языка, способствуя сбрасыванию обломочного материала к подножью ледника и тем самым формированию фронтальной морены.

В пределах остановившегося льда образуются холмисто-моренные формы рельефа, представленные холмами и межхолмовыми понижениями, расположенными беспорядочно, отражая процесс беспорядочной деградации мертвого льда, определяющими моментами которой являются движения сбрасывания, раскалывания и оседания льда (фиг. 2). Эти движения создают

основные предпосылки для возникновения самостоятельного перемещения обломочного материала в пределах мертвого льда и формирования инверсионных форм рельефа. Таким образом, значительная роль в создании моренных форм рельефа принадлежит здесь, наравне с процессами таяния льда, процессу



Фиг. 2. Процесс деградации мертвого льда на одном из ледников в хр. Терской-Ала-Тау.

самостоятельного перемещения обломочного материала; однако следует подчеркнуть, что эта роль ограничена пределами распространения неподвижного льда.

Каменные глетчеры Тянь-Шаня являются особым типом аккумуляции небольших долинных ледников в период их медленного сокращения. Гляциальное происхождение объясняет все характерные признаки последних. То обстоятельство, что каменные глетчеры формируются только небольшими ледниками, является совершенно закономерным, так как морфогенетическая роль последних (образование большого количества обломочного материала), как показывают новейшие исследования, особенно велика. Современное движение каменных глетчеров, там, где оно подтверждено измерениями, обусловлено либо наличием в них ядра активного глетчерного льда, либо способностью к самостоятельному перемещению.

Однако это перемещение возможно только в тех каменных глетчерах, в которых мелкозем составляет наиболее значительную часть их массы. Мощные каменные глетчеры Тянь-Шаня не созданы процессами солифлюкции, об этом свидетельствуют как непосредственные измерения, так и детальное изучение их характерных признаков.

Таким образом, самостоятельное перемещение обломочного материала (солифлюкция) в формировании моренного рельефа имеет сугубо второстепенное значение и ограничено пределами распространения льда. Роль солифлюкции выражается лишь в некотором перераспределении моренного материала на поверхности живого льда и инверсии на мертвом льду. Мы даже вообще склонны воздерживаться от термина «солифлюкция» в применении к самостоятельному перемещению моренного материала, поскольку характер движения последнего, как показывают стационарные наблюдения, имеет очень мало общего с течением.

\* \* \*

В высокогорных долинах Тянь-Шаня верхние участки склонов, как правило, представлены обнаженными выходами коренных пород. В этих условиях наиболее широко распространенной формой сноса продуктов выветривания коренных горных пород являются камнепады, играющие значительную рельефообразующую и геологическую роль. Именно они доставляют в основном обломочный материал для морен ледников, питают современным щебнем зарождающиеся в высоких горах селевые потоки, доставляют каменные глыбы на дно ущелий. Но основным морфологическим выражением этого процесса являются конусы осыпей, покрывающие подножья склонов почти сплошным шлейфом и часто достигающие в Тянь-Шане огромных размеров (фиг. 3). Эти конусы, представляющие наиболее характерный элемент высокогорного ландшафта, нередко глубоко выдвигаются на дно долины и отклоняют течение горной реки.

Еще в 1888 г. А. Н. Краснов писал: «Нигде, я думаю, каменистые осыпи не развиты в таком изобилии, как на Тянь-Шане. Придавая стране несколько угрюмый мрачный вид, они на некоторых, особенно обращенных к югу, склонах очень высоких гор развиты до того сильно, что целые толщи щебня покрывают откосы и делают их совершенно недоступными для ноги человека». Камнепады, таким образом, формируют самостоятельный тип континентальных отложений, широко распространенный в условиях расчлененного рельефа горных стран. Этот тип отложений Н. И. Николаев (1946) очень удачно, с

нашей точки зрения, обозначает термином гравитационный, в отличие от остальных значительно менее удачных названий (горный делювий, делювий крутых склонов и пр.). В районах современного оледенения камнепады можно наблюдать летом ежедневно, а совершенно обнаженные конусы осыпей достигают здесь своего максимального распространения.



Фиг. 3. Конусы осыпей, покрывающие подошвы склонов сплошным шлейфом в одной из долин в хр. Терской-Ала-Тау.

Но и ниже района современного оледенения камнепады представляют в пределах высокогорного яруса рельефа обычное явление, хотя случайному путешественнику непосредственно наблюдать там камнепады приходится сравнительно редко, и часто только опытный глаз исследователя может различить шлейф осыпей под покровом леса. О продолжающейся интенсивной доставке обломочного материала сверху свидетельствуют наличие свежих обломков на склонах и на дне долины и шум грохочущих камнепадов.

Несмотря на весьма широкое распространение этой формы сноса во всех горных странах и большое значение этого процесса при хозяйственном освоении горных территорий, явлением камнепадов до настоящего времени почти никто не занимался.

В результате обследований склонов и большого числа конусов осыпей в различных высокогорных долинах Тянь-Шаня и систематических стационарных наблюдений над камнепадами в течение ряда лет в пределах лесо-лугового пояса хребта Терской-Ала-Тау, у нас сложились следующие представления.

Перемещение обломочного материала из области сноса (скалистые верхние участки склонов) вниз на конусы осыпей происходит в двух основных формах: в форме регулярного падения единичных, относительно небольших обломков, отделяющихся от обнаженных скалистых выходов коренных пород, и в форме внезапного обрушивания сравнительно больших каменных масс. В последнем случае имеет место отрыв довольно значительного участка скалистой стены, увлекающего при своем падении подготовленные к сносу, лежащие неустойчиво обломки и затем в свою очередь разбивающегося при ударе на многочисленные обломки.

Первая форма сноса обломочного материала обычно и носит название камнепада. Вторую форму сноса, в отличие от каменных лавин и горных обвалов, мы назвали большим камнепадом. Дело в том, что описываемое нами явление занимает промежуточное положение между типичным камнепадом и горным обвалом и по мнению некоторых исследователей больше всего приближается к каменным лавинам. Последними в Альпах действительно и называют падение масс скалистых обломков, превосходящее по своему масштабу обычный камнепад, но еще не достигающее размеров настоящего горного обвала. Однако специфические черты каменных лавин, сближающие последние с горными обвалами, существенно отличают их от описываемого нами явления.

А. Гейм (Heim, 1932), изучавший эту форму сноса в Альпах, отметил, что при падении каменных лавин, так же как и при горных обвалах, обрушивающиеся каменные массы принимают форму потока, а в их движении проявляются признаки течения. При стремительном движении каменных масс не наблюдается рассеивания обломков. Катящиеся и вращающиеся камни движутся тесно сомкнутым строем и, якобы, в средней части каменной лавины движутся быстрее, чем у ее края.

Наши наблюдения над обрушиванием каменных масс и непосредственное обследование результатов их падения на поверхность конуса осыпи не обнаружили ни признаков течения, ни признаков потока. Мы неоднократно находили обломки рассеянными веерообразно на большом участке поверхности конуса. Прослеживая многочисленные выбоины и царапины в старых глыбах, мы получали представление о совершенно не-

ожиданных, не поддающихся учету изменениях направления пути отдельных каменных обломков. Ударяясь о камни осыпи, обломки движутся огромными прыжками, образуя при ударах большое количество каменной муки. Издали создается впечатление, как будто в разных местах поверхности конуса осыпи возникают взрывы, сопровождаемые облачками дыма. Большие глыбы, обладающие значительной живой силой, нередко достигают подножья конуса или даже выбрасываются на дно долины, небольшие обломки остаются лежать у его вершины.

Наибольшие объемы обломков при типичных камнепадах обычно не выходят за пределы нескольких сотых долей куб. метра и весят до 100 кг. Наибольшие объемы каменных глыб при больших камнепадах достигают нескольких сотен куб. метров и весят больше 1000 т.

В интенсивности проявления типичных камнепадов в течение года наблюдается определенная закономерность. Для Терской-Ала-Тау она выражается в следующем: выделяются период зимнего относительного покоя, повышенная интенсивность проявления этого процесса весной и примерно одинаковая его интенсивность летом и осенью. Укажем, что период зимнего покоя был отмечен также и А. Геймом (Heim, 1932) в Альпах. Сквозные морозом скалистые склоны зимой безжизненны и безмолвны. Повышенная интенсивность камнепадов весной объясняется тем, что именно в это время года в полной мере проявляются процессы морозного выветривания — переходы температур поверхности горных пород в области скал через  $0^{\circ}$ , как правило, ежедневны, величины уклонений от  $0^{\circ}$  как в положительную, так и отрицательную сторону довольно значительны, а продолжительность периодов отрицательных и положительных температур в течение суток более или менее одинакова. Примерно одинаковая интенсивность проявления камнепадов летом и осенью объясняется, повидимому, относительно ровным ходом суточных амплитуд температур поверхности пород в течение года.

Периоды проявления больших камнепадов обычно совпадают со временем весеннего таяния снежного покрова и с периодом выпадения обильных осадков. В условиях высокогорья хребта Терской-Ала-Тау большие камнепады бывают в апреле и июне. Приуроченность больших камнепадов к указанным двум периодам объясняется, повидимому, тем обстоятельством, что атмосферные воды путем непосредственного гидростатического давления и смачивания примазок суглинков, часто покрывающих стены трещин, способствуют нарушению равновесия каменных масс, подготовленных процессами выветривания к сносу.

Интенсивность процессов камнепадов, при прочих равных условиях, проявляется на склонах южных румбов значительно активнее, чем на склонах северных румбов, а периоды проявления наиболее интенсивных камнепадов передвигаются на последних на более поздний срок.

Для того чтобы реально представить себе масштаб этого явления, мы ориентировочно подсчитали, принимая ряд допусков, общее количество обломочного материала, перемещаемого за год в форме камнепадов в пределах бассейна р. Чон-Кызыл-Су, и сравнили его с общим количеством продуктов выветривания, выносимых этой рекой за год за пределы горной части своего бассейна. Оказалось, что величина сноса продуктов выветривания в форме камнепадов превышает вынос рекой более, чем в десять раз.

В условиях высокогорных долин Тянь-Шаня, где скалистые выходы коренных пород располагаются высоко над дном долины, обычные камнепады представляют реальную опасность только для неопытных альпинистов. Последним рекомендуется при восхождении на горные склоны избегать конусов осыпей с вышуклым профилем и хорошо развитым узким жолобом камнепада.

Другое дело большие камнепады. При глубоком хозяйственном освоении горных территорий с этим разрушительным явлением природы необходимо серьезно считаться. При всякого рода строительствах в высокогорных долинах Тянь-Шаня необходимо производить тщательное обследование верхних скалистых участков склонов, причем особое внимание должно быть обращено на характер и степень трещиноватости последних и на их уклоны. При уклонах больше 40—50° обычно наблюдается полная обнаженность скалистых участков от обломочного материала, и, следовательно, можно полагать, что обломки, отделяющиеся при процессах выветривания от остальной массы породы, немедленно сносятся вниз.

Мерой борьбы с проявлениями больших камнепадов может являться регулярный осмотр скалистых склонов специально подготовленными для этой цели лицами, при этом рыхлые, неустойчивые части скал необходимо обрушивать, угрожающие участки скал взрывать. В некоторых случаях, повидимому, может применяться цементирование выходов открытых трещин. Самым старым известным защитным мероприятием является охрана леса и облесение склонов. Лес задерживает множество падающих обломков или, во всяком случае, в значительной степени ослабляет силу удара каменной глыбы. Поэтому рубка леса в высокогорье — явление недопустимое.

Железнодорожные линии и другие пути сообщения в горах могут охраняться от камнепадов путем возведения различных защитных сооружений (каменных стен, защитных валов, галерей и т. д.).

\* \* \*

Довольно широко распространенным является представление о том, что в условиях горного резко расчлененного рельефа, где склоны к речным долинам достигают большой крутизны (20—40°), значительную роль среди процессов сноса играет поверхностный смыв мелкоземистых почвенных частиц дождевыми и тальными водами. Эта форма сноса, как известно, носит название плоскостной эрозии или делювиального процесса.

Наши непосредственные наблюдения на склонах, стационарные наблюдения на стоковых площадках, исследования водопроницаемости различных типов горных почв, изучение характера растительного покрова и анализ метеорологических условий верхних поясов гор (интенсивность осадков, распределение снежного покрова на склонах в период таяния и т. д.) не подтверждают указанное представление. Наоборот, мы можем утверждать, что плоскостная эрозия в пределах верхних ярусов рельефа, во всяком случае в обычных метеорологических условиях, не проявляет себя в сколько-нибудь значительной степени, и удельный вес этого процесса среди многообразных форм сноса высокогорья ничтожен.

Наши представления по этому вопросу согласуются с выводами С. И. Соколова (1946), исследовавшего явления эрозии почв в бассейне р. Малой Алматинки (хребет Заилийский Ала-Тау) в связи с опасностью возникновения там селевых потоков. В результате детальных почвенных исследований, заключавшихся не только в территориально-съёмочных работах, но также и в изучении некоторых физических свойств почв (водопроницаемости, влажности и т. д.), С. И. Соколов пришел, между прочим, к выводу, что поверхностный смыв мелкоземистых почвенных частиц со склонов ни в одной из вертикальных зон указанного бассейна существенной роли не играет.

Констатируя незначительную роль плоскостной эрозии, мы в то же время подчеркиваем повсеместное развитие на склонах процессов их разрушения и перемещения почвенных масс, связанных с пастьбой скота. Эти явления носят, как известно, название пастбищной эрозии.

В пределах высокогорья, на северных, восточных и западных склонах с горнолесными почвами, поросших еловым

лесом, пастбищная эрозия выражена в срыве дернины и смещении вниз по склону отдельных обычно небольших участков верхнего дернистого и части гумусового горизонтов почв. Перемещение почвенных масс происходит на небольшом расстоянии, обычно измеряемом сантиметрами и реже десятками сантиметров.



Фиг. 4. Поверхность склона южной экспозиции пересечена многочисленными скотобойными тропинками.

На склонах южных румбов с дерново-степными почвами, покрытых типчаково-полынными степями, пастбищная эрозия выражена наиболее сильно. Это, повидимому, объясняется двумя обстоятельствами: во-первых, типчаковые степи не создают на поверхности плотной устойчивой дернины и, во-вторых, на южных склонах, даже в условиях высокогорья, скот выпасают в течение всего года. Поверхность этих склонов пересечена многочисленными тропинками, идущими параллельно склону на расстоянии 30—50 см друг от друга (фиг. 4). Тропинки эти, шириною до 30—40 см, образуют на склонах своеобразный ступенчатый террасированный рельеф. На поверхности троп растительности очень мало, изреженный растительный покров покрывает лишь уступы между ними. Передвижение почвенных масс вниз по склону вызывается разрушением крутых уступов

процессами выветривания, особенно сильно проявляющимися именно на южных склонах, и срывом отдельных участков почвы под тяжестью пасущихся животных. В результате этих



Фиг. 5. Крутопадающая эрозионная борозда — характерный элемент высокогорного ландшафта.

явлений многие почвы южных склонов не имеют отчетливо выраженного профиля и почти лишены гумусового горизонта. Нарушению профиля этих почв способствуют также и сурки, обильно населяющие южные склоны.

В пределах ледниково-высокогорного яруса рельефа, где развиты альпийские дерново-торфянистые горнолуговые почвы, процессы пастбищной эрозии проявляются значительно слабее. Это связано с наличием плотной, с трудом разрушаемой дернины горнолуговых почв и со сравнительно коротким периодом выпаса (2—3 месяца). Однако и в этом ярусе разрушению склонов в значительной степени способствуют землерои, находящиеся здесь, особенно на склонах южных экспозиций, свои излюбленные местообитания.

Мы полагаем, что при изучении эрозионных явлений в горах исследования специфики развития процесса пастбищной эрозии в разных вертикальных поясах и выработка необходимых противоэрозионных мероприятий (норма выпаса, естественное возобновление, подсев трав и т. д.) должны быть в центре внимания исследователей разнообразных специальностей (почвоведов, геоморфологов, ботаников, зоологов и т. д.).

Большая разность высот, крутизна склонов, наличие в их верхних скальных участках водосборных бассейнов в форме полуворонок или обширных крутосклонных чаш, обеспечивающих концентрацию и стремительный сток дождевых вод, и наряду с этим значительное количество осадков, выпадающих летом в высокогорной зоне, обуславливают интенсивное проявление процессов линейной эрозии. Склоны высокогорных долин пересечены многочисленными крутопадающими бороздами, представляющими здесь, наравне с конусами осыпей, наиболее характерный элемент высокогорного ландшафта (фиг. 5). Эти борозды, обычно сухие, во время сильных дождей и в период интенсивного таяния снега наполняются водами стремительно мчащихся потоков, несущих массу наносов.

В литературе имеются указания (для Альп), что подобные борозды во время ливней выносят в течение нескольких часов до нескольких сотен тысяч куб. метров щебня. Нам эти цифры, во всяком случае для Тянь-Шаня, представляются сильно преувеличенными. В настоящее время мы еще не можем привести количественные данные, характеризующие величину твердого стока этих временных потоков. Однако наши наблюдения позволяют считать временные потоки достаточно мощным фактором перемещения и выноса обломочных масс на склонах высокогорной зоны.

\* \* \*

Совершенно особую категорию явлений высоких гор представляют катастрофические мощные сели. Выделение селей в особую категорию явлений обуславливается, во-первых, экстре-

ординарностью масштаба явления и, во-вторых, внезапностью и эпизодичностью его проявления. Одну из специфических форм явления этой категории представляют высокогорные сели Тянь-Шаня. Характерная особенность последних, отличающая их от селей других горных стран, например Кавказа, заключается в том, что они зарождаются только в ярусе ледниково-высокогорного рельефа, и в формировании их наносов участвуют главным образом древнеледниковые отложения.

Наши наблюдения над современным распространением высокогорных селей в Тянь-Шане (Заилийский Ала-Тау, Кунгей-и Терской-Ала-Тау), изучение главнейших очагов их формирования и областей аккумуляции селевых наносов, а также общие выводы гляциально-морфологических исследований, привели нас к заключению, что высокогорные сели Тянь-Шаня представляют собой закономерное явление определенной фазы развития рельефа высокох гор.

Наиболее общие закономерности развития селей Тянь-Шаня заключаются, по нашему мнению, в следующем.

1. Формирование первичных потенциальных очагов селей относится по времени, в основном, к последней фазе общего угасания оледенения в Тянь-Шане и приурочено к циркам и карам верховьев боковых долин гидрографических бассейнов.

2. Интенсивное развитие селевых явлений относится ко времени резкого регресса оледенения. Главным импульсом для этого явилось развитие процессов эрозионного врезывания, исходившее от местных базисов эрозии главных долин, освобождавшихся от ледника, и проникавшее в область аккумуляции ледниковых отложений.

3. Развитие селевых явлений представляло собой одновременно и начало ликвидации их главнейших первичных очагов зарождения, а следовательно, и начало угасания явлений как таковых. Таким образом, в Тянь-Шане селевые явления ледниково-высокогорного типа (вне областей современного оледенения) находятся в более или менее далеко продвинувшейся фазе угасания сравнительно с их прежним мощным развитием, оставившим свои следы в виде огромных старых, часто заросших пролювиальных конусов.

4. Продвижение новейшего цикла эрозии по главным долинам явилось новым импульсом для усиления эрозионных процессов в боковых долинах, в свою очередь вызвавших преобразование селевых явлений и переход угасающей ледниково-высокогорной формы, утратившей свой основной генетический признак (возникновение в рыхлых толщах, образованных жизнедеятельностью ледников в горных цирках и карах), в новую

форму. Эта форма характеризуется уже иным основным генетическим признаком, а именно возникновением, преимущественно в толщах пролювиальных наносов, т. е. в области самого канала стока и конуса выноса, селя первой формы.

Врезывание главных рытвин стока селей в старые пролювиальные конусы и образование современных пролювиальных вееров, приуроченных к более низким гипсометрическим уровням, именно и связано с описанным ходом событий. Указанные современные пролювиальные веера позволяют нам судить о масштабе и характере селевых явлений в этой новой форме их существования.

Таким образом, намечается своеобразный путь развития ледниково-высокогорных селей, состоящий из следующих трех фаз: 1) формирование их потенциальных очагов, связанных с угасанием оледенения; 2) рождение-угасание ледниково-высокогорных селей; 3) их преобразование.

Последняя фаза развития селей, характеризующаяся наиболее широким распространением в высокогорных областях Тянь-Шаня, и, насколько нам известно, не привлекавшая внимание исследователей, представляет особый интерес в качестве объекта практического изучения.

Изложенные выше в краткой форме результаты исследований некоторых современных процессов сноса и отложения продуктов выветривания в горах Тянь-Шаня показывают, по нашему мнению, плодотворность стационарных исследований, давших, несмотря на их относительную кратковременность, богатый фактический материал для более обоснованных суждений по достаточно широкому кругу вопросов в пределах данной проблемы.

Мы полагаем даже, что уже только одно то обстоятельство, что в условиях станции исследователь имеет возможность проводить свои работы в горах в течение всех сезонов года и непосредственно наблюдать многообразные формы проявления природных процессов, является до некоторой степени залогом успеха.

Наши работы мы рассматриваем лишь как первый опыт стационарного изучения современных процессов сноса и отложения продуктов выветривания в высоких горах. Для того чтобы иметь возможность удовлетворить все возрастающие запросы практики, необходимо широкое развертывание стационарных исследований современных экзогенных геоморфологических процессов в различных горных районах нашей обширной Родины. Только в процессе выполнения этих исследований можно выработать действенные методы наблюдений и получить необходимые данные, отвечающие запросам современной практики.

ЛИТЕРАТУРА

- А в с ю к Г. А. О некоторых вопросах гляциологии. «Проблемы физ. географии», т. 13. М.—Л., АН СССР, 1948.
- А в с ю к Г. А. Тяньшанская высокогорная физико-географическая станция Института географии АН СССР. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1951, № 5.
- Г е р а с и м о в И. П. О движении почвенно-грунтовых масс на склонах. «Почвоведение», 1941, № 7—8.
- И в е р о н о в а М. И. Каменные глетчеры северного Тянь-Шаня. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 45 (Работы Тяньшанской физ.-геогр. станции, вып. 1). М.—Л., 1950а.
- И в е р о н о в а М. И. О закономерностях развития селей гляциально-высокогорного пояса Тянь-Шаня. Там же, 1950б.
- И в е р о н о в а М. И. О постановке работ по изучению сноса и отложений на Тяньшанской станции Института географии АН СССР. «Проблемы физ. географии», т. 16. М.—Л., 1951.
- И в е р о н о в а М. И. Процессы формирования современных морен в Тянь-Шане. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 49 (Работы Тяньшанской физ.-геогр. станции, вып. 2). М., 1952.
- И в е р о н о в а М. И. О камнепадах в Тянь-Шане. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 56 (Работы Тяньшанской физ.-геогр. станции, вып. 3). М., 1953.
- К р а с н о в А. И. Опыт истории развития флоры Восточного Тянь-Шаня. «Зап. Русск. геогр. об-ва по общей геогр.», 1888, т. 19.
- М а р к о в К. К. О форме и происхождении морен в горах. «Уч. зап. Моск. гос. ун-та», вып. 119. География, кн. 2. М., 1946.
- Н и к о л а е в Н. И. Генетические типы новейших континентальных отложений. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы», отд. геол., 1946, № 4.
- Н и к о л а е в Н. И. Опыт построения генетической классификации экзогенных физико-геологических процессов. «Тр. Ком. по изуч. четверт. периода», т. 7, вып. 1. М.—Л., АН СССР, 1948.
- С о к о л о в С. И. Почвы бассейна Малой Алматинки и опасность грязекаменных потоков. «Изв. АН Казахской ССР», сер. почв., 1946, № 3(28).
- H e i m A. Bergsturz und Menschenleben. «Beiblatt zur Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich», 1932, № 2.
- P e n k W. Die morphologische Analyse. Stuttgart, 1924. (Geogr. Abhandlungen. Reihe 2, Heft 2).
- S t i n y S. Die geologischen Grundlagen der Vorbannung der Geschieberherde in Gewässern. Wien, 1931.

---

*М. И. Ивернова*

## СНЕЖНЫЕ ОБВАЛЫ В ТЕРСКОЙ-АЛА-ТАУ

В практике хозяйственного освоения горных территорий неминуемо приходится сталкиваться с многообразными природными явлениями, происходящими в высокогорной зоне и часто носящими разрушительный, а иногда и катастрофический характер. К последним, в частности, относятся лавины, или снежные обвалы, представляющие собой одно из наиболее типичных природных явлений высоких гор. Как известно, лавинами или снежными обвалами называются массы снега, соскальзывающие по наклонной поверхности. В зависимости от морфологии подстилающей поверхности, по которой движутся снежные массы, выделяются три типа лавин: снежные оползни, лотковые и прыгающие лавины.

Снежным оползнем называется соскальзывание снега по сравнительно крутой поверхности склона вне строго определенного русла. Лотковая лавина движется по строго фиксированному руслу, образуя у его конца конус выноса лавинного снега, и, наконец, прыгающая лавина образуется при наличии на пути движения снега отвесных уступов. В этом случае снежные массы низвергаются с уступов со скоростью, приближающейся к скорости свободного падения, и сила удара лавины, при прочих равных условиях, достигает своего максимального значения.

По состоянию снега в снежном обвале различают сухие, влажные и мокрые лавины. Кроме того, лавины подразделяются по морфологии бассейнов их питания и по типам снега<sup>1</sup>.

Благодаря систематическим стационарным исследованиям последних лет, проведенным Г. К. Тушинским и группой его сотрудников, многие вопросы, касающиеся причин образования лавин, метаморфозы снежной толщи (изменения ее механических свойств, формирования лавинообразующих горизонтов скольжения), прогноза наступления лавиноопасных периодов и, наконец, методов исследования снежных обвалов, получили

<sup>1</sup> Классификация лавин дана по Г. К. Тушинскому (1949).

детальное и всестороннее освещение. Однако исследования Г. К. Тушинского относятся в основном к Хибинам и отчасти Кавказу и не затрагивают обширных горных территорий Средней Азии, необычайно разнообразных как по характеру рельефа, так и по климатическим условиям. В отдельных районах этих горных сооружений распределение и режим лавин могут быть очень специфичны. В то же время в научной литературе, посвященной снежным обвалам, полностью отсутствуют какие-либо сведения о лавинах в горах Средней Азии. В связи с этим, а также в связи с большим практическим значением вопроса о лавинах, мы считаем возможным и своевременным изложить результаты наших наблюдений над снежными обвалами на северном склоне хребта Терской-Ала-Тау в пределах территории Тяньшанской физико-географической станции Института географии АН СССР, полученные нами попутно с другими исследованиями.

Наши наблюдения, проводившиеся в течение трех зимних сезонов (1949—1952 гг.), позволяют отметить следующие характерные черты лавин в Терской-Ала-Тау.

1. В пределах верхних вертикальных поясов гор лавиноопасными являются склоны восточной, западной и особенно северной экспозиций. Склоны южных румбов в лавинном отношении, как правило, не опасны. Зимние тропы в горах прокладываются, по возможности, вдоль подножья этих склонов; ими пользуются без перерыва в течение осени, зимы и весны.

2. Падение лавин осенью и зимой обычно не наблюдается. Опасными месяцами в отношении падения снежных обвалов в высокогорье являются март и апрель, а в ледниково-высокогорной (альпийской) зоне, кроме того, май. В этот период верхние скальные участки склонов освобождаются от снега посредством лавин; подобная разгрузка склонов от снега является самым обычным естественным процессом. Выше фирновой линии, в области вечного снега, лавины падают нередко и летом и являются, таким образом, дополнительным источником питания тяньшанских ледников.

3. В Терской-Ала-Тау можно наблюдать все три типа лавин — снежные оползни, лотковые и прыгающие лавины; однако наиболее распространены два последних типа, снежные же оползни хотя и наблюдаются, но сравнительно редки. Лотковые и прыгающие лавины скатываются почти ежегодно одними и теми же, строго определенными путями; разница от года к году заключается главным образом в объеме лавин. Сборными бассейнами лавинного снега является всякая полая форма, образовавшаяся тем или иным путем в пределах верхней скальной

части склона (кар, ниша отрыва обвала, эрозионная воронка), при этом объем и режим лавины в значительной степени зависят от площади и топографии ее лавиносбора.

4. Наиболее опасны прыгающие лавины, падающие из разрушенных эрозией каров, у которых устьевые ступени прорезаны водотоком и вниз по склону протягиваются эрозионные врезы, обычно оканчивающиеся на дне долины обширным конусом аккумуляции обломочных масс (фиг. 1). В этом случае лавины имеют сравнительно большой снегосборный бассейн (площадью в 80—100 га), а уклоны эрозионных врезов, по которым спускаются лавины, очень круты и на отдельных отрезках часто представляют собой отвесные уступы.

5. Объемы обычных лотковых и прыгающих лавин сравнительно невелики — порядка 100—20 000 м<sup>3</sup>, причем снежные массы обвала, как правило, не доходят до дна долины, а останавливаются на ее склоне. Объемы конусов лавинного снега, накопившегося в результате ряда снежных обвалов, часто достигают размеров 30 000 и даже 50 000 м<sup>3</sup>. Лавины, падающие из разрушенных эрозией каров, почти ежегодно достигают дна долины, а если долина узка, то нередко перебрасываются и на ее противоположный склон. Объемы таких лавин могут достигать нескольких сотен тысяч куб. метров; их падение часто сопровождается воздушной волной.

Интересно отметить особые формы рельефа, возникающие в связи с падением этих самых опасных лавин. В высокогорных долинах Терской-Ала-Тау довольно часто можно наблюдать конусы аккумуляции обломочных масс, как бы прорезанные горным потоком, текущим по дну долины (фиг. 2). Конусы эти, расположенные под хорошо развитыми, но разрушенными эрозией карами, спускаются с одного какого-либо склона долины на ее дно, разрезаются здесь рекой и оканчиваются на противоположном берегу реки в виде асимметричного вала. Вал спускается к реке крутым откосом, сложением осыпавшимся обломочным материалом; противоположный склон вала пологий.

Массы лавинного снега, падающие из каров, обычно переполнены обломочным материалом. Так, например, по нашим наблюдениям, лавина, упавшая 29 апреля 1951 г., вынесла на дно долины примерно около 2500 м<sup>3</sup> обломочного материала. Лавинный снег, отлагаясь на дне долины, заполняет собою также и все русло реки. После кратковременного подпруживания река пробивает тоннель в толще лавинного снега и над нею образуется снежный мост, сохраняющийся часто до середины лета (иногда вплоть до конца июля). В процессе таяния снежных масс, образующих мост, обломочный материал, включенный



Фиг. 1. Разрушенный эрозией кар — снегосборный бассейн, наиболее опасный в лавинном отношении.

в толщу лавинного снега, понемногу падает в русло реки и уносится последней. Обломочный же материал, вытаивающий на дне долины, остается на месте, постепенно накапливаясь по мере схода лавин и образуя на противоположном берегу реки

отмеченный выше вал. Возникновение крутого откоса объясняется тем, что при вытаивании снега обломочный материал, лишенный опоры со стороны русла реки, располагается под углом естественного откоса. Руководствуясь описанными формами рельефа, летом можно очень надежно наметить наиболее опасные в лавинном отношении участки долин.

6. Как уже было отмечено выше, падение лавин в высокогорной зоне Терской-Ала-Тау наблюдается, главным образом,



Фиг. 2. Формы рельефа, образованные на дне долины в связи с падением крупных лавин.

в марте и апреле. Их грохот возвещает в горах приход весны. Поэтому и снег, создающий лавины, находится преимущественно во влажном или мокром состоянии. Состояние снега отражается на характере движения лавин. Мокрая лавина подобна потоку вязкой жидкости, она устремляется вниз не распыляясь. Ее движение неоднородно: скольжение, течение, перекачивание, падение сменяют друг друга. Снежные массы соскальзывают с крутых скалистых стен лавиносбора, текут по дну канала стока, срываются каскадами с отвесных уступов и, выйдя из пределов скал, сравнительно медленно, несколько растекаясь, движутся вниз по склону. За пределами скал скорость движения лавины не превышает обычно 1—2 м/сек.

Отложения лавинного снега представляют обычно крутобокие, часто разветвленные лопасти или конусы (фиг. 3 и 4). В зависимости от топографии лавиносбора разгрузка его от снега совершается или одновременно, или по частям. Последнее имеет место при достаточно сложном рельефе лавиносбора. В этом случае последовательно накапливающиеся отложения снежных



Фиг. 3. Отложения лавинного снега в виде лопасти.

обвалов, накладываясь друг на друга, образуют сложные многоярусные формы (см. фиг. 3). Поверхность лавинных отложений неровная — вытянутые вниз по склону мощные бугры чередуются с неглубокими понижениями. Лавинные отложения состоят из многочисленных комьев снега самых разнообразных размеров (фиг. 5). Так, например, в одной из обследованных нами лавин комья, приближающиеся по форме к шарообразной, имели следующие диаметры: максимальный 1,8 м, средний 0,7 м, наименьший 0,15 м. Плотность снега, слагавшего комья, равнялась 0,65; плотность лавинного снега, не сбитого в комья, — 0,42.

Как известно, основными факторами, влияющими на возникновение и режим лавин, являются рельеф, климатические условия данного конкретного горного района и процесс

перекристаллизации снежной толщи, при котором возникают лавиноопасные горизонты разрыхления.

Рельеф северного склона хребта Терской-Ала-Тау благоприятствует возникновению снежных обвалов (фиг. 6). Большие



Фиг. 4. Отложения лавинного снега в виде конуса.

относительные превышения гребней над долинами, значительная крутизна склонов, наличие в верхних скальных участках склонов полых форм, в которых скапливается снег, и, наконец, множество крутопадающих коррозионно-эрозионных борозд, изрезающих склоны, являются факторами, способствующими возникновению лавин главным образом лоткового типа.

Полые формы в верхних скальных участках склонов имеют разный генезис. Они представляют собой или сохранившиеся в какой-то степени кары, или ниши отрыва горных обвалов, или эрозионные формы — водосборные бассейны, имеющие вид полуворонок или чаш, по поверхности которых радиально расходятся рывины стока временных потоков, и, наконец, что бывает чаще всего, эти полые формы могут иметь смешанное



Фиг. 5. Деталь отложений мокрой лавины.

происхождение. Наиболее опасными формами в лавинном отношении являются разрушенные эрозией кары.

Большое развитие прыгающих лавин в Терской-Ала-Тау объясняется довольно хорошей сохранностью древних уровней (плечей трогов), узкие отрезки которых протягиваются иногда на большое расстояние вдоль бортов высокогорных долин. Сравнительно малое распространение снежных оползней объясняется, повидимому, тем обстоятельством, что к ярусу высокогорного рельефа на северном склоне Терской-Ала-Тау приурочен пояс елового леса. Лес растет здесь на склонах северных, восточных и западных румбов, т. е. на склонах, вообще говоря, самых опасных в отношении возникновения лавин, и препятствует образованию снежных оползней.

К особенностям климата центральной части северного склона хребта Терскей-Ала-Тау, влияющим на возникновение и режим лавин, относятся прежде всего количество и характер выпадения



Фиг. 6. Участок лавиноопасного склона высокогорной долины

осадков. На последнее обстоятельство, насколько нам известно, исследователи обращают сравнительно мало внимания, а между тем для возникновения лавин характер выпадения осадков имеет, как нам представляется, первостепенное значение, особенно в горах, расположенных на юге нашей страны. Терскей-Ала-Тау, так же как Центральный Тянь-Шань и восточный Памир, как известно, относится к горным областям Средней Азии, где преобладают летние осадки. Общее количество осадков, выпадающих в Терскей-Ала-Тау в осенне-зимний холодный период года (с ноября по март), невелико и составляет 12—20% го-

довых осадков, причем количество одновременно выпадающих твердых осадков зимой (декабрь — февраль) в горах также очень незначительно. Так, например, одновременное выпадение осадков в количестве  $> 5$  мм (в слое воды) представляет редкое явление.

Ветры в горах — горно-долинные, дующие вдоль долин. Они имеют резко выраженный суточный ход. В холодное время суток ветер дует с ледников вниз по долине, в теплое — снизу вверх, причем преобладает направление нисходящего ветра южных румбов. Скорости ветра умеренные; дни с метелями представляют сравнительно редкое явление, дни же с сильным ветром не наблюдались совсем. Данные метеорологических станций, расположенных на дне долин, естественно, не отражают действительного направления воздушных потоков над гребнем гор. Картирование снежных карнизов, которое мы производили зимой 1950/51 г., показало, что над гребнем гор преобладают также ветры южных румбов, не достигающие, однако, большой силы. Образование мощных снежных карнизов в высокогорье нами не наблюдалось. Относительно мощные карнизы можно встретить лишь в ледниково-высокогорной зоне на водораздельном гребне Терской-Ала-Тау. Таким образом, режим ветров на Терской-Ала-Тау не является особенно существенным фактором формирования лавин.

Для возникновения лавин большое значение имеют оттепели среди зимы. В Терской-Ала-Тау оттепели зимой очень редки. В течение зимних месяцев наблюдаются лишь отдельные дни (3—4 дня в месяц), когда температура воздуха (по максимальному термометру) в светлую часть суток поднимается выше  $0^{\circ}$ . Глубоких же оттепелей, продолжающихся в течение нескольких суток, или хотя бы в течение целого дня, и повышающих среднюю суточную температуру воздуха выше  $0^{\circ}$ , в горах отмечено не было. Первые весенние оттепели появляются в начале марта; в этом же месяце значительно увеличивается количество выпадающих осадков.

Снежный покров в горах ложится осенью на незамерзшую почву, но так как нарастание толщины снежного покрова происходит очень медленно (в связи с малым количеством зимних осадков и характером их выпадения — малыми дозами), то уже к началу зимы температура поверхности почвы становится отрицательной. Несмотря на это, в течение зимы наблюдаются сравнительно большие разности температур между поверхностью снега и поверхностью почвы (см. табл.).

Как известно, одним из основных факторов, приводящих к процессу перекристаллизации снежной толщи, является

Разница температур между поверхностью снега и поверхностью почвы  
в 7 часов утра на дне высокогорной долины (1950/51 г.)

Дата	Высота снежного покрова в см	Температура поверхности снега в °Ц	Температура поверхности почвы в °Ц	Разность температур
4 декабря . . . . .	15,0	-18,0	-3,2	14,8
12 » . . . . .	17,0	-19,7	-4,6	15,1
14 » . . . . .	23,0	-28,4	-3,9	24,5
5 января . . . . .	32,0	-20,6	-4,3	16,3
9 » . . . . .	32,0	-25,6	-4,7	20,9
10 » . . . . .	32,0	-9,5	-4,1	5,4
17 февраля . . . . .	33,0	-13,0	-4,4	8,6
18 » . . . . .	33,0	-9,5	-3,3	6,2
26 » . . . . .	41,0	-19,7	-3,8	15,9
27 » . . . . .	41,0	-24,0	-3,8	20,2
12 марта . . . . .	39,0	-16,0	-3,5	12,5

перепад температур, вызывающий миграцию водяного пара из более теплых горизонтов в более холодные. В связи со сравнительно небольшой мощностью снежного покрова и значительными перепадами давления водяного пара внутри снежной толщи, последняя очень быстро фирнизируется и перерождается в лавиноопасный горизонт разрыхления. По нашим наблюдениям зимой 1950/51 г., хорошо развитый и сравнительно мощный (10—12 см) горизонт глубинного инея образуется уже ко второй половине января, причем размеры отдельных кристаллов глубинного инея достигают 10 мм. В конце января в высокогорье снежная толща на дне долины характеризуется следующим разрезом (снизу вверх): на поверхности почвы располагается глубинный иней, выше следуют горизонты зернистого фирна, обычно прикрытые сверху тонким слоем свежесвыпавшего снега. Размеры зерен фирна хотя и уменьшаются к поверхности снега (крупнозернистый фирн сменяется среднезернистым, а затем мелкозернистым), но границы между горизонтами нечеткие, переходы постепенные.

Характерной особенностью снежной толщи являются необыкновенная рыхлость, сухость, сыпучесть всех фирнизированных горизонтов снега, особенно горизонта глубинного инея. Из сухой рассыпающейся толщи снега очень трудно вырезать образец какой-либо формы. Пользование снежным буром в связи с этим исключается.

Второй характерной особенностью снежного покрова гор в период зимы является отсутствие корок и наста. Последний

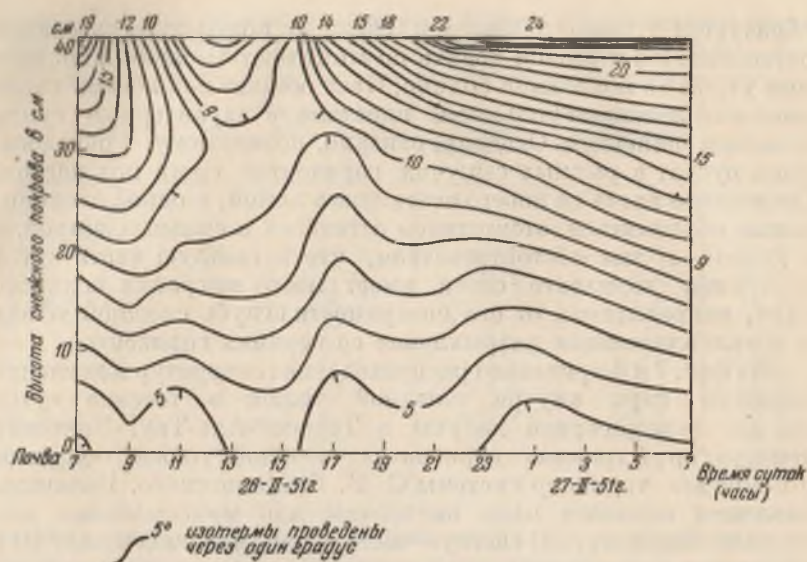
образуется только в марте в связи с появлением весенних оттепелей. Но и весной ходить по этому насту можно лишь ранним утром до появления солнца. Наст оседает под ногами пешехода или лыжника большими пластами с характерным гулом и легким шипением. Оседание связано, повидимому, с образованием пустот в рыхлых сыпучих горизонтах снега под настом. Отсутствие наста на поверхности снега зимой, с одной стороны, может объясняться отсутствием оттепелей и сильных ветров, а с другой и тем обстоятельством, что в светлую часть суток в верхнем горизонте снега имеет место миграция водяного пара, направленная от его поверхности вглубь снежной толщи и обуславливающая разрыхление ее верхних горизонтов.

На фиг. 7 и 8 приведено распределение температур и давления водяного пара внутри снежной толщи в течение суток на дне высокогорной долины в Терской-Ала-Тау. Значения температур в разных горизонтах снежной толщи получены с помощью термопар системы С. В. Шимановского. Величины давления водяного пара вычислены как максимальные для данных температур. В светлую часть суток, в период между 10 и 16 часами, распределение температур в верхнем горизонте снежной толщи (12 см) меняется на обратное, и верхние горизонты снега становятся теплее нижележащих. Соответственно изменяется и направление миграции водяного пара.

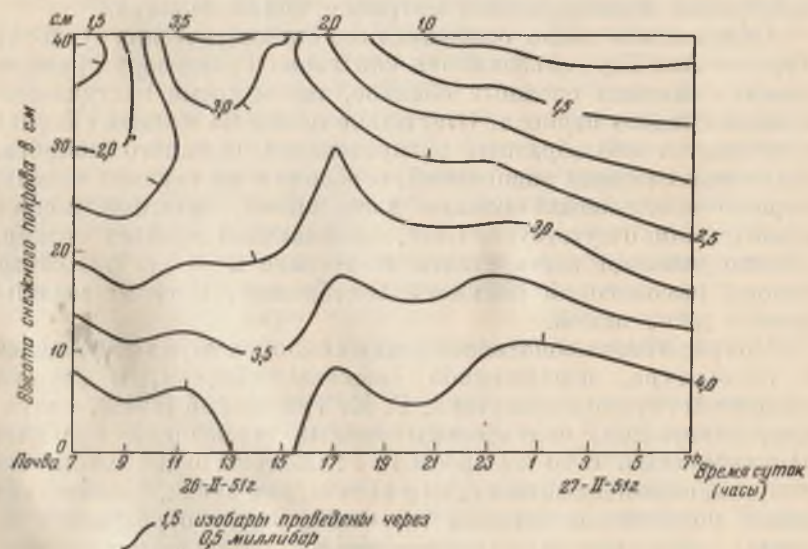
Описанными выше особенностями климатических условий Терской-Ала-Тау объясняются как характерные черты распределения местных снежных обвалов, так и время наступления лавиноопасного периода. Отсутствие лавин на южных склонах объясняется своеобразием распределения снежного покрова. На склонах южных экспозиций, особенно в их верхних частях, хорошо освещаемых солнцем даже зимой, снежный покров практически отсутствует. Снег, выпадающий малыми дозами, обычно успевает здесь стоять в течение 2—3 дней. Южные склоны высокогорий являются пастбищами, которые используются даже зимой.

Вопрос о лавиноопасности южных склонов не раз обсуждался в литературе, посвященной снежным обвалам, и служил предметом горячих дискуссий. Г. К. Тушинский (1949), например, утверждал, что «склоны южных экспозиций наиболее лавиноопасны». В то же время Г. Г. Саатчян писал о том, что «склоны, обращенные на юг, юго-восток, юго-запад, значительно менее подвержены завалам ..., чем склоны, обращенные на север, северо-восток и северо-запад»<sup>1</sup>. Нам представляется

<sup>1</sup> См. Г. К. Тушинский (1949).



Фиг. 7. Распределение температур внутри снежной толщи на дне высокогорной долины в течение суток.



Фиг. 8. Распределение давления водяного пара внутри снежной толщи на дне высокогорной долины в течение суток.

неправильным решать этот вопрос в общей форме. Лавиноопасность южных склонов, как это подтверждают и наши наблюдения, зависит от конкретных местных физико-географических условий.

Отсутствие лавин осенью и зимой также объясняется своеобразием накопления снежного покрова. К концу февраля мощность снежного покрова еще такова, что и при наличии в снежной толще слоя глубинного инея в уже созревшем состоянии малая нагрузка вышележащих горизонтов не вызывает падения лавин даже на крутых склонах.

Важнейшим признаком наступления лавиноопасного периода в Терской-Ала-Тау являются интенсификация и значительное увеличение количества выпадающих твердых осадков с одновременным появлением систематических оттепелей. Эти условия возникают в первых числах марта. Именно к этому периоду и приурочено начало систематического схода лавин. Массовое падение снежных обвалов происходит в период интенсивного таяния снежного покрова.

В апреле 1952 г. в высокогорье мы наблюдали падение в течение нескольких часов 14 лавин на небольшом отрезке долины. Эти лавины, в связи с отсутствием погребенных корок и паста, вовлекают в движение всю толщу снега на данном участке склона, захватывают с собой частично грунт и все, что встречается на их пути: обломки горных пород, землю, сучья, стволы деревьев и т. д. Отложения этих лавин имеют поэтому обычно грязносерый цвет.

В этой связи нельзя не отметить, что снежные обвалы в горах представляют широко распространенную и очень мощную форму сноса продуктов выветривания горных пород, действие которой, однако, часто недооценивается. По нашим подсчетам отдельные лавины средних размеров, объемом 30 000—40 000 м<sup>3</sup>, выносят в среднем около 200 т различного материала. Даже маленькие лавины, объемом 1000—5000 м<sup>3</sup>, переносят по несколько тонн земли и камней. Как уже отмечалось выше, лавина большого размера, объемом 200 000 м<sup>3</sup>, упавшая из разрушенного эрозией кара, одновременно вынесла несколько тысяч тонн обломочного материала. По вычислениям П. Мужена (Mougin, 1923) общий объем перенесенного лавинами материала в долинах Савои в течение четырех лет составил 43 430 м<sup>3</sup>. Как показывают приведенные цифры, лавинная денудация в горах играет значительную геологическую роль, которую трудно переоценить.

Что касается рельефообразующей роли снежных обвалов, то в этом отношении произведено еще сравнительно мало наблюдений. Совершенно несомненно участие лавинной денудации



Фиг. 9. Гирлянды камней на поверхности конуса выноса, образовавшиеся в связи с лавинами.

в образовании многочисленных борозд, пересекающих склоны в пределах высокогорья, а также конусов аккумуляции обломочных масс, опоясывающих сплошным шлейфом подножья склонов.

Интересно отметить некоторые детали поверхности конусов аккумуляции, встреченных нами в Терской-Ала-Тау, с несомненностью указывающие на то, что на них располагались от-

ложения лавинного снега. Гирлянды сравнительно крупных обломков пересекают причудливым узором поверхность конуса (фиг. 9). Они образуются в результате вытаивания обломков горных пород из снежной массы и фиксируют контур лавинных отложений. На тех конусах выноса, по которым ежегодно проходят лавины, ежегодно же меняется и контур этих каменных гирлянд. Формы рельефа, создаваемые лавинами на днищах долин, мы описывали выше. Г. К. Тушинский (1949) описывает характерные формы, создаваемые лавинами у крутых стенок каров, напоминающие своим внешним видом валы конечных морен, а также гряды, прислоненные к подошве склонов долин (псевдобокковые морены), возникающие при сдвигах больших участков мокрой снежной толщи вниз по склону. Эти формы в Терской-Ала-Тау, однако, нами не наблюдались.

При изучении современных процессов в горах недоучет морфологической роли лавин может привести геоморфолога к неверным заключениям. Мы полагаем поэтому, что исследование лавин с этой точки зрения очень интересно и должно быть в центре внимания геоморфологов, изучающих современное развитие рельефа гор.

Тщательный анализ метеорологической обстановки и изучение картографического материала отдельных горных районов могут, по нашему мнению, дать географу необходимый исходный материал для районирования (в первом приближении) горной территории Средней Азии в лавиноопасном отношении. Подобное районирование, как нам представляется, было бы чрезвычайно своевременным и отвечающим насущным запросам современной практики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- И в е р о н о в а М. И. О работах по изучению снежного покрова на Тяньшанской физико-географической станции. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 56, М., 1953 (Работы Тяньшанской физ.-геогр. станции, вып. 3).
- Т у ш и н с к и й Г. К. Лавины. М., 1949.
- Т у ш и н с к и й Г. К. Эволюция снежной толщи. Сб. «Вопросы географии», 24, М., 1941.
- М о u g i n P. Les avalanches en Savoie. «Etudes glaciologiques», 4, Paris, 1923 (1922).

*М. А. Глазовская*

## ОСОБЕННОСТИ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ВО ВНУТРЕННЕМ ТЯНЬ-ШАНЕ

Особенности природы внутреннего Тянь-Шаня и сходство ее с природой горных стран Центральной Азии обуславливают специфику современных процессов выветривания и почвообразования. Рассмотрим наиболее существенные особенности этих процессов в различных ландшафтных комплексах. Эти комплексы представлены следующими главными типами: 1) области современного оледенения; 2) сыртовые равнины; 3) склоны горных хребтов с хорошо выраженной сменой вертикальных ландшафтных поясов; 4) межгорные впадины.

Литература о почвах внутреннего Тянь-Шаня весьма скудна, а мнения о принадлежности почв к тому или иному генетическому типу весьма разноречивы. Наиболее ранние сведения о почвах внутреннего Тянь-Шаня сообщает А. Н. Краснов (1888). Он отмечает развитие в Иссыккульской впадине светлобурых лёссовидных малогумусных почв и «периодических солонцов». На западном побережье Иссык-Куля А. Н. Краснов описывает каменистые и галечниковые пустыни.

После значительного перерыва — в двадцать лет — почвы межгорных впадин Тянь-Шаня изучаются Л. И. Прасоловым (1909). При классификации почв межгорных долин Тянь-Шаня Л. И. Прасолов объединяет почвы наиболее сухих и низких долин с почвами подгорных равнин — светлобурыми почвами (или сероземами) и светлокаштановыми почвами. Почвы более высоких и лучше увлажненных долин, лежащие в субальпийском поясе, не имеют аналогов на равнинах и представлены особыми темнобурыми и черноземовидными почвами. Темнокаштановых почв, так же как и настоящих черноземов, Л. И. Прасолов в Центральном Тянь-Шане не выделяет.

Для почв еловых лесов Тянь-Шаня Л. И. Прасолов отмечает темную окраску и отсутствие признаков оподзоленности. Он называет их черноземовидными.

Почти одновременно с Л. И. Прасоловым долины и сырты Центрального Тянь-Шаня пересек А. И. Безсонов (1914). Почвы большинства котловин Центрального Тянь-Шаня Безсонов относит к светлобурым почвам, аналогичным почвам Семиречья. Лишь для долины Ат-Баши и ее притоков А. И. Безсонов отмечает особые почвы, сходные с сероземами Ферганы.

Позднее А. И. Безсонов (1916) обследует почвы бассейнов рек Сусамыра и Каракола. Здесь он выделяет черноземовидные горнолуговые почвы, черноземы и «светлые рыхловатые почвы» под однообразной сухой степью без признаков сероземообразования.

Почвы еловых лесов внутреннего Тянь-Шаня были исследованы Н. Н. Дзенс-Литовской (1933) в бассейнах рек Большого Кемина и Джумгола. Ею выделяются темноцветные почвы, выщелоченные, но без признаков оподзоливания, а на продуктах выветривания известняков — перегнойно-карбонатные почвы.

О почвах холодных высокогорных пустынь Центрального Тянь-Шаня имеются сведения в работе Д. Кашкарова, А. Жукова и К. Станюковича (1935). Они указывают на малую гумусность и высокую карбонатность этих почв.

Вопрос о классификации почв Центрального Тянь-Шаня обсуждался Р. И. Аболиным (1936). В отличие от Л. И. Прасолова и А. И. Безсонова, он предлагает объединить почвы сухих внутренних высоких долин Тянь-Шаня с сероземами и каштановыми почвами, но выделить в пределах этих типов почвы различных тепловых поясов.

Значительно позднее Ф. А. Поповым (1949) была произведена группировка пустынно-степных и степных почв Центрального Тянь-Шаня. При почвенно-географическом районировании Киргизии он называет почвы межгорных впадин сероземовидными, каштановидными и черноземовидными в отличие от сероземов, каштановых почв и черноземов подгорных равнин. В более поздней работе, специально посвященной почвам Иссыккульской впадины, Ф. А. Попов (1949) называет их черноземами, каштановыми и сероземами и таким образом не отличает их от почв равнин.

Приведенные материалы показывают, что единого, строго установившегося мнения о природе пустынных, степных и горностепных почв Тянь-Шаня до сих пор нет.

Ниже мы сообщаем основные выводы из наших многолетних исследований процессов выветривания и почвообразования во внутреннем Тянь-Шане, подробные результаты которых изложены в ряде специальных статей.

### Выветривание и образование рыхлых наносов в области современного оледенения

Нивальные области внутреннего Тянь-Шаня по характеру процессов выветривания и степени заселенности организмами можно разделить на два пояса. Верхний пояс располагается на абсолютной высоте свыше 4200 м. Поверхности обнаженных от снега и льда скал покрыты в этом поясе различными по характеру пленками высокогорного загара. Мхи и лишайники отсутствуют, но, как показали наши исследования, поверхность скал населена комплексом микроорганизмов: водорослями, бактериями, грибами и актиномицетами (Глазовская, 1950а,б).

Нижний пояс располагается на высоте 3500—4200 м. Поверхность скал в этом поясе наряду с микроорганизмами заселяют литофильные лишайники, мхи, а в местах скопления мелкозема появляются единичные альпийские высшие растения или их группы. Заселенность скал нивального пояса микроорганизмами свойственна не только внутреннему Тянь-Шаню, но также Кавказу (Красильников, 1949), Памиру (Таусон, 1950) и ряду других мест.

География этой высокогорной микрофлоры и тем более ее роль в процессах выветривания еще недостаточно изучены. Нам представляется, что чем южнее расположен хребет и чем континентальнее климат, тем более благоприятны условия для проявления жизнедеятельности микроорганизмов в нивальном поясе, так как в этом случае повышается радиация и улучшаются условия нагревания поверхности скал.

Наряду с термическим выветриванием, в присутствии и при участии комплекса микроорганизмов, происходят процессы глубокого изменения минералогического и химического составов выветривающихся пород. Микроорганизмы, обитающие на скалах, могут использовать в качестве источников жизненно необходимых элементов различные первичные минералы, разрушая их своими выделениями. Активная роль в разрушении минералов принадлежит обитающим на скалах особым силикатным бактериям, выделяющим большое количество слизи, близким к роду *Megatherium*. Подобные же бактерии были выделены из почв и описаны В. Г. Александровым и Г. А. Заком (1950). Еще более интенсивно разрушает минералы найденный на скалах в нивальном поясе гриб рода *Penicillium*, выделяющий в процессе жизни различные темноокрашенные органические кислоты.

В нивальном поясе разрушение первичных минералов сопровождается образованием кальцита, вторичных глинных минералов и аморфных соединений кремнезема.

Образование вторичных минералов и миграция легкоподвижных продуктов выветривания также регулируются жизнедеятельностью микроорганизмов.

Наиболее активная роль в процессах аккумуляции подвижных продуктов выветривания принадлежит водорослям: зеленые и синезеленые водоросли, населяющие выветрелые корочки, в процессе своей жизнедеятельности способствуют выделению из растворов углекислого кальция и образованию различных форм кальцита; некоторые зеленые водоросли аккумулируют в своих телах железо и участвуют в образовании железо-марганцевых корок высокогорного загара. В процессе выветривания происходит накопление в продуктах выветривания органических углерода и азота, представленных телами микроорганизмов и продуктами их жизнедеятельности и разложения. Продукты их разложения представляют собой органические кислоты, по некоторым свойствам аналогичные фракциям гуминовых кислот и фульвокислот почвенного гумуса.

В результате жизнедеятельности комплекса микроорганизмов, лишайников и мхов, населяющих поверхность скал, образуются рыхлые мелкоземистые продукты выветривания, обогащенные наряду с органогенными элементами (фосфором, серой, азотом) органо-железистыми соединениями и карбонатами кальция. Сохранение карбонатов кальция как в остаточных, так и в аккумулятивных продуктах выветривания нивального пояса специфично для центральных частей Тянь-Шаня и обусловлено сухостью климата.

Весьма специфичной чертой нивального пояса внутреннего Тянь-Шаня, объединяющей его с Центрально-Азиатской почвенной провинцией, является заметное проявление эоловых процессов.

Нами обнаружено (Глазовская, 1952), что на поверхности снега и льда в нивальном поясе внутреннего Тянь-Шаня накапливаются заметные количества эоловой пыли. Источником этой пыли являются как местные рыхлые образования, так и пыль, приносимая в периоды мглы из Центральной Азии. Накопление эолового мелкозема на поверхности ледников и снега обуславливает слоистость льда. После таяния ледников этот эоловый мелкозем погребает грубообломочные отложения донной морены и представляет собой безвалунный суглинок, столь типичный для сыртовых равнин внутреннего Тянь-Шаня.

Дальнейшее выветривание этого мелкоземистого эолового наноса и обогащение его карбонатами в условиях сухого климата сыртов Тянь-Шаня приводит к его превращению в лёссовидный суглинок.

Возможно, что лёссы, венчающие флювиогляциальные толщи в предгорьях Тянь-Шаня, прошли сложный путь развития. Весьма вероятно, что во время оледенения эоловые наносы накапливались первоначально на обширных пространствах, покрытых снегом и льдом. После таяния ледников они были перетолжены ледниковыми водами и в условиях сухого климата межгорных впадин внутреннего Тянь-Шаня подверглись облессованию.

### Особенности почвообразования на сыртах внутреннего Тянь-Шаня

Почвообразование на высоких сыртовых равнинах происходит на карбонатной, а местами и хлоридно-сульфатной коре выветривания в условиях сухого, холодного и резко континентального климата при весьма сильной инсоляции. Сочетание таких условий почвообразования на сыртах Тянь-Шаня обуславливает развитие особых типов почв, аналогичных во многих чертах высокогорным почвам восточного Памира.

Мы выделяем на сыртах Тянь-Шаня три, до сего времени не описанных типа почв:

такыровидные почвы высокогорных пустынь (фиг. 1 и 2);  
высокогорные степные почвы полынно-типчаковых и ковыльно-полынных степей;

высокогорные луговостепные почвы кобрезиевых остепненных лугов.

Все три выделенных типа принадлежат одной Центрально-Тяньшанской почвенной провинции и наряду с чертами различия имеют некоторые общие черты, выражающиеся в следующем.

1. Верхние горизонты почв отличаются значительным оглинением и относительным накоплением полуторных окислов железа и алюминия. Степень оглинения и аккумуляции полуторных окислов изменяется в зависимости от характера растительности и количества присутствующих в почве органических гумусовых веществ, главным образом фульвокислот.

2. Все почвы сыртов Тянь-Шаня имеют особый состав органического вещества. В составе их гумуса преобладает фракция фульвокислот, превышающая содержание гуминовых кислот в 3—10 раз. Относительное увеличение фракции фульвокислот сопровождается, как правило, уменьшением общего количества органических веществ. Высокий процент негидролизуемого остатка во всех почвах сыртов указывает, что гуминовые вещества могут существовать в условиях высокогорья, преимущественно в этой более устойчивой форме.



Фиг. 1. Такыровидные почвы высокогорных пустынь.



Фиг. 2. Поверхность такыровидных почв высокогорных пустынь.

3. Все почвы сыртов Тянь-Шаня бедны микроорганизмами и имеют особый состав микрофлоры; они содержат очень мало грибов, относительно мало бактерий и значительное количество актиномицетов.

4. Высокогорные почвы Тянь-Шаня обладают хорошо выраженной структурой, прочность которой увеличивается с возрастом содержания в почвах гумуса.

На образование хорошо выраженной структуры высокогорных почв оказывает влияние действие органических коллоидов, корней растений и червей, обильно населяющих эти почвы. Попеременное замерзание и оттаивание также способствуют образованию хорошей структуры высокогорных почв. Прочность структуры возрастает по мере абсолютного и относительного увеличения в составе гумуса гуминовых кислот.

5. Все почвы сыртов карбонатны большей частью с самой поверхности. Они обладают высокой щелочностью, в некоторых случаях содержат даже нормальные карбонаты, но каких-либо признаков солонцеватости не обнаруживают. Возможно, что часть щелочности обусловлена присутствием в почвенных растворах щелочных солей фульвокислот и кремневой кислоты.

Помимо перечисленных типов почв, в пределах сыртовых аккумулятивных равнин Тянь-Шаня широко распространены солончаки. Роль современных процессов выветривания и миграции легко растворимых продуктов в засолении почв сыртов неясна — она маскируется широким распространением во впадинах Тянь-Шаня соленосных третичных толщ и продуктов их размыва.

Низкие температуры почв высоких сыртов определяют особый тип миграции легкорастворимых солей, а именно: меньшую подвижность солей натрия по сравнению с солями кальция. При отрицательных температурах и температурах, близких к нулю, из растворов в первую очередь выпадает натрий в виде сернокислой соли (мирабилита) и двууглекислых и углекислых солей. Ионы кальция и магния, связанные с хлором, оказываются подвижными и выносятся до местных базисов аккумуляции, где образуют почти чистые хлоридно-кальциевые и хлоридно-магниевые солончаки.

Все почвы сыртов, за исключением солончаков и каменистых почв полигональных тундр, обладают высокой степенью плодородия. Эти почвы мелкоземисты, структурны и имеют достаточные запасы органического вещества и элементов, необходимых для питания растений.

Представления о почвах высокогорий как о почвах примитивных или малоразвитых — неверны. Равнинный рельеф,

обуславливающий возможность механизированной обработки, и наличие крупных земельных массивов позволяют продвинуть земледелие в эти высокогорные области.

### Особенности почвообразования на склонах хребтов внутреннего Тянь-Шаня

Расчлененные склоны хребтов, обращенные к межгорным впадинам, представляют собой наиболее хорошо увлажняемые части внутреннего Тянь-Шаня. Рассмотрим особенности почвообразования двух ландшафтных поясов, получающих наибольшее количество осадков: пояса альпийских разнотравных лугов и зарослей арчи, лежащего на высоте 3000—3500 м, и пояса еловых лесов, высокогорных лугов и горных сухих степей, приуроченного к абсолютным высотам 2100—3000 м.

Альпийские горнолуговые почвы внутреннего Тянь-Шаня, в отличие от соответствующих почв Кавказа и северного Тянь-Шаня, имеют в пределах всего профиля нейтральную или близкую к нейтральной реакцию. В этих почвах отсутствуют или имеются лишь в малых количествах поглощенные водород и алюминий.

Альпийские горнолуговые почвы внутреннего Тянь-Шаня в области древних троговых долин развиваются на мощных лишенных хряща пылеватых суглинках, в то время как для пояса альпийских лугов других горных стран все авторы, как правило, отмечают малую мощность и щебнистость почв.

Образование мелкоземистых накоплений на дне троговых долин, так же как и на сыртах Тянь-Шаня, мы связываем с переносом ледниковыми водами накапливающегося на поверхности льда эолового мелкозема. Кроме того, здесь может происходить и непосредственное накопление эолового материала на плотно задернованной поверхности почв.

Еловые леса Тянь-Шаня приурочены обычно к поясу резко расчлененного среднегорного рельефа. Они занимают крутые склоны северных экспозиций. На относительно ровных поверхностях еловый лес обычно сменяется высокотравными лесными лугами. Обычно процессы эрозии горнолесных почв выражены слабо благодаря наличию леса, а также хорошей прочной структуре и исключительно высокой водопроницаемости почв.

Почвы еловых лесов Тянь-Шаня обладают резкой двучленностью профиля: верхняя часть профиля сложена однородным пылеватым суглинком без включений щебня и хряща, нижняя часть представляет собой сильно щебнистый или хрящеватый нанос с обильным включением крупных обломков коренных

пород. Мощность верхнего мелкоземистого слоя увеличивается соответственно с увеличением возраста почв.

Образование мелкоземистых суглинков, покрывающих каменные отложения осыпей и селевых выносов, мы связываем с накоплением продуктов минерализации растительных остатков. Произведенный нами учет общего количества золы отдельных наиболее старых елей показал, что одна ель в возрасте 250 лет дает около 60 кг золы. В настоящее время плотность елового леса невелика, так как он повсеместно значительно изрежен вырубками. Подсчеты, произведенные по фототеодолитным снимкам и непосредственно в природе, показали, что в настоящее время на каждые 25 м<sup>2</sup> приходится одно дерево и один-два пня.

Если принять, что до вырубки плотность леса была в два раза больше, то на каждые 12—15 м<sup>2</sup> должно было приходиться одно дерево. Для того чтобы на площади в 15 м<sup>2</sup> накопился мелкоземистый слой мощностью 50 см (принимая объемный вес почвы в среднем равным 1,3), нужно, чтобы на ее поверхность поступило около 10 т золы ( $15 \times 0,5 \times 1,3 = 9,75$  т). Соответственно, для накопления этого количества золы нужно, чтобы сменилось около 160 поколений елей или прошло бы (при 250-летнем возрасте елей) около 40 тыс. лет.

В ряде молодых троговых долин можно наблюдать, как совершенно голые, сложенные грубообломочным материалом конические осыпи непосредственно заселяются еловым лесом (фиг. 3). Следовательно, по количеству накопившегося мелкозема на склонах, покрытых осыпями, можно до некоторой степени судить о том, насколько давно долина трога освободилась от льда.

Приведенные выше расчеты весьма приблизительны и основаны на ряде допущений, но они показывают реальную возможность накопления мелкозема этим путем, особенно если принять во внимание слабую податливость горнолесных почв эрозии.

Не исключена возможность поступления мелкозема на склоны и другими путями. Верхние части конических осыпей сложены обычно мелким щебнем, перемешанным с хрящом. В этом грубом материале всегда присутствует небольшое количество (2—3%) илистых частиц и 10—15% пылеватых частиц. Анализ этих мелкоземистых фракций показал, что они обычно содержат значительное количество гумуса (до 5—6%), даже в том случае, если осыпь еще не закреплена растительностью. Присутствие этого гумусированного мелкоземистого материала можно объяснить лишь поступлением его с вышерасположенных скальных

поверхностей с фрагментами первичных маломощных почв. Частичный смыв мелкоземистого материала, накапливающегося под единичными куртинками на скалах, — явление вполне закономерное, наступающее с определенного момента развития первичных пород.



Фиг. 3. Конические осыпи в троговой долине, заселяющиеся еловым лесом.

Небольшие углубления и трещины в скалах, где поселяется растительность и идет образование первичных почв, постепенно заполняются мелкоземом, и избыток его начинает у краев куртинок смываться со скал. Сохраняющиеся местами натеки свидетельствуют о повсеместном развитии этого процесса.

Наконец, не исключена возможность некоторого накопления на склонах, уже покрытых растительностью, атмосферной пыли. Проведенные нами наблюдения над количеством атмосферной пыли, поступающей на поверхность осыпей (Глазовская, 1952), говорят о возможности участия эоловых осадков в сложении мелкоземистого материала.

Почвы, развивающиеся под еловыми лесами, обладают следующими особенностями.

Морфологический профиль их весьма постоянен. Верхний горизонт представляет собою темноокрашенный сухой грубогумусовый

слой с большим количеством полуразложившихся растительных остатков. На глубине 10—15 см он переходит в коричневый суглинистый очень рыхлый горизонт комковато-зернистой структуры. На глубине 60—70 см этот горизонт сменяется палевым лёссовидным карбонатным суглинком, переходящим на глубине около 1 м в сильно щебнистый делювий.

В некоторых разрезах, имеющих малую мощность мелкоземистого слоя или расположенных на сильно затененных, хорошо увлажняемых склонах, карбонатный горизонт не обнаруживается.

Верхний грубогумусовый горизонт лесных почв обнаруживает большие потери от прокаливания (30—40%). Нижележащий коричневый горизонт в верхней части содержит до 6% гумуса, но с глубиной гумус быстро убывает и на глубине 50 см от поверхности содержание его составляет около 1,5%.

В составе гумуса значительно преобладает фракция гуминовых кислот, превышающая содержание фульвокислот в 4—5 раз, — явление, не отмеченное ни в одном из известных типов почв.

В составе микрофлоры горнолесных почв обнаруживается малое количество бактерий (560 тыс. на 1 га почвы), довольно значительное содержание грибов (18 тыс. на 1 г почвы) и очень высокое количество актиномицетов (652 тыс. на 1 г почвы).

В распределении минеральных элементов по профилю почвы обнаруживаются следующие закономерности. Все элементы, за исключением кремнезема, накапливаются в верхних горизонтах почвы. Особенно сильно накапливаются окислы железа, фосфор, сера, кальций и марганец и не только в самом верхнем, богатом органическими остатками горизонте, но и в нижележащих слоях. Отчетливая убыль всех этих элементов обнаруживается на границе мелкоземистых горизонтов с подстилающими их хрящевато-щебнистыми наносами.

Содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в верхнем горизонте почв увеличивается по сравнению с их содержанием в породе почти в два раза. Железо накапливается в верхних горизонтах в форме вторичного минерала — нонтронита, а кальций задерживается в поглощающем комплексе этих почв: содержание его составляет 80—90% поглощенных оснований. Емкость поглощения лесных почв равна 35—56 мг-экв. и слабо изменяется в пределах мелкоземистой части профиля. Поглощенные водород и алюминий не превышают 2—3% емкости поглощения, а в почвах с близким карбонатным горизонтом не обнаруживаются. Значение pH по всему профилю близко к 7, увеличиваясь лишь в карбонатных горизонтах.

Таким образом, ряд морфологических и химических признаков объединяет почвы еловых лесов внутреннего Тянь-Шаня с бурыми лесными почвами. Но в то же время почвы еловых лесов имеют и ряд отличительных признаков, а именно: особый состав гумуса и микрофлоры, высокую емкость поглощения и насыщенность основаниями, особенно кальцием, почти постоянное присутствие на большей или меньшей глубине карбонатного горизонта и совершенно особый состав гумуса.

Эти особенности мы связываем, как показывают наши анализы, с составом золы тяньшанской ели, богатой соединениями кальция, железа и марганца.

Развитие бурых горнолесных почв под хвойными лесами не представляет исключительной особенности Тянь-Шаня. Ю. А. Ливеровский (1948) отмечает развитие типичных неоподзоленных бурых лесных почв под темнохвойной тайгой хребта Сихотэ-Алинь и под хвойными и хвойно-широколиственными лесами Северного Кавказа.

Почвы еловых лесов внутреннего Тянь-Шаня представляют наиболее «континентальный» тип в ряду бурых лесных почв. Аналоги подобных почв можно искать под хвойными лесами в хребтах Центральной Азии. Возможно, что в дальнейшем, при установлении ареала распространения подобных почв, они смогут быть выделены в особый тип.

### Особенности почвообразования в межгорных впадинах

В межгорных впадинах внутреннего Тянь-Шаня развиваются в зависимости от степени увлажнения три типа почв: черноземовидные горностепные почвы, бурые горностепные почвы и известковая и гипсовая кора каменистых пустынь.

Черноземовидные горностепные почвы развиваются под разнотравно-злаковыми степями и в основных чертах сходны с черноземами. Отличия их от почв черноземного типа заключаются в следующем.

Черноземовидные горностепные почвы характеризуются несколько пониженным содержанием в составе гумуса гуминовых кислот за счет относительного увеличения негидролизующей части гумуса (они содержат 40—45% негидролизующего остатка).

В отличие от черноземов эти почвы содержат значительно меньшее количество микроорганизмов. С этими их свойствами, повидимому, связана малая прочность структуры и довольно быстрая потеря структурного состояния при поливе и распахке.

В сухих и пустынных степях межгорных впадин Тянь-Шаня развиваются особые бурые горностепные почвы, сходные с почвами сухих котловин северной Монголии. Так же как и в Монголии, основу растительного покрова образуют ксерофитные многолетники (фиг. 4).



Фиг. 4. Сухая степь с караганой в предгорьях Терской-Ала-Тау.

Почвы сухих и пустынных степей межгорных впадин Тянь-Шаня отличаются от каштановых и бурых почв равнин СССР следующими наиболее существенными признаками.

Бурые почвы сухих степей Тянь-Шаня не солонцеваты: они не содержат поглощенного натрия и не имеют столь характерного для каштановых почв уплотненного, выделяющегося по цвету солонцеватого горизонта. Бурые горностепные почвы Тянь-Шаня, несмотря на значительное содержание гумуса (до 3,5—4,0%) и его глубокое проникновение по профилю (на глубине 60—70 см содержится около 0,8—1,0% гумуса), имеют очень светлую окраску и слабо дифференцированный профиль. Светлая окраска бурых почв связана с большим содержанием в составе гумуса фракции фульвокислот.

В бурых горностепных почвах отношение гуминовых кислот к фульвокислотам равно 0,34—0,44, в то время как в каштановых почвах оно несколько превышает единицу.

Бурые горностепные почвы большей частью карбонатны

с самой поверхности, но максимум карбонатов находится на глубине около 100 см. В отличие от каштановых почв карбонатный горизонт не уплотнен и не имеет никаких признаков солонцеватости. Гипсовый горизонт отсутствует.

Распределение остальных минеральных элементов по профилю почвы равномерное. Наблюдается лишь очень слабое накопление в верхних горизонтах полуторных окислов. Возможно, что в условиях щелочной среды полуторные окислы связываются фульвокислотами в органо-минеральные комплексы.

Бурые горностепные почвы обладают непрочной структурой, быстро ухудшаются при распашке и поливе, что, повидимому, связано с составом гумуса, бедного гуминовыми кислотами. Подобно остальным почвам внутреннего Тянь-Шаня, эти почвы относительно бедны бактериальной и грибной микрофлорой и содержат много актиномицетов.

Комплекс указанных выше свойств позволяет отделить бурые горностепные почвы от каштановых почв и сероземов и выделить их в особый тип. Выделение особого типа горностепных почв вполне оправдано, так как внутригорные впадины Тянь-Шаня значительно отличаются по условиям почвообразования от пустынных степей и пустынь Казахстана и Средней Азии. Эти почвы относятся к Центрально-Азиатской почвенно-географической провинции.

Имеющиеся в литературе сведения о почвах внутренней Азии подтверждают их сходство с почвами межгорных впадин Тянь-Шаня (Полынов и Крашенинников, 1926; Беспалов, 1951; Герасимов и Лавренко, 1952). Все указанные авторы отмечают, что наиболее существенными особенностями каштановых и бурых почв Монголии является отсутствие солонцеватости и накоплений гипса в почвенном профиле.

В межгорных впадинах Тянь-Шаня с наиболее сухим климатом развиваются пустынные ландшафты и сопутствующие им почвенные образования. В Тянь-Шане встречаются два типа пустынных ландшафтов: каменистые пустыни, приуроченные обычно к наклонным подгорным конусам выноса, и пустынные низкоргорья, сложенные гипсоносными и соленосными третичными толщами.

На описании каменистых подгорных пустынь мы останавливались в другой, помещенной в этом сборнике статье. Напомним лишь, что их растительность во многом сходна с растительностью каменистых гаммад Монголии. То же самое относится и к почвенным образованиям, которые и в Тянь-Шане, и в Монголии представлены известковой и гипсовой корой.

Дробно расчлененные низкогорья, сложенные гипсоносными и соленосными третичными толщами, имеют весьма пустынный облик. Редкая растительность представлена преимущественно гипсофильными и солончаковыми полукустарничками. Поверхность склонов почти гола и испещрена многочисленными бороздками — следами эрозии. Почвы на склонах сильно смыты и переполнены, почти с поверхности, гипсом. Вымывание солей из третичных толщ и их вторичная аккумуляция в современных понижениях рельефа обуславливают появление на обширных пространствах межгорных впадин пустынно-солончаковых ландшафтов. Таковы, например, ландшафты Нарынской, Кегенской, Кочкорской и ряда других впадин.

В заключение можно сказать следующее: по характеру процессов выветривания и почвообразования в различных вертикальных ландшафтных поясах внутренний Тянь-Шань может быть отнесен к Центрально-Азиатской почвенно-географической провинции. Эту особенность внутреннего Тянь-Шаня необходимо учитывать при хозяйственном использовании и разработке планов преобразования природы данной страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А б о л и н Р. И. Почвы Киргизии и возможности их сельскохозяйственного освоения. В кн. «Проблемы Киргизской АССР», т. 2. М.—Л., АН СССР, 1936.
- А л е к с а н д р о в В. Г. и З а к Г. А. Бактерии, разрушающие алюмосиликаты (силикатные бактерии). «Микробиология», 1950, т. 19, вып. 2.
- Б е з о н о в А. И. Части Пржевальского и Копальского уездов Семиреченской обл. Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1913 г. СПб., 1914.
- Б е з о н о в А. И. О результатах работ Семиреченской почвенно-ботанической экспедиции. Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1914 г. Пг., 1916.
- Б е с п а л о в Н. Д. Почвы Монгольской Народной Республики. «Тр. Монгольской комиссии АН СССР», вып. 41. М., 1951.
- Г е р а с и м о в И. П. и Л а в р е н к о Е. М. Основные черты природы Монгольской Народной Республики. «Изв. АН СССР», серия геогр., 1952, № 1.
- Г е р а с и м о в И. П. и Л и в е р о в с к и й Ю. А. Чернобурые почвы ореховых лесов Средней Азии и их палеогеографическое значение. «Почвоведение», 1947, № 9.
- Г л а з о в с к а я М. А. Влияние микроорганизмов на процессы выветривания первичных минералов. «Изв. АН Каз. ССР», серия почв., 1950а, вып. 6.
- Г л а з о в с к а я М. А. Выветривание горных пород в нивальном поясе Центрального Тянь-Шаня. «Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева», т. 24. М.—Л., 1950б.

- Г л а з о в с к а я М. А. Эоловые мелкоземистые накопления на ледниках хребта Терской-Ала-Тау. «Тр. Ин-та географии АН СССР», т. 49, М., 1952 (Работы Тяньшанской физико-географической станции, вып. 2).
- Д з е н с - Л и т о в с к а я Н. Н. Материалы для изучения еловых лесов Киргизской АССР. «Тр. Ин-та по изучению леса», вып. 1. Л., АН СССР, 1933.
- К а ш к а р о в Д. и др. Холодная пустыня Центрального Тянь-Шаня. Результаты экспедиции ЛГУ летом 1934 г., вып. 37. Л., 1935.
- К р а с и л ь н и к о в Н. А. Роль микроорганизмов в выветривании горных пород. «Микробиология», 1949, т. 18, вып. 4.
- К р а с н о в А. Н. Опыт истории развития флоры южной части Восточного Тянь-Шаня. «Зап. Русск. геогр. об-ва по общей географии», т. 19. СПб., 1888.
- Л и в е р о в с к и й Ю. А. К географии и генезису бурых почв. «Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева», т. 27. М.—Л., 1948.
- П о л ы н о в Б. Б. и К р а ш е н и н и к о в И. М. Физико-географические и почвенно-ботанические исследования в области бассейна реки Убер-Джергалантэ и верховьев Ара-Джергалантэ. В кн. «Северная Монголия», ч. 1. Л., АН СССР, 1926.
- П о п о в Ф. А. Схема почвенно-климатического районирования Киргизской ССР. «Тр. Киргизского филиала АН СССР», сектор почвовед., вып. 1, Фрунзе, 1948.
- П о п о в Ф. А. О почвах Иссыккульской котловины. «Тр. Киргизского филиала АН СССР», сектор почвовед. вып. 2. Фрунзе, 1949.
- П р а с о л о в Л. И. О почвах долин юго-западной части Центрального Тянь-Шаня. «Тр. почвенно-ботанич. экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России», ч. 1, Почвенные исследования 1909 года, вып. 5. СПб., 1909.
- Т а у с о н В. О. О разложении органических веществ микроорганизмами почв Памира. «Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева», т. 7, вып. 1. Л.—М., АН СССР, 1950.

---

Р. П. Зимица

## УЗКОЧЕРЕПНАЯ ПОЛЕВКА НА ВЫСОКОГОРНЫХ ПАСТБИЩАХ ТЯНЬ-ШАНЯ

За последние десятилетия в нашей литературе неоднократно ставился вопрос о вредной деятельности грызунов-землероев. Отмечались опустошения, которые производят эти животные на пастбищах и сенокосных угодьях в различных областях нашей страны.

Так, например, в равнинных степях Казахстана пеструшки (*Lagurus lagurus* Pall.) уничтожают в отдельные годы от 25 до 50% всей массы растительного покрова, причем почти все поедаемые ими растения являются хорошим кормом для скота (Формозов и Воронов, 1939). На альпийских пастбищах Кавказа кустарниковая полевка (*Pitymys majori* Thos.) и прометеева мышь (*Prometheomys schaposchnikovi* Satun.) даже в годы невысокой численности причиняют заметный вред растительному покрову и почвам. В результате непрерывного «выстригания» растений грызунами и смыва дождевыми и снеготалыми водами перерытой и разрыхленной землероями почвы участки горных лугов местами значительно, а местами полностью уничтожаются.

В Алайской долине большие повреждения пастбищам наносит узкочерепная полевка. Характеризуя ее деятельность, А. М. Андрушко (1939) писала следующее: «Высокая плотность нор со множеством входных отверстий, количество которых достигает 40 000 на га, местами сообщает поверхности почвы вид решета. Почва настолько пронизана ходами, что наличие последних является неотъемлемым признаком двух верхних горизонтов во всех почвенных разрезах».

Животноводство — одна из ведущих отраслей народного хозяйства Киргизской республики. Большая часть ее территории занята высокогорьями Тянь-Шаня, которые по условиям

рельефа и климата используются в основном как пастбища. Лошади, крупный рогатый скот, овцы и козы почти круглый год содержатся на подножном корму, в связи с чем состояние и продуктивность пастбищ имеют огромное значение для хозяйства. В этих условиях роль грызунов приобретает особое значение и заслуживает специального изучения для выработки эффективных мер борьбы с вредителями.

Основным массовым обитателем высокогорных пастбищ Тянь-Шаня является широко распространенная там узкочерепная или стадная полевка (*Microtus gregalis castaneus* Kaschk.). В некоторых районах Киргизии плотность населения этого грызуна очень высока и достигает 10 000 и более выходов нор на 1 га. Вследствие своей многочисленности и способности создавать большие и сложные колонии с системой поверхностных тропок, траншей, подземных нор и ходов, узкочерепная полевка причиняет большой вред пастбищам. Ее роющая деятельность сопровождается выбрасыванием на поверхность больших масс почвы; под этими выбросами оказывается погребенной значительная часть растительного покрова. Смыв дождевыми водами выброшенной земли приводит к уменьшению мощности почвенного слоя на склонах и способствует развитию процессов почвенной эрозии. Постоянные повреждения, наносимые полевкой отдельным растениям, обуславливают понижение общей продуктивности пастбищ и ухудшение их качественного состава. Однако в тех случаях, когда на перерых участках процессы эрозии не развиваются, постоянное выбрасывание на поверхность больших масс почвы, разрыхление и перемешивание ее верхних горизонтов содействуют улучшению водновоздушного режима почвенного слоя и постепенному увеличению мощности гумусового горизонта.

Цель настоящей статьи показать на примере хребта Терскей-Ала-Тау вред, приносимый узкочерепными полевками высокогорным пастбищам Тянь-Шаня.

Район наших наблюдений расположен на северном склоне Терскей-Ала-Тау и охватывает бассейн р. Чон-Кызыл-Су от истоков этой реки до впадения ее в озеро Иссык-Куль. Природные условия района сложны и разнообразны. В системе вертикальных поясов Терскей-Ала-Тау, прекрасно развитых в описываемом районе, можно встретить самые различные типы растительности. В области предгорий особенно широкое распространение имеют пустынные и сухие степи, в области средневысотных гор — кустарниковые заросли и леса из тяньшанской ели, а в высокогорной зоне — субальпийские и альпийские луга.

При первом же знакомстве с пастбищами Терскей-Ала-Тау обращает на себя внимание сложная картина следов

разрушительной деятельности полевок. Растительность на больших участках «выстрижена», пестрит тропинками или холмиками земли; почва так источена ходами, что местами проваливается под ногами.

Узкочерепная полевка встречается во всех вертикальных поясах, но наиболее типична для высокогорных альпийских и субальпийских лугов (фиг. 1). В области средневысотных гор она охотно поселяется по опушкам леса и на лесных лужайках с пышной мезофильной растительностью, живет в разреженных травянистых ельниках и в не слишком густых тростниковых зарослях. Наименее многочислен этот зверек в зоне предгорий — ниже 2000 м над ур. о. В приозерной части Иссыккульской котловины она также встречается очень редко. На полях эта полевка заселяет только посевы многолетних трав (люцерны, клевера, эспарцета) или бурьянистые заросли по краям пахотных участков. Она избегает склоны южной экспозиции, так как их травостой разрежен и в нем преобладают ксерофиты, а постоянный снежный покров отсутствует, что делает невозможной нормальную зимовку зверьков.

Основные требования, которые полевка предъявляет к своим местообитаниям, это — наличие достаточно сочной кормовой растительности и высоких бурьянистых или кустарниковых зарослей, обеспечивающих равномерное залегание снежного покрова. Узкочерепные полевки, в отличие от других мышевидных грызунов, встречающихся в районе исследования (лесной мыши — *Apodemus sylvaticus* L., тьяншанской лесной полевки — *Clethrionomys frater* Thos и др.), никогда не выходят на поверхность снега, под 30—40-сантиметровым слоем которого температура редко опускается ниже 0°. Значительные запасы корма, сложенные в кладовых с осени, и свежая зелень, сохраняющаяся под снежным покровом, обеспечивают питание узкочерепных полевок в течение зимы. Плотность населения полевок в местах, удовлетворяющих их требованиям, высока и достигает 3000, а на некоторых участках даже 10 000 и более выходов на 1 га.

Не менее интересно отметить, что состояние пастбищ определяет не только численность узкочерепной полевки, но иногда и самую возможность существования этого зверька.

Там, где расположены скотопрогонные пути или большие массивы пастбищ, наблюдается заметное угнетение и изменение видового состава растительного покрова. В результате перевыпаса и сбоя растительность сильно изреживается, продуктивность пастбищ уменьшается и по мере изменения состава преобладающих видов ухудшается качество кормовых угодий. На горных



Фиг. 1. Субальпийский луг — типичное местообитание узкочерешной полевки (ущелье Карататкак, хр. Терсей-Ала-Тай).

пастбищах в условиях перевыпаса происходит в основном постепенное выпадение злаков и замещение их видами малопродуктивного разнотравья (в частности манжетки). Постепенно изреживание растительности в результате сбоя приводит к образованию проплешии.

В таком примерно состоянии находится значительная часть пастбищ ущелья Чон-Кызыл-Су. Это объясняется тем, что по ущелью в течение нескольких десятков лет проходил большой магистральный тракт, по которому перегонялись тысячные стада овец из Иссыккульской котловины на летние пастбища сыртов. В результате растительный покров на значительной площади урочища оказался сильно измененным и обедненным. Так, например, в местах интенсивного выпаса кормовая продуктивность не превышает в настоящее время 200 г зеленой массы с 1 м<sup>2</sup>, в то время как на тех же высотах, в местах, не затронутых или слабо затронутых выпасом, она равна 800—1000 г с 1 м<sup>2</sup> (приводится влажный вес).

В связи с этим обеднением и изменением растительности плотность населения полевков в ущельях Чон-Кызыл-Су на большей части пастбищ невысока. Результаты учета полевки на субальпийских разнотравно-злаковых лугах представлены в табл. 1.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что распределение нор и численность узкочерепной полевки находятся в тесной зависимости от выпаса и перевыпаса. Практически наибольшая плотность населения этого грызуна наблюдается только на самых высоких и труднодоступных участках субальпийских и альпийских лугов, которые мало используются стадами домашнего скота. Так, например, особенно высокая плотность населения узкочерепной полевки (до 10 000 ходов на 1 га) встречается в верховьях р. Кашка-Тор, где имеются лишь незначительные следы выпаса. На склонах ущелий боковых притоков р. Чон-Кызыл-Су, менее используемых под выпас, чем главная долина, численность узкочерепных полевков, как правило, выше, чем в последней. Население полевки достигает высокой плотности также на субальпийских лугах под защитой кустов арчи.

Установленный нашими наблюдениями факт вытеснения узкочерепных полевков под влиянием усиленного стравливания травостоя пастбищ домашними животными очень интересен. В этом отношении эта полевка ведет себя совершенно иначе, чем некоторые степные грызуны, например серые суслики и общеповальные полевки, численность которых увеличивается на местах, сильно выбитых скотом (Формозов, 1929).

Таблица 1

## Учет численности узкочерепной полевки в ущелье Чон-Кызыл-Су

Местообитание	Площадь, в м <sup>2</sup>	Фактические данные			В переводе на 1 га			Степень выпаса
		Выбросы	Прикопки	Выходы из нор	Выбросы	Прикопки	Выходы из нор	
Влажный луг с зарослями щавели тяньшанского, ущелье Карабаткак	3840	25	37	118	65	96	307	Интенсивный выпас
Склон ущелья Карабаткак с зарослями арчи . . . . .	1028	14	12	95	136	126	924	Выпаса нет
Разнотравный луг, долина р. Чон-Кызыл-Су . . . . .	11000	3	7	20	3	6	18	Луг сильно потравлен скотом *
Альпийский луг, верховья р. Кашка-Тор . . . . .	1128	4	29	74	35	257	656	Выпас производится очень редко
Субальпийский луг, верховья р. Кашка-Тор . . . . .	4928	90	537	547	180	1093	1110	Выпаса нет

\* Все колонии располагались вокруг больших камней.

Основной причиной уменьшения численности узкочерепных полевок в местах усиленного выпаса являются недостаточные кормовые и защитные свойства растительного покрова.

Наряду с общим изучением географического распространения и распределения по станциям узкочерепной полевки в бассейне р. Чон-Кызыл-Су нами проводились (в течение августа — сентября 1950 и 1951 гг.) также и более детальные наблюдения на стационаре, главным образом в горнолесном и высокогорном поясах Терскей-Ала-Тау (2500—3200 м над ур. о.)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> При работе на стационаре большую помощь нам оказал Р. В. Хесин, которому приносим благодарность.

Для проведения систематических наблюдений за роющей деятельностью и питанием этой полевки в местах наиболее высокой плотности ее населения были заложены четыре стационарные площадки. Две площадки в 0,25 га и 140 м<sup>2</sup> были расположены на субальпийском разнотравном лугу в долине р. Чон-Кызыл-Су (2700 м над ур. о.). Две другие, площадью по 100 м<sup>2</sup>, находились на альпийском лугу в верховьях р. Кашка-Тор (3200 м над ур. о.). Участки, на которых располагались площадки, представляют собой очень благоприятные местообитания для этого грызуна. Они расположены на хорошо увлажняемых разнотравных и разнотравно-злаковых лугах с пышной мезофильной растительностью, выпас скота на них не производится, благодаря чему растительный покров имеет достаточное обилие и высоту травостоя, и, наконец, все участки зимой равномерно покрывает высокий слой снега. Благодаря этим условиям плотность населения полевки на выбранных участках достигает максимальных показателей.

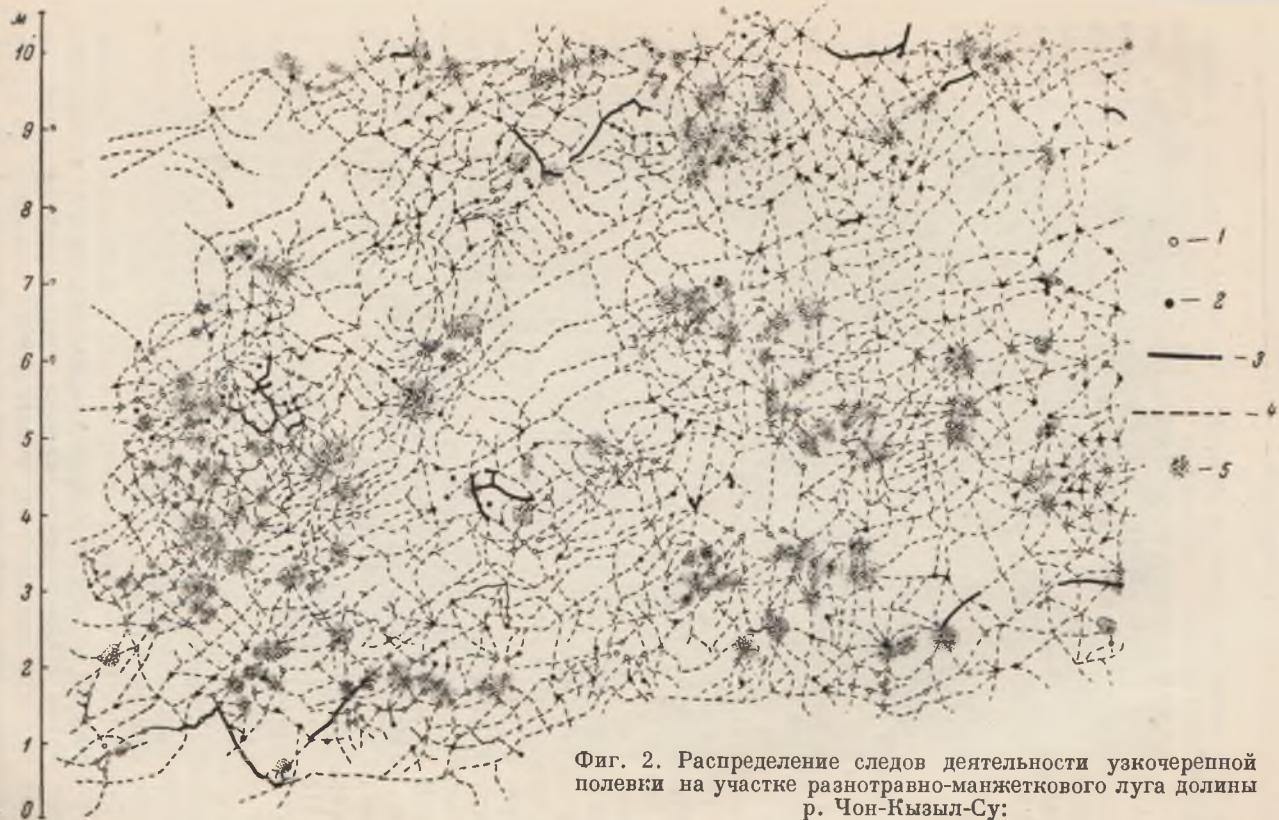
План распределения следов роющей деятельности узкощепной полевки на одном из этих участков (№ 1) площадью 140 м<sup>2</sup> представлен на фиг. 2.

Как видно из этого плана, распределение нор полевок на описываемом участке настолько сложно, а плотность населения так высока, что невозможно установить четкие границы между отдельными колониями и семейными поселениями этого грызуна. В связи с тем, что многочисленные выходы нор соединены тропинками и поверхностными траншеями, образующими сложную сеть, все поселение похоже на один большой и сложно устроенный городок.

О разрушительной деятельности полевок свидетельствуют многочисленные выходы из нор и копки (неглубокие, слепо заканчивающиеся ходы, проделываемые полевками при добычании корневищ), которыми пестрит участок. Некоторые данные учета следов деятельности зверьков на участке № 1 приводятся ниже.

Общее число выходов нор и копок по нашим подсчетам достигает 667. При средней площади поперечного сечения лаза в 7—8 см<sup>2</sup>, их общая площадь равна 0,53 м<sup>2</sup>, что составляет около 0,4% всей площади участка. Среднее число выходов из нор, приходящееся на одного живущего на участке зверька, — 26 (фиг. 3).

При прокладывании ходов полевки выбрасывают на поверхность большое количество земли. Холмики выброшенной на поверхность почвы имеют в большинстве случаев довольно значительные размеры, так как каждый состоит из многих выбросов



Фиг. 2. Распределение следов деятельности узкочерепной полевки на участке разнотравно-манжеткового луга долины р. Чон-Кызыл-Су:

1 — выходы из нор; 2 — копки; 3 — траншеи; 4 — тропинки;  
5 — кучки выброшенной земли.

грунта, накопившегося за длительное время. Средние размеры земляных холмиков, созданные этими землероями на участке № 1, таковы: диаметр около 32 см, высота около 6 см, вес около 1200 г (приводится влажный вес). При этом некоторые отдельные выбросы бывают значительно крупнее указанных средних данных и достигают 115 см в длину при ширине 45 см и высоте 5—9 см. Вес почвы в таких больших кучках достигает 5,2 кг. Число кучек на участке равно 151, а площадь занятой ими поверхности составляет 9,58 м<sup>2</sup>, или 6,84%. Кроме лазов нор, копок и земляных выбросов довольно много места занимают поверхностные траншеи и тропки. Общую площадь этих траншей и тропок учесть трудно, по приблизительному расчету их общая длина достигает примерно 420 м, что при средней ширине в 2—3 см составляет площадь в 10,5 м<sup>2</sup>.

Приблизительный учет всех следов роющей деятельности полевок на изученном участке (№ 1) дает следующие результаты: 1) выходы из нор и копки занимают 0,4% пробной площади; 2) земляные выбросы 6,84%; 3) траншеи и тропинки 7,5%.

Таким образом, на 14,7% всей площади участка почвенно-растительный покров сильно нарушен.

Для изучения строения нор было раскопано несколько колоний. Отдельная нора имеет много извилистых ходов с большим числом отнорков и ответвлений. Соединяясь друг с другом, они создают в почве сеть ответвлений, устроенную не менее сложно, чем поверхностная система траншей и тропок. Общая длина ходов в одной из разрытых нами колоний достигала 34,5 м. Ширина отдельного хода 3—4 см. При этом оказалось, что большинство ходов полевок залегает в поверхностном слое почвы на глубине, не превышающей 10—15 см. Ниже уходят лишь те из них, которые ведут в гнездовую камеру, расположенную на глубине 30—40 см. Диаметр шарообразной гнездовой камеры достигает 10—12 см.

На сложность строения нор полевок имеются указания и других авторов. Так, А. К. Серебряков (1949), описывая строение нор обыкновенной полевки (*Microtus arvalis* Pall.) на высокогорных субальпийских лугах южной Осетии, отмечает, что в среднем длина ходов одной норы достигает 10 м, а объем пустот на площади в 1 га — 165,3 м<sup>3</sup>, или 11,3% объема горизонта почвы мощностью 15 см.

Если учесть, что роющая деятельность узкочерепной полевки направлена не только на устройство жилищ, но и на добывание корма путем выкапывания луковиц и корневищ растений, то общая картина воздействия, оказываемого полевкой на почву и растительность, окажется еще более внушительной. Так,



Фиг. 3. Плашка у норы узочередной полевки на альпийском лугу в верховье р. Кашка-Тор.  
Фото Р. В. Хесина.

например, на опытном участке (№ 1) общий вес выброшенной почвы в сентябре 1950 г. достигал 187 кг<sup>1</sup>, что в переводе на гектар составляет 13,358 кг (приводится влажный вес), а в переводе на объем — 14,26 м<sup>3</sup>.

По данным А. К. Серебрякова (1949), обыкновенные полевки на горных лугах южной Осетии выбрасывают в среднем на гектар 47 м<sup>3</sup> почвенного горизонта В.

Совершенно очевидно, что такая роющая деятельность не может не отразиться на состоянии пастбищ.

Поскольку роющая деятельность узкочерепной полевки сосредоточена в основном в поверхностных слоях и не затрагивает более глубокие горизонты почвы, роль ее сводится главным образом к разрыхлению и механическому перемешиванию гумусовых горизонтов. Кроме того, многочисленные ходы и норы полевок нарушают верхний дерновинный слой.

Несмотря на то, что роющая деятельность узкочерепной полевки имеет более интенсивный характер, чем многих других мышевидных грызунов, нельзя согласиться с утверждением А. М. Андрушко (1939), что этот грызун настолько перерывает почву, что она теряет свою структуру и превращается в «пылеватые отделности», которые в дальнейшем выветриваются. В районе наших наблюдений структура выбросов — мелкокомковатая (зернистая), а комочки земли содержат большое количество мелких корешков. Со временем эти выбросы размываются дождевыми водами, сглаживаются и уплотняются. На них поселяются растения, преимущественно манжетка, клевер ползучий, мятлик однолетний, и в некоторых местах высокорослый сорняк — щавель тьяншанский, напоминающий конский щавель. На старых выбросах растительность имеет уже типичный луговой характер.

Но далеко не на всех пастбищах Терской-Ала-Тау процессы изменения и восстановления растительного покрова происходят в описанной последовательности. В тех случаях, когда полевки поселяются на уже сильно измененном выпасом лугу, они поддерживают стадию его «засорения».

Изучение распределения нор узкочерепных полевок на сильно потравленном разнотравно-манжетковом лугу обнаружило четкую приуроченность колоний к пятнам бурьянистой растительности (фиг. 4). Границы колоний отчетливо совпадали с участками, запятыми высокостебельным сорняком, — щавелем тьяншанским, который достигает 2 м высоты и служит

<sup>1</sup> Вся выброшенная на участке почва была тщательно собрана и взвешена; таким образом, цифра 187 кг является абсолютной.

полевкам превосходным укрытием (фиг. 5). В промежутках между зарослями шавеля луг покрыт дерновинами мятлика однолетнего, а местами манжеткой и ползучим клевером.



Фиг. 4. Распределение колоний узкочерепной полевки на разнотравно-манжетковом лугу, сильно измененном действием выпаса (площадь 0,25 га):

1 — граница колонии; 2 — граница пятен шавеля тяньшанского; 3 — норы полевок, выселившихся из колоний; 4 — тропинки.

Растительность этого участка, сильно отличающаяся от окружающего разнотравно-манжеткового луга, обязана своим происхождением когда-то располагавшейся здесь стоянке скота. В результате длительного рыхления и удобрения грунта на месте прежней стоянки, поверхностный слой почвы сильно пропитался



Фиг. 5. Заросли сорного щавеля тьяншанского на лугу в долине р. Чоп-Кызыл-Су. Фото Т. Дервиз.

мочевой кислотой. Почва с высоким содержанием аммиачных солей оказалась особенно пригодной для поселения сорного щавеля, не поедаемого домашним скотом. При этом интенсивная роющая деятельность полевки, несомненно, препятствует на описываемом участке процессам выщелачивания почвы

и восстановлению обычной луговой растительности, поддерживая существование и дальнейшее расселение сорняков. Таким образом, роющая деятельность полевки — здесь фактор вторичный, тормозящий восстановление пастбищ.

Описывая вредоносную деятельность полевки Брандта (*Microtus brandti* Radde) в девственных степях Монголии, Е. М. Лавренко и А. А. Юнатов (1952) приписывают этому экологически близкому к узкочерепной полевке грызуну гораздо более активную роль, чем та, которую играет узкочерепная полевка. По их мнению, в результате роющей деятельности этого зверька, во время периодических вспышек его численности в степи создается залежный режим. Большие пространства, захваченные колониями полевки Брандта, бывают совершенно оголены или заняты сильно разреженным растительным покровом, преимущественно из непоедаемых растений-однолетников — поташника (*Salsola ruthenica*) и эхинопсилон растопыренного (*Echinopsilon divaricatum*) или корнеотпрысковых и корневищных полыней. Дерновинные злаки на колониях уничтожаются целиком вместе с почками возобновления.

Вполне возможно, что и на горных пастбищах Тянь-Шаня в годы максимальной численности узкочерепной полевки влияние последней на почву и растительность возрастает, и в результате ее деятельности возникают бурьянистые заросли сорняков.

Таким образом, в результате роющей деятельности полевки, наряду с частичным уничтожением растительного покрова происходит и некоторое изменение его состава, выражающееся в том, что на сравнительно молодых выбросах, как и следовало ожидать, поселяются растения, свойственные местообитаниям с нарушенным почвенным покровом. Следует отметить, однако, что сравнительно быстрое и «спокойное» зарастание земляных выбросов наблюдается главным образом на ровных участках пастбищ, расположенных в долине р. Чон-Кызыл-Су. На горных склонах процесс восстановления пастбищ очень часто осложняется смывом выброшенной почвы и разрушением самих нор; это в свою очередь приводит к значительно более неблагоприятным последствиям — к развитию процессов эрозии, размыву склонов и образованию оголенных участков поверхности.

В отношении пищи узкочерепные полевки очень неприхотливы; для них чрезвычайно характерен весьма широкий набор поедаемых видов растений. Основу их питания составляет зелень травянистых растений, причем единственное требование, которому должны удовлетворять поедаемые виды, — это высокое содержание влаги.

В результате проведенных наблюдений и опытов нам удалось выяснить качественный состав и предпочитаемость отдельных видов поедаемых растений, а также получить некоторые количественные данные по питанию полевки. Был установлен средний суточный рацион пищи, потребляемой одним зверьком, и изменение этой нормы в зависимости от возраста полевок и от характера получаемого ими корма. Составленный нами список поедаемых узкочерепными полевками растений содержит 84 вида (табл. 2).

Из приведенного списка (табл. 2) видно, что в состав кормов узкочерепных полевок входят самые разнообразные виды растений, от наиболее ценных в кормовом отношении злаков (например, типчак бороздчатый, лисохвост джунгарский) и представителей бобовых (клевер ползучий), до мало ценных, не поедаемых домашними животными (фиалка тяньшанская, горечавка ресничатая) и даже ядовитых для них видов (водосбор Карелина, борец высокий и круглолистный, лютик Альберта и др.).

Составленный нами список кормовых растений полевки можно пополюнить еще многими видами, поедание которых установлено другими авторами. Так, например, А. М. Андрушко (1939) указывает, что в условиях Алайской долины основное место в питании этих грызунов занимают злаки. Н. Ю. Ченцова (1949) установила для Кулундинской степи поедание 94 видов растений, относящихся преимущественно к широколистным злакам и бобовым. По наблюдениям А. В. Федюшина (1946), в более северных частях ареала узкочерепной полевки (Западная Сибирь) в ее питании преобладают корневища кровохлебки (*Sanguisorba officinalis*), гусиной лапки (*Potentilla anserina*), одуванчика (*Taraxacum* sp.) и чины луговой, составляющие 90% запасов, найденных в норах полевки в сентябре. Кроме того, в меньшем количестве были найдены корневища тмина, клевера и клубеньки хвоща. Все эти виды составляют основной фон луговой растительности, свойственной указанным районам.

Изучение списков кормовых растений, приводимых в литературе, не дает возможности выявить какие-либо характерные особенности в питании этого зверька. Наши опыты, проведенные в этом направлении, также не дали никаких результатов. Полевки, содержащиеся в клетках, ели все без исключения предлагаемые им растения, причем некоторые сильно пахнущие, горькие или ядовитые виды поедались ими даже в том случае, когда имелись и другие более ценные корма. Нам только удалось установить, что из 84 испробованных видов растений наиболее охотно в период наблюдений поедалось 12 видов (табл. 3).

Таблица 2

## Растения, поедаемые узкочерпной полевкой

Виды растений <sup>1</sup>	Поедаемые части	Оценка поедаемости в баллах <sup>2</sup>	Поедаемость домашними животными (по И. В. Ларину, 1937)
<i>Cystopteris fragilis</i> — пузырник	Листья	1	Не поедается
<i>Phleum phleoides</i> — тимOFFеевка степная	Листья, стебли	2—3	Хорошая
<i>Anthoxanthum odoratum</i> — колосок пахучий	» »	3	Плохая
<i>Alopecurus songoricus</i> — лисохвост джунгарский	Листья, стебли, семена	2—3	Очень хорошая
<i>Agrostis alba</i> — полевица белая	Листья	2	Хорошая
<i>Calamagrostis epigeios</i> — вейник наземный	»	2	Плохая
<i>Trisetum virescens</i> — трищетинник зеленеющий	»	3	Хорошая
<i>Avenastrum pubescens</i> — овсец опушенный	»	3	Средняя
<i>Poa pratensis</i> — мятлик луговой	»	3	Хорошая
<i>Poa annua</i> — мятлик однолетний	Листья, стебли	3	»
<i>Poa nemoralis</i> — мятлик дубравный	Листья	2	»
<i>Poa alpina</i> — мятлик альпийский	»	2	»
<i>Festuca rubra</i> — овсяница красная	Листья, стебли	3	Очень хорошая
<i>Festuca sulcata</i> — типчак бороздчатый	Листья	1—2	» »
<i>Agropyrum tianschanicum</i> — пырей тяньшанский	»	2—3	» »
<i>Cobresia humilis</i> — кобрезия приземистая	»	2—3	» »
<i>Carex melanantha</i> — осока темноцветная	»	3	Хорошая
<i>Allium Semenovi</i> — лук Семенова	Листья, стебли	3	Не поедается
<i>Tulipa Kolpakovskiana</i> — тюльпан Колпаковского	Стебли	2	Плохая
<i>Tulipa heterophylla</i> — тюльпан разнолиственный	»	2	»
<i>Sorbus tianschanica</i> — рябина тяньшанская	Листья, ягоды	2—3	»

Таблица 2 (продолжение)

Виды растений †	Поедаемые части	Оценка поедаемости в баллах †	Поедаемость домашними животными (по И. В. Ларину, 1937)
<i>Iris breviflora</i> — ирис русский	Сочные влагалища листьев	1	Не поедается
<i>Rumex tianschanicus</i> — щавель тьяншанский	Корневища	1	» »
<i>Rumex acetosa</i> — щавель кислый	Листья, стебли	2—3	Хорошая
<i>Polygonum songoricum</i> — горец джунгарский	Листья	3	Средняя
<i>Polygonum viviparum</i> — горец живородящий	Листья, луковицы	3	Хорошая
<i>Chenopodium foliosum</i> — марь многолистная	Листья	1	Средняя
<i>Cerastium arvense</i> — ясколка луговая	Листья, стебли, плоды	3	»
<i>Stellaria songorica</i> — звездчатка джунгарская	Листья	2	Не поедается
<i>Trollius dschungaricus</i> — купальница джунгарская	»	1	Для домашних животных ядовита
<i>Aquilegia Karelina</i> — водосбор Карелина	»	1	То же
<i>Aconitum excelsum</i> — борец высокий	»	1	»
<i>Aconitum rotundifolium</i> — борец круглолистный	Листья, цветы	1—2	»
<i>Ranunculus Alberti</i> — лютик Альберта	Листья, стебли	1—2	»
<i>Thalictrum alpinum</i> — василистник альпийский	» »	1—2	Не поедается, возможно ядовит
<i>Papaver croceum</i> — мак оранжевый	Листья, цветы	1—2	То же
<i>Draba nemorosa</i> — крупка дубравная	Листья	2	?
<i>Sedum Eversii</i> — очиток альпийский	»	1	Не поедается
<i>Ribes Meyeri</i> — смородина Мейера	Листья, ягоды	2	» »
<i>Rubus saxatilis</i> — костяника	» »	2	» »
<i>Fragaria vesca</i> — земляника	» »	3	» »
<i>Potentilla alpestris</i> — лапчатка альпийская	Листья, стебли	3	Хорошая

Таблица 2 (продолжение)

Виды растений <sup>1</sup>	Поедаемые части	Оценка поедаемости в баллах <sup>2</sup>	Поедаемость домашними животными (по И. В. Ларину. 1937)
<i>Potentilla multifida</i> — лапчатка перистая	Листья, стебли	3	Почти не поедается
<i>Potentilla nervosa</i> — лапчатка жилковатая	» »	3	?
<i>Potentilla</i> sp. — лапчатка	Листья	3	?
<i>Alchemilla vulgaris</i> — манжетка	Листья, цветы, стебли	3	Плохая
<i>Rosa Alberti</i> — шиповник Альберта	Листья, ягоды	2	»
<i>Thermopsis alpina</i> — термопис альпийский	Листья	2	Не поедается
<i>Trifolium repens</i> — клевер ползучий	Листья, стебли, цветы	3	Очень хорошая
<i>Astragalus</i> sp. — астрагал	Листья	3	?
<i>Oxytropis</i> sp. — остролодка	»	3	?
<i>Vicia tenuifolia</i> — вика узколистная	Листья, стебли	3	Очень хорошая
<i>Lathyrus pratensis</i> — чина луговая	» »	3	» »
<i>Geranium saxatile</i> — герань каменная	Листья, стебли, цветы	3	Хорошая
<i>Viola altaica</i> — фиалка алтайская	Листья	1—2	Не поедается
<i>Viola tianschanica</i> — фиалка Тяньшанская	»	1—2	» »
<i>Archangelica brevicaulis</i> — лудник джунгарский	Листья, стебли	2—3	Плохая
<i>Carum atrosanguineum</i> — тмин темнокрасный	Листья	2	?
<i>Aegopodium alpestre</i> — сныть горная	Листья, стебли	3	Средняя
<i>Semenovia transiliensis</i> — семеновия	Листья	?	?
<i>Cortusa Brotheri</i> — кортуза Бротеруса	?	?	?
<i>Myosotis silvatica</i> — незабудка лесная	Листья, стебли	2	Плохая
<i>Gentiana aurea</i> — горечавка золотистая	Листья	1	Средняя
<i>Gentiana ciliata</i> — горечавка ресничатая	Листья, цветы	1	Не поедается
<i>Gentiana prostrata</i> — горечавка простертая	Листья	1	» »

Таблица 2 (окончание)

Виды растений <sup>1</sup>	Поедаемые части	Оценка поедаемости в баллах <sup>2</sup>	Поедаемость домашними животными (по И. В. Ларину, 1937)
<i>Lamium album</i> — глухая крапива	Листья	2—3	Хорошая
<i>Polemonium coeruleum</i> — синюшник	»	?	Не поедается, для домашних животных возможно ядовит
<i>Nyosciamus niger</i> — белена	»	1	Не поедается, очень ядовита
<i>Phlomis oreophila</i> — зопник горюлюбивый	»	2	Хорошая
<i>Euphrasia officinalis</i> — очанка лекарственная	»	2	Плохая
<i>Pedicularis</i> sp. — мытник	»	1	»
<i>Codonopsis clematidea</i> — клоподух	»	2	Средняя
<i>Erigeron aurantiacus</i> — мелкопестичник золотистый	Листья, стебли	3	Плохая
<i>Galium boreale</i> — подмаренник северный	Листья	2	»
<i>Plantago major</i> — подорожник большой	»	2	»
<i>Leontopodium campestre</i> — эдельвейс степной	Листья, стебли	2	Средняя
<i>Leontopodium ochroleucum</i> — эдельвейс серножелтый	» »	2	»
<i>Achillea millefolium</i> — тысячелистник обыкновенный	Листья, цветы	2	»
<i>Artemisia vulgaris</i> — полынь чернотыльник	Листья, стебли	2	Плохая
<i>Artemisia sacrorum</i> — полынь святая	Листья	1	Средняя
<i>Taraxacum vulgare</i> — одуванчик обыкновенный	»	3	Хорошая
<i>Hieracium</i> sp. — ястребинка	»	2	Средняя
<i>Crepis multicaulis</i> — скерда многостебельная	»	?	?
<i>Crepis sibirica</i> — скерда сибирская	»	?	?

<sup>1</sup> Растения указаны в порядке их предпочтительности.<sup>2</sup> Хорошо поедаемые — 3, поедаемые — 2, плохо поедаемые — 1.

Таблица 3

## Растения, наиболее охотно поедаемые узкочерепной полевкой

Виды растений <sup>1</sup>	Поедаемые части
<i>Trifolium repens</i> — клевер ползучий	Листья, стебли, цветы
<i>Taraxacum vulgare</i> — одуванчик обыкновенный	Листья, корневища
<i>Lathyrus pratensis</i> — чина луговая	Листья, стебли
<i>Vicia tenuifolia</i> — вика узколистная	» »
<i>Geranium saxatile</i> — герань каменная	Черешки листьев, листья, корневища
<i>Allium Semenovi</i> — лук Семенова	Листья
<i>Aegopodium alpestre</i> — сныть горная	Листья, стебли
<i>Astragalus</i> sp. — астрагал	» »
<i>Poa pratensis</i> — мятлик луговой	Листья
» <i>annua</i> — мятлик однолетний	Листья, плоды
<i>Alopecurus songoricus</i> — лисохвост джунгарский	Листья
<i>Festuca rubra</i> — овсяница красная	Листья, плоды

<sup>1</sup> Растения указаны в порядке их предпочтительности.

Таким образом, наблюдения в природе и опыты по кормлению полевок в неволе показали, что в тех случаях, когда имеется значительный выбор кормов, полевки наиболее охотно поедают сочные виды разнотравья и бобовых растений. Значительно хуже поедаются злаки. Предпочтение, которое полевки отдавали разнотравью и бобовым растениям, объясняется, очевидно, высоким содержанием в них влаги в период наблюдений, причем вполне вероятно, что указанное предпочтение является сезонной особенностью питания. Как уже говорилось, наблюдения проводились нами в августе — сентябре, когда содержание влаги в растениях сильно понизилось по сравнению с ранне-летними месяцами. Если, например, в начале июня процент влаги в растениях составлял 84,4%, то к началу сентября он понизился до 65%.

Большинство растений списка предпочитаемых видов являются ценными кормовыми растениями. Отсюда можно сделать вывод, что хотя полевки и очень неприхотливы и в случае отсутствия предпочитаемых видов способны долгое время кормиться ядовитыми и малоценными в кормовом отношении растениями, все же наиболее охотно ими поедаются самые ценные кормовые виды.

Чтобы установить размер вреда, причиняемого полевками пастбищам, необходимо определить не только видовой состав поедаемых растений, но также выяснить, какие части их и в каком количестве поедаются грызунами.

В наших опытах у всех растений поедались наиболее сочные части. Так, например, у клевера ползучего прежде всего поедались листья и только во вторую очередь черешки листьев, стебли и плодоносящие «головки». У герани, наоборот, сначала съедались сочные черешки листьев, а листовые пластинки поедались позже или оставались совсем нетронутыми. Это объясняется, очевидно, тем, что тонкие и нежные листья этого растения очень быстро подсыхают, теряя более 50% сырого веса в течение первых же суток<sup>1</sup>. У одуванчика полевки съедали сочную мякоть листа, оставляя жилки, у манжетки хорошо поедали цветы и бутоны и хуже черешки, у ириса — сочные влагалища листьев, у аконитов — лепестки цветов.

У злаков в период наблюдений, совпавший с колошением и созреванием семян, наиболее охотно поедались семена, слабо поедались листья, из которых выбирались самые нежные, и почти совсем не поедались высохшие и грубые стебли. И только сочные и нежные вегетативные части сныти горной и ясколки луговой съедались целиком.

Столь четко выраженное предпочтение определенных частей растений приводит к особенно большим повреждениям растительного покрова. Даже в тех случаях, когда растительность вблизи колоний грызунов и не «выстрижена» полностью, вред, приносимый полевками, очень велик. Полевки, поедая наиболее сочные и свежие части растений, очень сильно снижают жизнеспособность организма погрызенных экземпляров и способствуют их постепенному отмиранию. Особенно опасны повреждения корневищ и корневых шеек, после которых растения, как правило, не возобновляются. На опытных площадках, расположенных в местах с высокой плотностью населения полевки, от 50 до 100% растений носили следы повреждений.

Перейдем к количественной характеристике урона, наносимого полевками травостой пастбищ. Опыты по установлению нормы пищи, съедаемой одним зверьком в сутки, проводились в условиях содержания животных в неволе. Наблюдения сопоставлялись с данными контроля за изменением влажности растений (табл. 4).

<sup>1</sup> Из заложённых в клетку 59 листочков герани с черешками у 49 листочков черешки оказались на другой день съедёнными; вес листочков уменьшился с 40 г до 16,4 (с поправкой на влажность).

Таблица 4

## Суточная норма пищи узкочерепной полевки

Число зверьков	Вес зверьков, в г	Норма съеданной в сутки пищи, в г	Отношение к весу зверьков, в %
3	40	13	130
2	11	13	117
3	12,5	16	128
2	33	26	80

Из табл. 4 видно, что норма пищи, съеданной одним зверьком за сутки, колеблется от 13 до 26 г в зависимости от возраста полевок и составляет в среднем около 100% живого веса грызуна. А. П. Формозов и И. Б. Кирис (19376), изучавшие питание обыкновенной полевки на юге Украины, указывают, что за одни полевко-сутки уничтожалась зеленая масса растений в количестве от 5 до 23 г. А. Н. Формозов и А. Г. Воронов (1939) установили, что взрослая степная пеструшка поедает за сутки в среднем 10,7 г, т. е. более 50% от своего живого веса. Эти авторы отмечают, что больше всего пеструшки поедали спорыш (*Polygonum aviculare*) — 73,4%, меньше всего марь городскую (*Chenopodium urbicum*)—25,4%. Данные, полученные А. Н. Формозовым и А. Г. Вороновым, на наш взгляд, несколько занижены, поскольку опыты проводились ими в условиях недостатка корма и сами авторы отмечают случаи гибели зверьков от истощения.

Так как при наших опытах корм полевым давался обычно в избытке и случаев падежа взрослых, самостоятельно кормящихся зверьков не наблюдалось, полученные нами данные, по видимому, более точны.

В результате этих опытов выяснились некоторые интересные особенности питания полевок. Было установлено, например, что зверьки съедают тем большее количество пищи, чем большее число видов растений заложено в клетку. Таким образом, разнообразие кормов имеет существенное значение в суточном рационе зверька. Полевки съедают также тем большее количество корма, чем большая по весу масса зелени растений (даже одного вида) заложена в клетки в течение суток, причем при закладывании свежих растений небольшими порциями количество потребляемого ими корма еще больше увеличивается. Это

объясняется тем, что полевки в условиях избытка корма могут выбирать и поедать только наиболее сочные части растений. Отсюда можно сделать вывод, что чем суше травостой и чем меньше возможности выбора, тем меньшее количество корма съедают полевки и, наоборот, чем выше содержание влаги в растениях и больше выбор, тем большее количество пищи могут съесть эти грызуны. Сочность растений является, очевидно, одним из основных условий, определяющих возможность существования полевок, а следовательно и распределение их на местности.

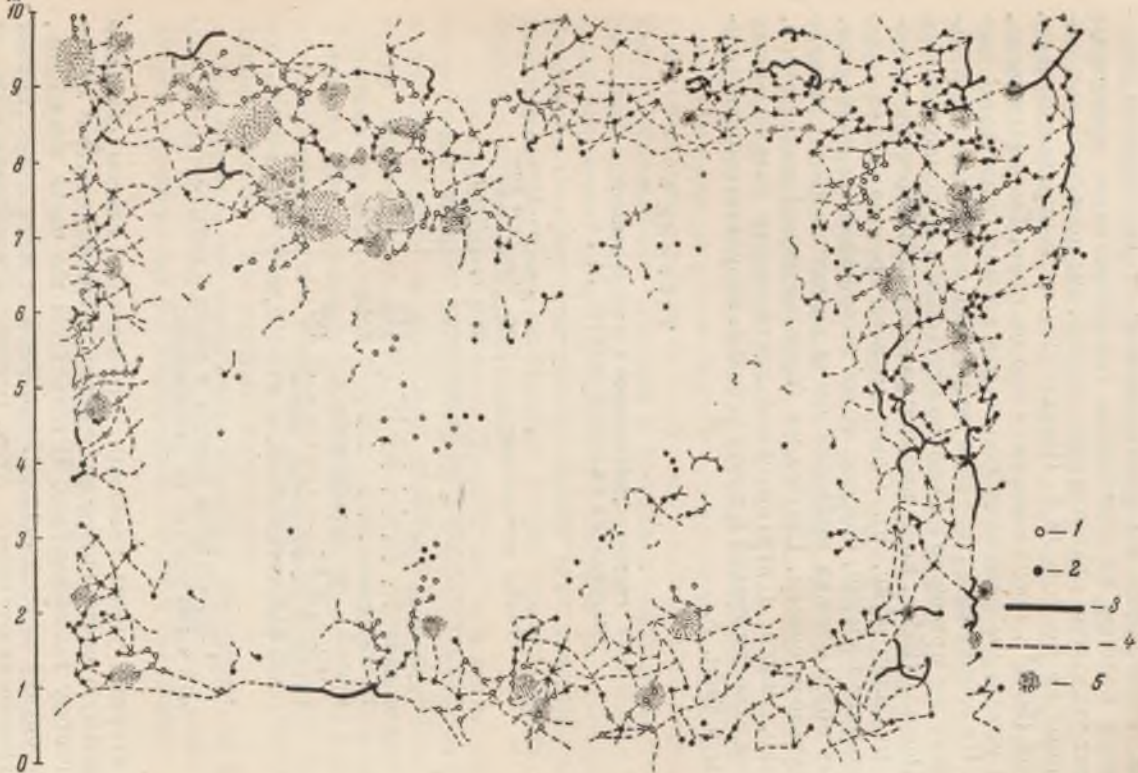
Ядовитые виды растений поедаются полевыми в значительно меньшем количестве, чем неядовитые, и, очевидно, в естественных условиях эти грызуны едят их совсем мало. Однако в наших опытах кормежка этими видами растений проходила без ущерба для зверьков.

На основании полученных нами данных о суточной норме пищи зверьков нетрудно подсчитать, что полевки при средней плотности населения в 150—300 зверьков на гектар только за три летних месяца уничтожают от 1 до 2 ц кормов с 1 га, что составляет около 10% общего урожая трав. Во многих местах изучаемого района плотность населения зверьков выше указанной и вред, приносимый ими, соответственно еще больше. Особенно велики повреждения на некоторых участках субальпийских лугов верховьев рек Кашка-Тор, Кельдеке, Сава-Тор и других, где полевки съедают на гектаре от 10 до 20 ц трав, уничтожая, таким образом, от 50 до 75% урожая. Там часто встречаются большие оголенные пятна, растительность которых «выстрижена» полностью.

Необходимо отметить, что данные о суточной норме поедаемой пищи еще не дают полного представления о размерах вреда, связанного с грызущей деятельностью полевок, так как урон, приносимый ими пастбищам, значительно возрастает за счет массы срезанных зверьками и брошенных частей растений и за счет поврежденных и отмерших экземпляров. Таким образом, деятельность узкочерепных полевок приводит к большим потерям урожая трав на горных пастбищах Киргизии.

Но вред, приносимый описываемым грызуном, этим не ограничивается. В связи с массовым и постоянным повреждением предпочитаемых видов растений, полевки приводят их к отмиранию, и виды, слабо поедаемые грызуном (обычно наименее ценные в кормовом отношении растения и сорняки), постепенно занимают все большие площади пастбищ, приводя к ухудшению качественного состава травостоя.

Выше мы отмечали ту большую роль, которую играет стояние растительного покрова в жизни полевок. Для проверки



Фиг. 6. Распределение следов роющей деятельности узкочерепной полевки на площадке, подвергавшейся систематическому выкашиванию.

1 — выходы из нор; 2 — копки; 3 — траншеи; 4 — тропинки; 5 — кучки выброшенной земли.

наших наблюдений по распределению и численности узкочерепных полевков на пастбищах, находящихся на различных стадиях угнетения под влиянием выпаса, мы поставили следующий опыт на участке № 1. Осенью 1950 г. центральная часть участка (56 м<sup>2</sup>), после нанесения его на план, была выкошена, а вся земля, выброшенная полевками из нор, тщательно удалена. На следующий год трава на участке снова была тщательно выкошена примерно на уровне скусывания ее домашним скотом. Осенью 1951 г. норы полевков участка были повторно нанесены на план (фиг. 6). Опыт показал резкое сокращение численности полевки, обусловленное выкашиванием травостоя. Жилых нор и свежих выбросов земли на выкошенном участке не оказалось совсем. Старые же (прошлогодние) выходы нор, траншеи, копки и другие следы деятельности узкочерепных полевков заросли травой и почти исчезли. Результаты опыта приведены в табл. 5.

Таблица 5

Учет следов деятельности узкочерепной полевки на опытном участке № 1<sup>1</sup>

Следы деятельности	По данным учетов 1950 г.	По данным учетов 1951 г.
Выходы из нор . . . . .	414	203
Копки . . . . .	253	372
Кучки земли . . . . .	151	48
Общий вес выброшенной земли, в кг . . . . .	187	14
Площадь поверхности, занятой выбросами земли, в м <sup>2</sup>	9,58	3,58

<sup>1</sup> Зарастающие выходы и копки в центральной части участка не учитывались.

Повторные учеты показали, что полевки совсем оставили центральную часть опытного участка, подвергавшуюся систематическому выкашиванию. В остальной же части площадки, не затронутой нашим опытом, так же как и на прилегающем разнотравно-манжетковом лугу, плотность населения полевки продолжала оставаться высокой.

Приведенные нами данные о роющей деятельности и питании узкочерепной полевки свидетельствуют об огромном вреде, на-

носимом этим грызуном горным пастбищам Терскей-Ала-Тау. Характерно, что на горных лугах Тянь-Шаня, так же как и в других ландшафтах и природных зонах Советского Союза, наибольшее значение имеет вредоносная деятельность грызунов жизненной формы «зеленоедов с круглогодичной активностью», что связано с самой природой животных этого типа — потребителей массовых зеленых кормов. Напомним об огромном вреде, приносимом грызунами этой жизненной формы: в Европейской части СССР пастбищам и сенокосным угодьям вредит серая полевка, в Казахстане — степная пеструшка, в Средней Азии — общественная полевка, в Монголии — полевка Брандта, на альпийских лугах Кавказа — кустарниковая полевка.

Намечаемые в последние годы животноводами Киргизии новые формы ведения хозяйства направлены на повышение продуктивности пастбищ. Рациональные пастбищеобороты, установление норм нагрузки скота в соответствии с емкостью пастбищ, сочетание стойлового и отгонного содержания скота приводят в ближайшем будущем к восстановлению и улучшению растительного покрова пастбищ. Несомненно, что в этих условиях возрастает вред, причиняемый пастбищам узкочерепной полевкой. Поэтому при планировании всех мероприятий по улучшению пастбищ необходимо также предусмотреть меры борьбы с грызунами-вредителями.

В высокогорных условиях Тянь-Шаня основным методом истребления полевок, который следует рекомендовать, является запыливание нор на колониях стойкими порошкообразными ядами (Наумов и др., 1951). В некоторых случаях может быть применен также способ борьбы отравленными приманками. В высокогорных районах Тянь-Шаньской области, где проектируется подсев ценных кормовых трав на естественных пастбищах, большой эффект может быть получен при глубокой распашке участков, заселенных полевыми.

Несомненно, что энергичная борьба с узкочерепной полевкой будет способствовать успешному выполнению всего комплекса мероприятий по улучшению пастбищ Киргизии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Андрушко А. М. Деятельность грызунов на сухих пастбищах Средней Азии. Л., 1939.
- Воронов А. Г. О влиянии роющей деятельности серого суслика (*Citellus pugnax* Pall.) на размывание склонов. «Землеведение», 1936, т. 28, вып. 2.
- Лавренко Е. М. и Юнатов А. А. Залежный режим в степях как

- результат воздействия полевки Брандта на степной травостой и почву. «Ботан. журн.», 1952, т. 3, вып. 2.
- Л а р и н И. В. Кормовые растения естественных сенокосов и пастбищ СССР. Л., 1937.
- Н а у м о в Н. П., Д у к е л ь с к а я Н. М. и Д о м б р о в с к и й В. В. Новые методы борьбы с обыкновенными полевками. «Зоол. журн.», 1951, т. 30, вып. 5.
- С е р е б р я к о в А. К. Сб эрозийной деятельности землероев в высокогорной зоне Южной Осетии (главного Кавказского хребта). «Сб. Трудов Ставроп. гос. пед. ин-та», вып. 5. Ставрополь, 1949.
- Ф е д ю ш и н А. В. Экология и география клещей *Dermacentor marginatus* Sulz в вопросах борьбы с пироплазмозом лошадей в Тарском округе. Омск, 1946 (Сб. Омского научн.-исслед. ветерин. ин-та).
- Ф о р м о з о в А. Н. Скотобой, его значение для степной фауны и борьбы с вредителями. «Природа», 1929, № 11.
- Ф о р м о з о в А. Н. и В о р о н о в А. Г. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях Западного Казахстана и ее хозяйственное значение. «Уч. зап. Моск. гос. ун-та», серия зоол., вып. 20. М., 1939.
- Ф о р м о з о в А. Н. и К и р и с И. Б. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях. 3. Влияние общественной полевки *Microtus socialis* Pall. и некоторых других грызунов на растительность Кизлярского района Дагестанской АССР. «Уч. зап. Моск. гос. ун-та», серия зоол., вып. 13. М.—Л., 1937а.
- Ф о р м о з о в А. Н. и К и р и с И. Б. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях. 2. Наблюдения над грызунами — вредителями выгонов и сенокосов южной Украины. «Уч. зап. Моск. гос. ун-та», вып. 13. М., 1937б.
- Ф о р м о з о в А. Н. и П р о с в и р и н а И. Б. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях. 4. Некоторые данные о грызунах альпийской зоны Кавказа. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы», отд. биол., 1935, т. 44, № 1—2.
- Ч е н ц о в а Н. Ю. Основные черты экологии стадной полевки (*Microtus gregalis* Pall) и меры борьбы с нею. Автореферат диссертации. Зоол. ин-т АН СССР. Л., 1949.

---

*С. Н. Рязанцев и О. А. Воронцова*

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПРИИССЫККУЛЬЯ

Расположенная в горах Тянь-Шаня Киргизская ССР характеризуется следующей особенностью географии своего сельского хозяйства: главные земледельчески освоенные массивы республики лежат по ее окраинам — на севере в Чуйской и Таласской долинах и в восточной части Иссыккульской котловины, на юго-западе — вокруг Ферганской долины. Это наиболее пониженные части Киргизии (Чуйская, Таласская и Ферганская долины до 1500 м и восточная часть Иссыккульской котловины от 1623 до 1800 м над ур. о.)<sup>1</sup>.

Остальная, гораздо большая по площади, территория представляет собой преимущественно высокогорные пастбищные пространства, среди которых земледельческие массивы разбросаны небольшими «островками» по днищам межгорных долин (в Кочкорской, Джумгальской, Нарынской, Кетмень-Тюбинской и в некоторых других).

Всемерное развитие земледелия во внутренних межгорных долинах Тянь-Шаня имеет чрезвычайно важное значение для социалистического сельского хозяйства. Оно укрепляет продовольственную и кормовую базы колхозов и совхозов горных районов, расширяет возможности более эффективного использования пастбищ на склонах гор, окружающих долины. Без решения проблемы горного земледелия «нельзя сколько-нибудь серьезно говорить об укреплении экономики горных и высокогорных колхозов»<sup>2</sup>. С другой стороны, земледельческое

---

<sup>1</sup> В пределах высотной ступени до 1500 м сосредоточено около 80% посевных площадей республики, между тем как общая площадь этой высотной ступени составляет не более 15% территории Киргизии.

<sup>2</sup> «Правда» от 15 мая 1950 г.

освоение высокогорных долин улучшает и условия их промышленного освоения.

За годы Сталинских пятилеток колхозы и совхозы горных районов Киргизии достигли значительных успехов в развитии земледелия как в количественном, так и в качественном отношении. Освоены значительные новые площади под сельскохозяйственные посевы. Проведены новые оросительные каналы. Увеличен ассортимент культур. Развиваются садоводство и огородничество, которыми ранее в центральной Киргизии почти не занимались.

В борьбе за сельскохозяйственное освоение новых площадей и повышение производительности уже распахиваемых участков в горных районах приходится вести самые различные мелиоративные работы — орошение и осушение, а также расчистку каменистых участков, выравнивание площадей; кроме того, важно использовать на нужды сельского хозяйства энергию рек и ветра.

Большое значение в подъеме сельского хозяйства горных районов имеют внедрение травопольных севооборотов, строительство прудов и водоемов, создание искусственных лесонасаждений. Природные условия Тянь-Шаня и характер сельскохозяйственного производства Киргизии отличаются от условий степных и лесостепных районов Европейской части СССР. Однако и в Тянь-Шане, даже в верхних горных долинах имеются районы, страдающие от суховеев, облесение которых, вместе с другими мероприятиями (расширением поливного земледелия, введением травопольных севооборотов, повышением культуры ухода за естественными лугами, залужением новых участков), вызовет благоприятные изменения микроклимата, увеличит плодородие почв и будет содействовать повышению урожайности полей.

Претворение в жизнь идей великого Сталинского плана преобразования природы применительно к условиям Тянь-Шаня ведет к расширению социалистического производства — земледелия, животноводства и промышленности, к подъему доходов колхозов и повышению материального благосостояния населения.

В условиях горного рельефа сельскохозяйственное освоение территорий часто приходится осуществлять не на больших площадях, как это имеет место на равнинах, а на мелких участках — по днищам небольших межгорных понижений, на конусах выноса более обширных межгорных долин, на более пологих склонах предгорий и т. д., где обычно имеются наиболее подходящие для этого условия или где это оказывается особенно важным по другим экономическим причинам.

Одним из таких относительно небольших районов горной Киргизии, где важно обратить внимание на улучшение условий для развития хозяйства, в частности земледелия, является западное Прииссыккулье — крайняя западная часть Иссык-кульской котловины.

Иссыккульская котловина в целом является весьма важным в экономическом отношении районом Киргизии. В части сельскохозяйственных условий она выделяется тем, что ее обширные пастбищные территории по склонам гор сочетаются с наиболее значительными в условиях межгорных долин Тянь-Шаня земледельческими фондами по берегам Иссык-Куля. Пастбищные территории котловины и тяготеющих к ней высокогорных пространств достигают почти 2 млн. га, что составляет около одной шестой всей площади пастбищ республики. Пригодные же для земледельческого освоения массивы по берегам Иссык-Куля составляют примерно 200 тыс. га<sup>1</sup>. Сочетание таких условий в других межгорных котловинах Киргизии не повторяется.

За годы социалистического строительства в развитии сельского хозяйства Иссыккульской котловины достигнуты большие успехи. Она превращена в район мощного механизированного колхозно-совхозного животноводства и земледелия. Животноводство котловины характеризуется овцеводством, коневодством и разведением крупного рогатого скота; земледелие имеет зерновое направление и одновременно отличается наличием значительных посевов ценных технических культур (лекарственный мак), садоводством и огородничеством. За последние 5—7 лет крупные успехи достигнуты и в области электрификации сельского хозяйства.

Однако для размещения сельского хозяйства котловины характерна следующая черта. При сравнительно одинаково развитом вокруг Иссык-Куля животноводстве, почти все земледелие сосредоточено в восточной и отчасти в средней частях района. Крайнее же западное Прииссыккулье, где расположен

---

<sup>1</sup> Иссыккульская котловина вместе с примыкающими к ней высокогорными пространствами Центрального Тянь-Шаня образует административную Иссык-Кульскую область Киргизской ССР. Наиболее заселенной и земледельчески освоенной ее частью является прибрежная зона Иссык-Куля, особенно на востоке озера; там сосредоточены почти все посевные площади и населенные пункты области. Склоны же окружающих озеро хребтов и высокогорные территории используются находящимися на побережье Иссык-Куля колхозами и совхозами в качестве разносезонных пастбищ. Административным центром области является г. Пржевальск, расположенный на востоке котловины.

важный экономический центр — пос. Рыбачье, земледельчески освоено очень слабо. Это во многом связано с характером местных земельных фондов.

Озеро Иссык-Куль имеет вытянутую с запада на восток конфигурацию. Его протяженность в этом направлении достигает 180 км. Участки побережья у средних частей озера и особенно на востоке отличаются хорошими условиями для земледелия. Почвы этих участков плодородны, а выпадающие осадки достаточно обильны. В местах же, где последних не хватает, возможно орошение из рек, которые там относительно многоводны и многочисленны.

Иная картина наблюдается на крайнем западе. Здесь значительные площади занимает каменистая полупустыня и пустыня. Осадков в этом районе выпадает всего лишь около 100 мм в год. Реки малочисленны и, за исключением р. Чу, маловодны; летом они иногда совершенно пересыхают. Участки с хорошо развитым почвенным покровом невелики. Растительность очень бедна.

Между тем экономическое значение пос. Рыбачье, главного хозяйственного центра на западе котловины, и расположение района на важнейшем перекрестке всех дорог в Тянь-Шань — в месте стыка железнодорожного пути с водным путем по Иссык-Кулю и с автомобильными путями — вызывает необходимость всемерного улучшения хозяйственных условий западного Прииссыккуля. Преобразование прилегающей к поселку территории будет способствовать разрешению экономических задач, которые возникают перед ним как перед пунктом, имеющим важное транспортное значение.

Современные географические условия в западном Прииссыккуле имеют следующие черты.

Крайняя западная оконечность Иссык-Куля окаймлена неширокой приозерной равниной, представляющей собой как бы шлейфовую зону окружающих здесь озеро гор. Равнина имеет легкий уклон в сторону озера, ее абсолютная высота колеблется от 1623 (уровень озера) до 1700—1800 м. С севера ее окаймляет обращенный к озеру крутой склон Кунгей-Ала-Тау, с запада — склоны невысокой возвышенности, горы Боз-Бармак, с юга — склоны передовых предгорных возвышенностей Терскей-Ала-Тау. Ширина приозерной равнины в среднем составляет около 10 км.

Между хребтом Кунгей-Ала-Тау и горой Боз-Бармак эта равнина узкой полоской тянется на запад, соединяясь с долиной р. Чу. Последняя протекает здесь всего лишь в нескольких километрах от Иссык-Куля, направляясь в Боамское ущелье. По этой низкой «перемычке» между р. Чу и озером про-

ходит сухое русло Кутемалды, по которому в периоды высокой воды в р. Чу наблюдается небольшой сток воды в озеро.

Общий характер ландшафта приозерной зоны на западе Иссык-Куля определяется крайней засушливостью климата и бедностью реками (фиг. 1).



Фиг. 1. Пустынный ландшафт в западном Прииссыккулье.

При выходе из Боамского ущелья в Иссыккульскую котловину, в район пос. Рыбачьего — «преддверье» Центрального Тянь-Шаня, открывается широкая панорама, которая внизу у озера довольно однообразна: от берега озера, обрамленного только узкой рамкой прибрежных лугов (да и то не всюду), во все стороны тянется серая щебнисто-дресвяная пустыня. Покрытая редкой, совершенно теряющейся среди щебня и камня полынно-солянковой растительностью, она доходит до склонов гор, которые здесь также пустынные и совершенно безлесны (фиг. 2).

Эта картина меняется лишь далее к востоку от Рыбачьего (как на северном, так и на южном берегу), где в местах выходов

ручьев из горных ущелий располагаются, часто доходя до озера, земледельчески освоенные земли с посевами и переделами, окружая обычно небольшие населенные пункты.

Особенно пустынна местность к северу от поселка Рыбачьего, представляющая подгорный шлейф хребта Кунгей-Ала-Тау.



Фиг. 2. Крайняя западная оконечность котловины Иссык-Куля.

Это — сплошь каменистая пустыня с большими участками, совершенно лишенными растительности, в летнее время черная от пустынного загара. В верхней части, у подножья Кунгея, она сложена грубообломочным материалом, который по направлению к озеру становится все более измельченным и непосредственно у пос. Рыбачьего представляет мелкий щебень и дресву. По днищам ущелий в Кунгее текут небольшие ручейки, но как только их воды попадают на каменисто-галечниковую поверхность подгорного шлейфа, они полностью фильтруются вглубь и не доходят до озера 12—15 км.

Фильтрующиеся в каменистую толщу шлейфа воды горных ручьев (здесь очень маловодных) обуславливают в прибрежной

зоне высокий уровень грунтовых вод. Это характерно и для пос. Рыбачьего, где вода в прибрежных колодцах стоит очень высоко<sup>1</sup>. Иную картину представляет ландшафт южнее Рыбачьего. Прибрежная полоса там сложена мелкоземистыми супесчаными и песчаными озерными отложениями и занята луговыми и лугово-болотными почвами. Непосредственно у поселка — это довольно сухой луг, который, однако, дальше, по мере приближения к протоку Кутемалды, сменяется заболоченными участками, продолжающимися и за этим протоком. Но чем дальше от озера, тем эта приозерная полоска становится суше. В целом она представляет весьма ценное в местных условиях сельскохозяйственное угодье, в настоящее время используемое под сенокосы и для присельного выпаса скота<sup>2</sup>. В будущем же она сможет быть использована и для земледелия и для лесопарковых насаждений. Общая площадь ее, однако, невелика, так как ширина ее равняется 2—3 км<sup>3</sup>. Далее следуют два террасовидных уступа, лежащие на относительной высоте 2—3 и 5—6 м над уровнем озера. Более высокий из них как бы окаймляет возвышенность Боз-Бармак и соединяется с долиной р. Чу не только с северной стороны от Боз-Бармака (урочище Кутемалды), но и с южной (урочище Ак-Улен), где из р. Чу на нее выведены два арыка (пока довольно маломощные).

Эти террасы сложены слоистыми песками, переходящими в верхней части в супеси. Луговые супесчаные почвы, свойственные этим уступам, на значительных площадях развеевы. Ближе к подножьям гор поверхность становится каменистой. Из растительности здесь распространены заросли чия. На нижней террасе они перемежаются с участками влажных солончаковых лугов, а на более высокой иногда чередуются с глинисто-каменистыми поверхностями почти без всякой растительности.

Кусты чия, препятствующие своей корневой системой выдуванию почвы, растут как бы на высоких кочках-останцах, окруженных совершенно голой белесой глинистой поверхностью. Чий этот почти не поедается скотом.

<sup>1</sup> В противоположность этому, в верхних частях поселка вода в колодцах находится очень глубоко.

<sup>2</sup> Сильно заболоченные места этой приозерной низины покрыты густыми зарослями тростника и осоки. Последние используются для заготовки корма скоту жителями пос. Рыбачьего.

<sup>3</sup> Луговая прибрежная кайма на западе Иссык-Куля имеет заметную тенденцию к расширению за счет постепенного заиливания озера у берега. В ряде мест воды в озере, на расстоянии 100—150 м от берега, лишь по колено. Дно озера покрыто густыми водорослями, по которым лодка с трудом «ползет». Постепенное приращение луговой прибрежной каймы отмечается и старожилами района.

В местах с песчано-глинистой, глинисто-каменистой и каменистой поверхностью, где чиевые заросли отсутствуют, растительность еще более бедна. Даже весной такие участки довольно унылы, так как большинство эфемеров (ирис, тюльпачики) имеют здесь карликовые размеры. Эти растения-лилипуты едва пробиваются в щели между гальками, под защиту



Фиг. 3. Вид на пустынную часть урочища Ак-Улен.

которых они прячутся от ветра и холода. Здесь нет ничего похожего на весеннюю пышную почти луговую растительность, столь характерную для подгорных равнин Тянь-Шаня<sup>1</sup>.

По своему хозяйственному значению эти места представляют собой в настоящее время пастбища. Они бедны кормами, но несмотря на это ценны тем, что в зимнее время обычно бывают совсем бесснежными, что позволяет выпасать на них скот. Особенный интерес представляют участки, лежащие к югу и к северу от горы Боз-Бармак, т. е. находящиеся ближе к р. Чу (в первом случае урочище Ак-Улен, во втором — Кутемалды). Они могут быть орошены ее водами и освоены под земледелие и луговое хозяйство (фиг. 3).

От пос. Рыбачьего на запад приозерная равнина тянется, как уже отмечалось, к р. Чу и постепенно переходит в ее неширокую здесь долину. Последняя резко выделяется на фоне окружающего пейзажа. В то время как склоны гор и широкий каменистый шлейф Кунгея очень пустынные, долина Чу, осо-

<sup>1</sup> Бедность растительности связана не только с ничтожным количеством осадков, которые к тому же полностью фильтруются сквозь каменисто-галечниковую поверхность, но и с сухостью весны, усиливаемой постоянными здесь ветрами, повышающими испарение.

бенно ее припойменная часть, покрыта луговой растительностью, зеленеющей почти все лето. В левобережной же части долины широко распространены заросли чья.

Река Чу здесь довольно извилиста, она блуждает по пойме, подмывая то один, то другой берег, которые сложены на этом участке мягкими наносами и местами образуют невысокие отвесные обрывы.

Долина Чу является прекрасным пастбищем для всех видов скота. В пойменной же части имеются хорошие сенокосы<sup>1</sup>. В левобережной части долины расположена усадьба животноводческого совхоза Кок-Мойнак, в пользовании которого эти земли и находятся.

Таковы основные черты приозерной равнины крайней западной части Прииссыккуля. Малая пригодность этой равнины в естественном состоянии для земледелия сказалась в ее одностороннем животноводческом использовании в сельском хозяйстве и на значительно меньшей заселенности сравнительно с восточными частями побережья. Населенные пункты в западном Прииссыккуле располагаются реже и размеры их меньше. За исключением пос. Рыбачьего, в крайнем западном Прииссыккуле имеются, в сущности, еще только два значительных хозяйственных центра — это центральная усадьба животноводческого совхоза Кок-Мойнак и колхоз Ак-Олен. Поселок Рыбачье по своему экономическому значению занимает выдающееся положение не только на западе Иссык-Куля, но и во всей котловине. Основные вопросы хозяйственного преобразования окружающей приозерной зоны связаны с его дальнейшим экономическим развитием.

Возникновение такого крупного поселка на относительно пустынном западном побережье Иссык-Куля и его быстрый рост в значительной мере связаны с расположением его в месте стыка автомобильного пути северной Киргизии, идущего от г. Фрунзе по Боамскому ущелью, с водным путем по Иссык-Кулю. Рыбачье — главная пристань на западе Иссык-Куля. Вместе с тем это перекресток всех важнейших дорог прилегающей сюда части Киргизии. По северному и южному берегам озера от Рыбачьего на восток идут автодороги к г. Пржевальску, а на запад в Кочкорскую и Джумгалскую долины, а также и в другие горные долины центральной Киргизии.

С 1948 г., в связи с вводом в эксплуатацию железной дороги,

<sup>1</sup> Такой характер прирусловая часть долины р. Чу сохраняет на некотором протяжении и далее вниз по течению, в направлении к Боамскому ущелью.

доведенной по Боамскому ущелью от г. Фрунзе до Рыбачьего, транспортное значение поселка еще больше возросло.

Все эти предпосылки, обусловившие создание и быстрое развитие поселка, сложились только в годы советской власти, особенно в годы Сталинских пятилеток, в связи с успехами, достигнутыми в подъеме хозяйства и культуры Киргизской республики<sup>1</sup>.

Значение пос. Рыбачьего как важного транспортного узла — не единственная причина его столь быстрого развития. Рыбачье — один из наиболее старых административно-политических районных центров Иссык-Кульской области. Это центр ее Балыкчинского района, охватывающего запад Иссыккульской котловины. Кроме административно-политических учреждений, в поселке сосредоточены школы (в том числе полная средняя), районная больница, несколько клубов и другие культурные учреждения. Постепенно растет и промышленное значение поселка. Последнее более всего определяется крупным мясокомбинатом, созданным в первую послевоенную Сталинскую пятилетку. Все более увеличивается значение поселка и как транспортно-распределительного пункта области.

Как транспортно-распределительный, промышленный и культурный центр Рыбачье имеет большие перспективы для дальнейшего развития. Это выдвигает новые задачи в отношении его благоустройства и сельскохозяйственного освоения близлежащей территории.

Основным условием решения всех возникших в связи с этим задач, как в отношении дальнейшего благоустройства поселка, так и сельскохозяйственного освоения прилегающей к нему местности, является обводнение. Оно может быть осуществлено путем использования вод ручья Калмак-Ашу (ближайшего из ручьев, стекающих со склона Кунгея), грунтовых вод и вод р. Чу.

<sup>1</sup> Интересно напомнить некоторые исторические и историко-хозяйственные моменты, относящиеся к пос. Рыбачьему и его местоположению. В 1856 г., осенью, эти места были посещены П. П. Семеновым-Тянь-Шанским во время его первого путешествия в Тянь-Шань. Из его заметок видно, что это была пастбищная территория кочевников киргизов без каких бы то ни было населенных пунктов. Таковой она оставалась и на протяжении последующих 50 лет. Возникновение селения на месте современного Рыбачьего относится к 1909 г. (тогда оно носило название Бачино). В 1916 г. в нем было всего 24 двора со 137 жителями, занимавшимися преимущественно рыболовством и извозом. Рост поселка начался в советские годы, особенно после организации судоходства на Иссык-Куле (1926 г.). В 1928 г. в нем имелось уже 85 дворов с населением более 500 чел. По переписи 1939 г. число жителей поселка превышало 5000 чел. С того времени оно сильно возросло,

Воды ручья Калмак-Ашу и грунтовые воды должны быть использованы для обводнения самого поселка, для удовлетворения его хозяйственно-бытовых нужд, озеленения и стимулирования развития мелкого садово-огородного хозяйства. Воды же р. Чу могут обеспечить сельскохозяйственное освоение урочищ



Фиг. 4. Ручей Калмак-Ашу при выходе из ущелья. На переднем плане галечниковое русло, где воды ручья окончательно фильтруются в толщу шлейфа.

Кутемалды и Ак-Улен, а также создание к западу от поселка лесопарковых и ветрозащитных насаждений.

Ручей Калмак-Ашу протекает по одному из ущелий Кунгей-Ала-Тау, выходящему прямо против пос. Рыбачьего. Но по выходе на подгорный шлейф воды ручья в 10—12 км от поселка целиком фильтруются в каменистую поверхность (фиг. 4). Подвод их к поселку может быть обеспечен завершением начатого строительства канала и водораспределительной сети в поселке. Еще лучше, если в будущем канал будет заменен трубой (фиг. 5). Несмотря на относительно малую мощность ручья, переброска его вод в поселок обеспечит большую часть хозяйственно-бытовых потребностей в воде со стороны коммунального хозяйства.

Одновременно имеется возможность использовать на нужды обводнения поселка грунтовые воды. Район Рыбачьего на протяжении большей части года характеризуется преобладанием сильных ветров, с большой устойчивостью их главных направлений. Большой известностью пользуется господствующий здесь



Фиг. 5 Канал, сооружаемый от ручья Калмак-Ашу к поселку Рыбачьему.

сильный западный ветер «боам» (или «улан»), дующий со стороны Боамского ущелья. Это позволит широко использовать ветровую энергию для подъема на поверхность грунтовых вод. В настоящее время наша промышленность выпускает различные ветродвигатели, в частности многолопастной цельнометаллический двигатель ТВ-5 мощностью до 2,5 л. с. Он предназначен специально для механизации водоснабжения. Такой двигатель может поднимать воду на высоту до 70 м. Его средняя производительность 2—3 м<sup>3</sup> воды в час<sup>1</sup>. Выпускаются и другие типы более мощных ветродвигателей. Подбором наиболее подходящих для условий Рыбачьего систем можно обеспечить наилучшую экономичность их использования. Возможно, целесообразна установка нескольких ветряков; в этом случае они будут расположены на небольших расстояниях друг от друга, и это облегчит их техническое обслуживание и наблюдение

<sup>1</sup> См. А. В. Кармвшин. Ветер и ветродвигатель. М., 1952.

ние за работой. Ветродвижатели можно использовать и для силового хозяйства поселка.

Комбинированное использование вод ручья Калмак-Ашу, которые можно подвести к поселку по каналу или по трубе, и грунтовых вод с помощью ветровой энергии полностью решило бы вопросы водоснабжения поселка как для удовлетворения коммунальных нужд, так и для целей его озеленения и развития небольшого садово-огородного хозяйства. Две последние проблемы являются для поселка весьма существенными.

Для суждения о том, что даст обводнение Рыбачьево, следует отметить некоторые черты поселка.

Поселок расположен на самом берегу озера, вытянувшись с запада на восток примерно на 7 км. Его три главные магистральные улицы параллельны друг другу и береговой линии и возвышаются одна над другой. Из них нижняя, ближайшая к озеру, носит название Озерная, средняя — Фрунзенская и верхняя — Комсомольская. Еще выше намечается создание четвертой улицы — Подгорной.

Поселок в общем отличается достаточно правильной планировкой, для него характерна просторная расстановка зданий как жилых домов, так и административных и культурных учреждений. В настоящее время он застроен исключительно одноэтажными домами, сделанными преимущественно из саманного кирпича. При этом характерно, что вследствие бездождя крыши обычно делаются плоскими. Это придает поселку своеобразный вид сравнительно с населенными пунктами восточных частей Иссыккульской котловины.

Пока поселок озеленен еще недостаточно, хотя в этом направлении в последние годы и достигнуты некоторые успехи. Из-за отсутствия воды для полива на верхней улице — Комсомольской — древесных насаждений пока нет совсем (фиг. 6). На средней улице — Фрунзенской их очень мало (имеются лишь одиночные деревья). Только на нижней улице — Озерной можно видеть подростшие тополя, одиночные и группами, затеняющие фасады зданий (фиг. 7). На верхних улицах большей частью своеобразны и приусадебные участки: на них нет пока огородов, возделанных грядок, цветников, как в остальных селениях Прииссыкулья, что объясняется отсутствием воды<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Представление о том, что отсутствие или малое количество в поселке древесных насаждений во всех случаях связано с «поверхностным» безводьем, не совсем верно. Тополя на Озерной улице растут без какого бы то ни было полива. Количество их там может быть увеличено и в существующих условиях. Лишь на верхних улицах деревья могут расти только при условии их полива (хотя бы минимального).

Ярким контрастом облику верхних улиц и их приусадебных участков являются усадьбы домов нижней — Озерной улицы, выходящие к озеру, особенно в крайней восточной части поселка (расположенные в зоне более высокого уровня грунтовых вод). Здесь приусадебные участки ничем не отличаются от тех, которые встречаются в типично сельских неселенных пунктах Иссык-кульской котловины. Это своеобразные «дачные» уголки Рыбачьего (фиг. 8). В таких усадьбах можно видеть возделанные огороды с посадками картофеля (на подпочвенной влаге), огурцов, капусты и других овощей. Все эти овощи здесь хорошо вызревают<sup>1</sup>. Местами выращивается подсолнух. Есть и залуженные участки, на которых накашивается некоторое количество сена и которые после выкашивания служат для пастьбы скота на привязи (обычно коров) (фиг. 9).

Хорошо чувствуют себя здесь и фруктовые деревья, особенно яблони, дающие прекрасные плоды, не говоря уже о декоративных деревьях типа тополя или карагача.

Такие усадьбы и окаймляющая их со стороны озера луговая полоса весьма красноречиво говорят о возможности благоустройства и верхних улиц Рыбачьего, создания и там в приусадебных участках огородов и садов, после того как будут преодолены трудности в снабжении поселка водой для орошения.

Но обводнение пос. Рыбачьего — это только одна из ближайших хозяйственных задач западного Прииссыккулья. Другая задача заключается, как уже говорилось, в вовлечении в земледельческое использование лежащих юго-западнее и западнее поселка урочищ Ак-Улен и Кутемалды. В этих урочищах может быть освоена орошением площадь порядка 4000 га. На орошенных землях можно будет развить полеводство с луговодством и создать лесозащитные полосы. Источником орошения должны явиться воды р. Чу.

В настоящее время р. Чу для орошения урочища Ак-Улен хотя и используется, но в очень малой степени. Ее водами орошается около 700 га земель колхоза Ак-Олен. Намечены реконструкция существующего водозаборного сооружения (с увеличением его пропускной способности) и отходящих от него каналов и проведение новых<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Земледельческий опыт жителей Рыбачьего в виде огородничества был отмечен еще в 1927 г. Л. С. Бергом (см. «Современное состояние рыболовства на Иссык-Куле», в кн. «Иссыккульская экспедиция», 1928, вып. 1. Л., АН СССР, 1930).

<sup>2</sup> По предварительным данным здесь окажется необходимым: а) увеличение пропускной способности головной части магистрального канала Ак-Улен на протяжении 1,5 км; б) переустройство главного водозабора из р. Чу для этого канала и в) сооружение трех ответвлений от главного канала и водораспределителя для них.



Фиг. 6. Одна из верхних улиц поселка Рыбачьего.



Фиг. 7. Поселок Рыбачье, Озерная улица.

Это позволит оросить значительно большую площадь, с охватом некоторых участков, лежащих почти прямо у Иссык-Куля.

Возможности обводнения рассматриваемых урочищ сильно возрастут после завершения строительства Орто-Токойского водохранилища на р. Чу (в 20 км от пос. Рыбачьего), предусмотренного директивами XIX съезда КПСС по пятому пятилетнему плану развития СССР.

По условиям рельефа урочище Ак-Улен для земледельческого освоения весьма удобно. Оно имеет почти идеально ровную поверхность с легким уклоном в сторону озера. Там развиты пустынные глинистые почвы. Правда, мощность почвенного слоя невелика, что заставит осмотрительно пользоваться водой.

Урочище Ак-Улен после орошения можно будет использовать для полеводства с посевами различных культур, в том числе и люцерны, особенно необходимой для увеличения кормовых ресурсов животноводства. Этой же цели может служить и залужение непригодных для пахоты участков, что явится первым этапом на пути к их последующему земледельческому использованию.

Залужение ныне бесплодных глинистых и галечниковых поверхностей в западном Прииссыккулье имеет особенно большое значение в связи с обычной бесснежностью или малоснежностью этих мест. Таким путем могут быть созданы сенокосы и зимние выпасные площадки для скота.

Водами р. Чу может быть орошено и урочище Кутемалды. В настоящее время оно покрыто зарослями жесткого чия, растущего на своеобразных высоких кочках. Этот чий может быть раскорчеван и урочище с помощью обработки дисковыми боронами превращено в пахотопригодную площадь. Опыт такой обработки соответствующих участков имеется у совхоза Кок-Мойпак.

Осуществление указанных мероприятий в западной приозерной зоне Иссык-Куля (вокруг Рыбачьего и в урочищах Ак-Улен и Кутемалды) сильно улучшит хозяйственные условия этого важного экономического района Иссык-Кульской области и облегчит решение многих хозяйственных задач, связанных с дальнейшим развитием поселка Рыбачьего.

Важное значение с той же точки зрения имеет создание в этом районе ветрозащитных лесонасаждений, способных смягчить влияние господствующих в этой зоне сильных ветров со стороны Боамского ущелья.

Окрестности Рыбачьего, как и все западное Прииссыккулье, совершенно безлесны. Между тем, по многим данным, лесона-



Фиг. 8. Приусадебный участок одного из домов Озерной улицы.



Фиг. 9. Вид со стороны озера на прибрежные усадебные участки и окаймляющую их луговину.

саждение на западе Иссык-Куля может быть проведено на значительных площадях.

В 1951 г. в Иссык-Кульской области велись исследования условий для лесонасаждения в приозерной зоне. Материалы предварительного обследования двухкилометровой полосы вокруг озера свидетельствуют о полной возможности создания вокруг Иссык-Куля зеленого пояса (фиг. 10).



Фиг. 10. Полезащитная лесная полоса на побережье Иссык-Куля, в одном из районов Иссык-Кульской области.

Наиболее благоприятные условия для насаждения различных видов древесных пород имеются в восточной, южной и северной частях приозерной полосы. Но достаточно возможностей для этого есть и на западе. Местами посадок здесь могут служить трассы существующих и будущих ирригационных каналов, русло Кутемалды, приозерная полоса с высоким уровнем грунтовых вод и ряд других участков, в том числе и покрытых в настоящее время галечником или щебенкой, и наконец, прирусловая зона р. Чу.

В состав древесных пород могут войти многие виды деревьев, в первую очередь быстро растущие тополь и карагач. Может быть использован тутовник, в некоторых случаях грецкий орех, а также различные кустарники. Под защитой небольших лесопосадок можно будет высаживать плодовые деревья, создавать небольшие сады, садить смородину, крыжовник. На полную возможность произрастания плодовых, в частности яблонь, в районе

Рыбачьего указывает опыт жителей поселка, а также фруктовый сад у дорожного участка в месте отвода из р. Чу арыка Ак-Улен.

Конечно, в отдельных случаях подготовка участков под фруктовые насаждения потребует проведения работ по улучшению почв. Но они будут полностью оправданы урожаями плодовых садов.

Создание «зеленой зоны» к западу от пос. Рыбачьего также будет содействовать улучшению хозяйственных условий этого растущего и весьма перспективного экономического центра Прииссыккуля.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие . . . . .	3
Э. М. Мурзаев и С. Н. Рязанцев, П. П. Семенов-Тянь-Шанский . . . . .	5
М. А. Глазовская. К истории развития современных природных ландшафтов внутреннего Тянь-Шаня . . . . .	27
И. П. Герасимов. Палеогеографическая загадка Иссык-Куля . . . . .	69
Г. А. Авсюк. К вопросу о возможности искусственного усиления таяния ледников на Тянь-Шане . . . . .	84
М. И. Иверонова. Некоторые результаты исследования современных процессов сноса и сложений в Тянь-Шане . . . . .	105
М. И. Иверонова. Снежные обвалы в Терской-Ала-Тау . . . . .	128
М. А. Глазовская. Особенности выветривания и почвообразования во внутреннем Тянь-Шане . . . . .	144
Р. П. Зими́на. Узкочерепная полевка на высокогорных пастбищах Тянь-Шаня . . . . .	160
С. Н. Рязанцев и О. А. Воронцова. Некоторые вопросы хозяйственного освоения западного Прииссыккуля . . . . .	187

*Утверждено к печати  
Институтом географии  
Академии Наук СССР*

Редактор издательства *В. С. Вольнская*  
Технический редактор *И. М. Русина*  
Корректор *В. Г. Богословский*

\*

РИСО АН СССР № 26—238. Т-02530. Издат. № 3900  
Тип. заказ № 982. Подп. к печ. 16/III 1953 г.  
Формат бум. 60×92 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 6,5. Печ. л. 13.  
Уч.-издат. 2,5. Тираж 3000.

*Цена по прейскуранту 1952 г. 9 р. 80 к.*  
2-я тип. Издательства Академии Наук СССР  
Москва, Шубинский пер., д. 10