**ГЛАВА 11 ИНДИКАЦИОННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ГОРАХ**

Геоботанические индикационные исследования в горах пока распространены мало. Причиной этого является орофизиономичность многих горных ландшафтов, т. е. преобладающее физиономическое значение в них форм рельефа. Поэтому сейчас в горах индикационная геоморфология имеет большее значение, чем индикационная геоботаника. Однако, по мере того как исследования в горах будут становиться более детальными и крупномасштабными, геоботаннческая индикация приобретет более важную роль.

Одной из важных индикационных закономерностей в горных ландшафтах является специфичность индикационных связей в каждом высотном поясе. Это положение особенно четко заметно на примере индикации горных пород. Исследования М. В. Культиасова в Западном Тянь-Шане, М. Г. Попова в Тянь-Шане и О. А. Осиповой в Восточном Саяне показали, что одна и та же горная порода в сходных условиях экспозиции, но в разных высотных поясах может характеризоваться господством специфических, несходных друг с другом, растительных сообществ. Так, по наблюдениям О. А. Осиповой, в сходных условиях экспозиции на песчаниках жайминской свиты в высокогорном поясе распространена ерниковая тундра с редкими экземплярами кедра и ковром голубики и лишайников из родов *Cladonia* и *Alectoria*, на той же породе в верхнем средне-горном поясе господствует кедровый лес с подлеском из жимолости и ковром зеленых мхов. На диоритах в первом из указанных поясов преобладает лесотундра с рододендроном золотистым, водяникой и баданом, а во втором - березово-лиственничный лес с густым травостоем из вейника лесного.

Таким образом, если попытаться составить единую индикационную схему даже для одного макросклона Восточного Саяна без учета поясной структуры горных ландшафтов, то результаты будут противоречивы и неопределенны, так как одна и та же порода будет определяться по различным индикаторам. Если же составлять отдельную индикационную схему применительно к каждому из поясов, то различия в растительном покрове на разных породах становятся вполне отчетливыми. Так, в том же районе на двух соседних участках не далее 1 км друг от друга в высокогорном поясе на известняках была развита тундра с рододендроном золотистым, ивами и различными осоками, а на гранитах - лесотундра с пышным сомкнутым разнотравьем при участии бобовых; часты были папоротники. Указанные закономерности требуют того, чтобы индикационные исследования в горах начинались не ранее, чем установлены границы отдельных высотных поясов. Если они неизвестны, то необходимо установить их, используя аэрофотоматериалы и аэровизуальные наблюдения.

Однако кроме изменчивости экологических условий, подчиняющейся высотной поясности, в горах существуют локальные изменения, вызванные иными причинами и в особенности сменой различных горных пород и влиянием экзогенных процессов. Система выбора ключевых участков должна учесть и эти явления. В связи с этим нужно выбирать в горах два типа ключевых участков, а именно участки общего и специального назначения. Первые выбираются в каждом из высотных поясов, располагаясь цепью от его верхней границы до нижней. В совокупности они образуют систему, пересекающую макросклон горного массива от вершины до подножия, параллельно основному направлению стока. Участки эти должны быть равновелики, ориентированы в виде полос вдоль склона и располагаться на одной линии, являясь как бы фрагментами огромного профиля через весь макросклон. Ключевые участки специального назначения выбираются для учета локальных экологических условий на тех площадях, где предварительное дешифрирование вскрыло наибольшую сложность аэрофотоизображения и где можно предполагать наличие отклонений от общих высотнопоясных закономерностей. Размеры этих участков сильно варьируют, а расположение их не зависит от ориентировки поясов.

Огромное влияние на распределение растительных сообществ в горах оказывает экспозиция склонов. Поэтому при выборе ключевых участков в горах особенно значительное внимание уделяется именно ей. Необходимо, чтобы индикационное значение каждого сообщества было изучено в условиях склонов всех тех экспозиций, в которых оно встречается. Все указанные причины заставляют значительно увеличивать число ключевых участков в горах и несколько осложняют индикационные исследования как при выявлении индикаторов, так и при съемке.

Для горных ландшафтов также характерна исключительно тесная связь растительного покрова с рельефом, формы и расчлененность которого часто оказываются ведущими факторами в размещении фитоценозов. Поэтому в горах особенно четко выражены геоморфологически обусловленные ряды сообществ; и здесь особенно большое значение приобретает детальное профилирование как метод исследования. Даже при определении площадей ключевых участков целесообразно придавать им очертания удлиненных прямоугольных полос типа трансект, так что они превращаются в укрупненный профиль, проложенный вкрест рельефа. Тесная связь растительности и рельефа обусловливает и другую особенность индикации в горах, а именно приобретение ею не чисто геоботанического, а комплексного характера. Разделение геоботанических и геоморфологических индикаторов оказывается очень трудным, и они используются обычно совместно. Таким образом, индикаторами в горах становятся большей частью эктоярусы отдельных микроландшафтов или элементарных ландшафтов.

Наконец, следует отметить известную сложность применения аэрометодов в горах. Горные аэрофотоснимки в силу резкой расчлененности рельефа испытывают значительное искажение, что затрудняет дешифрирование и требует тех или иных их преобразований и уточнений. Условия полетов на малых высотах в горах не безопасны, и это осложняет проведение аэровизуальных наблюдений. Тем не менее, несмотря на все препятствия, использование аэрометодов при индикационных исследованиях в горах необходимо, так как без них наименее доступные участки высокогорий останутся неисследованными.

**11.1 ИНДИКАЦИЯ ПОЧВ В ГОРАХ**

Существует значительное количество работ, рассматривающих связь растительных сообществ с почвами гор. Однако в большинстве случаев эти работы касаются лишь одного или двух поясов, и в них не прослежена связь почв и растительности по всем поясам. Кроме того, большая часть этих исследований не имела индикационного характера и связи почв и растительности не анализировались с помощью методов индикации, не определялась достоверность индикации и т. д. Одним из немногих специальных исследований возможности геоботанической индикации почв в горах является работа Ф. Д. Алахвердиева. Им последовательно изучено методом ключевых участков индикационное значение растительности во всех поясах гор в бассейне рек Курах и Гюльгерычая (Дагестан) в целях использования индикации при ориентировочном полевом выделении почвенных контуров в ходе картографирования почв в труднодоступных частях гор (табл. 33).

В табл. 33 и индикаторы и индикаты понимаются очень ге-нерализованно; характеристика растительности нередко имеет чисто физиоломический характер, без подробного анализа флористического состава. Все это позволяет использовать эти данные главным образом для рекогносцировки или для съемки средних или мелких масштабов. Положительной чертой такого обобщенного подхода является выделение таких индикаторов, которые безошибочно дешифрируются на аэрофотоснимке.

**11. 2 ИНДИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

Геоботаническая индикация горных пород применяется очень широко при инженерно-геологических съемках в горах. В качестве индикаторов используются преимущественно те сообщества, в которых господствуют деревья, кустарники, полукустарники, корневая система проникает на значительную глубину - до материнской почвообра­зу­ю­щей породы и даже глубже. При индикации пород, почти незамаскированных почвенным покровом, большое значение приобретают лишайники и мхи.

Таблица 3$

**Индикационная схема для ориентировочного полевого выделения почвенных контуров в бассейне рек Курах и Гюльгерычай (Дагестан)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Высотные пояса (подтипы ландшафта) | Индикаторы | Индикаты |
| Степной | низкоосоково-типчаковые степи | типичные каштановые почвы |
| стройнопырейно-полынно-типчаковые степи | светло-каштановые почвы с повышенной скелетностью и содержанием гумуса менее 3% |
| дубовое мелколесье в сочетании с зарослями держи-дерева | коричневые типичные и выщелоченные почвы |
| Лесостепной | дубовое мелколесье | горно-лесные бурые почвы |
| заросли держи-дерева | горные коричневые (преимущественно среднемощные) почвы |
| полынно-ковыльно-типчаковые степи | горно-степные маломощные почвы |
| полынно-стройнопырейные степи | горно-степные почвы (оценка мощности невозможна) |
| родниковые болота с господством щучки, тростника и различных осок | луговые почвы в состоянии постепенного заболачивания |
| Субальпийский | низкоосоковые пестроовсяничные луга с богатым разнотравьем | горно-луговые черноземовидные среднемощные почвы |
| низкоосоково-пестроовсяничные луга с бедным разнотравьем | горно-луговые типичные средне-мощные почвы |
| осоково-пестроовсяничные луга | горно-луговые типичные почвы |
| вейниково-пестр оовсяничные луга | горно-луговые почвы |
| Альпийский | луга с господством кобрезии персидской | горно-степные маломощные слаборазвитые почвы |
| белоусоные кочкарники и ковры альпийских высокогорных видов | скопления щебня, заболачивающиеся под влиянием застоя влаги |

Истоки литоиндикационных исследований в горах следует искать в работе А. Н. Краснова о растительности Восточного Тянь-Шаня, и в сериях исследований Н. Н. Альбова о флоре известняков Кавказа, и М. Г. Попова о растительности Южного Туркестана. Однако эти ученые не ставили перед собой специальных индикационных задач. Современное развитие литоиндикации в горных ландшафтах связано с исследованиями С. В. Викторова, П. Л. Горчаковского, Е. В. Сохадзе и Р. П. Тарасова. В индикации горных пород аюжно различить два уровня детальности исследований: ориентировочную региональную индикацию по господству определенных жизненных форм и детальную локальную индикацию по сообществам или индикаторным группам видов. Первая основана на преобладании на некоторых группах горных пород представителей определенных жизненных форм. В данном случае жизненные формы понимаются довольно широко и преимущественно физиономически. Например, для плотных карбонатных пород (известняков, мраморов) большей части гор юга Средней Азии характерно господство ксерофильных деревьев (арча, фисташка, каркас), различных жестколистных кустарников: миндаль бухарский и колючейший, вишня карликовая, кизильник и жимолость Альтмана, крушина Палласа, крушина Синтениса (Викторов, 1955) и эфедры хвощевидной. На гипсоносных породах, представленных пестроцветной толщей песчаников и глин, развиваются сообщества с господством сочных травянистых полукустарниковых и, реже, кустарниковых галофитов и гипсофи-тов: климакоптер (шерстистой, толстой и др.), ежовников (усеченного, шерстистоногого и др.), парнолистников (бухарского, туркменского, портулакового, крупнокрылого), реомюрии кустарниковой и др. Сочетание этих видов настолько своеобразно, что известный исследователь Средней Азии М. Г. Попов (1940) описал его под названием «флоры пестроцветных толщ (красно-песчаниковых низкогорий)». С незначительными изменениями господство этих форм на известняках и гипсоносных породах прослеживается от Копетдага, Малого и Большого Балхана, через останцовые горы пустыни Кызылкум до Мангышлака. Некоторые черты описанной связи прослежены А. Л. Тахтаджаном и за пределами Средней Азии, на пестроцветах Закавказья. Таким образом, данные индикаторы довольно устойчивы.

В нижних поясах гор и предгорьях постоянными индикаторами суглинков являются сообщества опушенных полукустарников, главным образом полыни из подрода Seriphldium. Там, где механический состав облегчается до супесей л песков, это отмечается массовым развитием злаков (преимущественно ко-вылей).

Однако такие общие литоиндикационные закономерности имеют значение лишь при составлении мелкомасштабных обзорных карт и при дешифрировании сильно уменьшенных репродукций фотосхем. Для полноценной литоиндикации необходимо выявление геоботанических индикаторов в ранге ассоциаций или групп ассоциаций. Это сделано для многих районов СССР, но составленные индикационные схемы имеют узкорегиональный характер, и даже краткий обзор их всех не представляется возможным. Чтобы дать представление о степени детальности расчленения растительного покрова в таких схемах, в табл. 34 приведены данные, полученные С. В. Викторовым (1955) для меловых гор Чир-Кала (Казахстан). Составленная им индикационная схема включает в себя сведения как по индикации пород, так и почв.

Р. П. Тарасовым разработана очень детальная схема для индикации различных пород в хребте Малый Балхан (Туркмения), а Е. В. Сохадзе - для известняковых гор Грузии.

Обнажения пород в горах часто бывают замаскированы ко-рами выветривания, затрудняющими распознавание их. В этих случаях можно использовать в качестве индикаторов некоторые индикаторные группы видов, поселяющиеся на выветрелой поверхности породы. Для Среднего Урала (табл. 35) некоторые из подобных индикаторов выявлены П. Л. Горчаковским (1969).

Таблица 34

**Литоиндпкационная схема гор Чир-Кала**

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторы | Индикаты |
| Заросли карликового саксаула Лемана | ожелезненные песчаники, перекрытые маломощным ортоэлювием |
| Степь с житняком сибирским, ковылем каспийским, кохией простертой | ожелезненные скелетные примитивные песчаные почвы, подстилаемые продуктами выветривания песчаников |
| Заросли ежовника мелового | мел и мелоподобные мергели, слабо» затронутые выветриванием |
| Ассоциации с господством клоповника Мей-ера, левкоя пахучего, полыни солянковид-ной, скабиозы исетской, смолевки полукустарниковой, льнянки меловой | невыработанные почвы на мелах, подстилаемых толщей мелоподобных мергелей, мелов и иногда карбонатных опоковидных глин |
| Мозаичные сочетания -синузий поташника Шренка, каспийского, климакоптеры толстой и шерстистой, солянки многолистной, кермека полукустарникового, камфоросмы монпелийской | пухлые солончаки, подстилаемые гипсоносными глинами |

**11.3 ИНДИКАЦИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

В горах интенсивно развиваются различные геодинамические процессы, зависящие как от экзогенных, так и от эндогенных причин: горные породы разрушаются выветриванием, подвергаются трещиноватости, перемещаются под влиянием осыпных, обвальных, оползневых и селевых процессов. Исследованием этих явлений занимается инженерная геодинамика. Одним из вспомогательных методов в этои науке служит геоботаническая индикация.

Степень разрушения плотных пород выветриванием на ранних стадиях процесса можно ориентировочно оценить по густоте и сомкнутости моховых и лишайниковых ковров на поверхности породы. Это имеет определенное значение для прогнозирования обвалов.

Таблица 35

**Индикаторные группы видов на горных породах Среднего Урала**

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторные группы видов | Индикаты |
| Лук торчащий, гвоздика разноцветная, порезник сибирский | амфиболиты и гнейсы |
| Пузырник ломкий, щитовник Роберта, костенец зеленый и постепенный, сладкокорень обыкновенный, ракитник русский, кизильник черноплодный, дрок красильный | змеевики |
| Пырей отогнутоостый, тимофеевка степная, лапаатка распростертая, прострел желтеющий, подмаренник настоящий, астрагал датский, душица обыкновенная, очиток едкий и пурпурный | сланцы |

Подготовка обвалов обычно заключается в возникновении сети мелких трещин в той части скального массива, которая ослаблена внешними воздействиями. По наблюдениям А. В. Садова (1978), в Чаткальском хребте и Заилий-ском Алатау трещиноватость способствует возникновению скоплений мелкозема, каждое из которых, впитывая влагу и подвергаясь процессам замерзания и оттаивания, действует как клин, способствующий еще большему ослаблению породы. Скопления мелкозема в трещинах быстро заселяются мхами и лишайниками, и поэтому в тех местах, где налеты их гуще, сгущаются и трещины.

Среднее расстояние между талломами мхов и лишайников на участках максимальной трещиноватости в Чаткале колебалось около 10 см, так что мохово-лишайниковый ковер воспринимался на аэрофотоснимке как единое интенсивно темное пятно на фоне более светлой породы. По этому признаку можно выделить участки с мелкой, но густой трещиноватостью (эти участки в будущем явятся местами образования крупных трещин, по которым будет происходить отделение блоков породы от скального массива), т. е. распознать очаги будущих обвалов. Появление крупных трещин обозначается полосами зарослей жестколистных кустарников. При максимальном развитии они заметны и на аэрофотоснимке, но более надежно распознаются при наземных или аэровизуальных наблюдениях. Раскапывая трещины и измеряя их ширину, М. Батурова определила, что последняя пропорциональна поперечнику полосы кустарников, вытянутой по трещине. Поэтому по геоботаническим признакам можно оценить ширину трещины, не вскрывая ее.

В горах широко распространены процессы смыва почв. Пониженная проходимость горных ландшафтов затрудняет обнаружение и учет смытых площадей. Поэтому при определении их полезно применение растительных индикаторов. По исследованиям Ф. Д. Алахвердиева, в Дагестане каждый высотный пояс обладает специфическим набором показателей смытых почв. В степном поясе ими являются степи с господством бородача при значительном участии кустарников и заросли дер-жи-дерева, в которых присутствуют ноэа, кохия простертая, каперсы. В лесостепном поясе на смятых участках развиваются заросли подушковидных растений (главным образом различные виды эспарцетов) и прижатых к субстрату жестколистных кустарников и полукустарников из группы нагорных ксерофитов. В субальпийском -поясе признаком смытости служит засоренность лугов тимьяном Маршалла и фрагментами сообществ нагорных ксерофитов; при полной смытости развиваются почти чистые тимьянники. В альпийском поясе растительность на смытых участках отсутствует. Участки породы, естественно обнаженные, на которых почвенный покров и не сформирован, покрыты лишайниками и мхами. Там же, где идет постоянный смыв, лишайниковые и моховые налеты развиться не могут. По их отсутствию можно отличать первично обнаженные участки от вторичных, смытых. Большинство перечисленных индикаторов смыва хорошо заметно не только при наземных исследованиях, но и на аэрофотоснимках (заросли держи-дерева и подушковидных растений) или при аэровизуальных наблюдениях (бородачевые степи, тимьянники), что повышает их ценность при съемках.

Геоботанические индикаторы позволяют определить некоторые черты ранних стадий развития оползневых процессов, в частности образования так называемых оползней-блоков, т. е. смещения обособленных масс глинистых пород. Места, по которым будет происходить отделение оползня-блока от склона, по наблюдениям А. В. Садова в Кодрах (Молдавия), Чаткальском и Кураминскоя хребтах (Узбекистан), обозначаются прямолинейными или изогнутыми полосами сообществ с господством влаголюбивых видов. В Молдавии здесь господствуют тростник, ситники, пырей ползучий, ситняг, осоки, частуха; в Средней Азии - лох, тамариксы, тростник, солодка, верблюжья колючка, додарция восточная. Полосы эти хорошо заметны на аэрофотоснимках, так как фототон, создаваемый фреатофитами, значительно темнее, чем фототон склона. Фреатофиты появляются на обводненных контактах литологических разностей глинистых пород. Именно по этим переувлажненным неустойчивым частям склонов обычно и происходит отрыв оползневых блоков. Характер растительного покрова позволяет определить предрасположенность склона к оползневым процессам. В Западном Тянь-Шане показателями условий, благоприятствующих образованию оползней, являются злаково-богаторазнотравные луга с ежой сборной, ясенцом, группами боярышника и алычи, создающие ландшафт нагорной боярышниковой полусаванны. Здесь развиты мощные почвы, подстилаемые толщей рыхлых влажных суглинков, создающих большую нагрузку на склон и легко смещающихся. Эти сообщества типичны для теневых склонов. Сухие мелкозлаковые степи с зарослями жестколистных кустарников и группами арчевого стланика указывают на площади, где развитие оползневых процессов практически исключено.

Ценность всех перечисленных индикаторов заключается в том, что они позволяют хотя бы отчасти прогнозировать вероятность оползней. Если участки сообществ фреатофитов не образуют отчетливых поперечных полос, а имеют неправильные очертания, вытянутые <низ по склону, то они являются индикаторами так называемых оплывин - поверхностных смещений небольшого масштаба, возникающих в силу местного перехода переувлажненного грунта в текучее состояние. Растительность позволяет вести и ретроиндикацию оползневого процесса, т. е. определять места отрыва тел оползня через значительное число лет после завершения смещения блоков. Индикаторами старых снивелированных оползней являются висячие болота, лежащие в средней части склона, имеющие характерные трапециевидные очертания (хорошо заметные на аэрофотоснимке) и характеризующиеся господством тростника, камыша, череды, дербенника, вейника наземного. Болота эти возникают за телом оползня в силу торможения им стока.

Одним из наиболее грозных геодинамических явлений в горах оказываются сели. Определение очагов их возникновения имеет большое практическое знач&ние. Индикаторами антропо-генного селеобразования, связанного с уничтожением человеком естественной растительности, препятствующей формированию грязекаменных потоков, могут служить некоторые сообщества. К ним относятся реликтовые редколесья, по которым оказывается возможным проследить контуры исчезнувших лесов, и засоренные сбитые луга, заменившие горно-луговые формации.