**5 Лекция ИНДИКАЦИЯ МЕН ИНДИКАТОРЛАР ЭКСТРАПОЛЯЦИЯСЫНЫҢ ӨҢІРЛІК СИПАТТАМАСЫ**

Индикациялық байланыстардың көпшілігі өңірлік ерекшелігімен сипатталады, яғни өңірдің қандай да бір аумағында (немесе кейде бір өңірде) байқалады. Өткен сабақтарда айтылғандай, индикатордың бұл ерекшелігі оларды ***панареалдық, өңірлік*** және ***локальді***  деп бөлуге себеп болды. Арнайы геоботаникалық индикациялық зерттеулерді әрбір табиғи өңір үшін жүргізу мақсат емес, өйткені ол кезде уақыт және шығын көп жұмасалады. Сондықтан ***индикациялық мәліметтерді экстраполяциялау*** ***(***распространение выводов, сделанных по результатам одной части исследования, на другие части) міндеті тұрады, яғни зерттелген аумақтардағы мәліметтерді сондай арнайы зерттеулер жүргізілмеген немесе зерттеулер жүргізу қиын, физика-географиялық жағдайлары ұқсас өңірлер үшін пайдалану. Экстраполяция негізгі екі көрсеткіш: *қашықтығы* және *толықтығы* (по дальности и полноте) бойынша әртүрлі болуы мүмкін. Е.В.Виноградов бойынша ***қашықтық экстраполяциясы*** дегеніміз – бұрын индикаторы анықталған аймақтан осыған дейін индикаторлық зерттеулер жүргізілмеген аудандарға таралу қашықтығы, яғни сол жаңа аудандардан анықталуы.

***Толықтығы бойынша*** мынадай экстраполяция түрлерін ажыратады:

1. ***Контуріші экстраполяциясы***, яғни индикатор мәнінің бұрынғы анықталған, сипаттама жасалған нүктесінен ғана емес, қауымдастықтың барлық контурынан және осы фитоценоз орналасқан басқа да көршілес учаскелерден анықталуы. Бұл қандай да бір ценоздың шекараларын анықтау үшін, зерттелетін учаскеге жақын орналасқан далалық индикациялық зерттеулер жүргізу кезінде үнемі жүргізіліп отыратын қарапайым операция.

2. ***Ландшафтіші экстраполяциясы*** – қандай да бір ландшафт ішіндегі (учаскелер арақашықтығы тіпті алыс болуы да мүмкін) индикатор мәнін сол қауымдастықтың барлық учаскелері үшін қолдану. Экстраполяцияның бұл түрін әдетте аэрофототүсірілімдерді дешифрлеу негізінде, кей жағдайда жерүсті немесе аумақты аэровизуальді рекогносцировка (осмотр и обследование местности) арқылы жүргізеді.

3. ***Өңірлік экстраполяция***, яғни бір өңірден анықталған индикатор мәнін осыған ұқсас басқа өңірде қолдану. Бұл жағдайда экстраполяция тек өңірдің физика-географиялық, ландшафттық, геоботаникалық және топырақ карталарын талдау арқылы анықталған, ұқсас ландшафттар арасында ғана, сондай ақ әдеби мәліметтерді пайдалану арқылы қолданылуы мүмкін.

4. ***Қашықтық экстраполяциясы***, яғни индикатор мәнін бір табиғи жағдайлардан одан айырмашылығы бар (бір зонадан басқа зонаға немесе бір материктен басқа материкке), басқа табиғи жағдайларға қолдану. Ол көптеген әдеби мәліметтер және карталық материалдар негізінде жүргізіледі. Экстраполяцияның бұл түрі сирек қолданылады.

Қашықтық бойынша экстраполяцияның келтірілген классификациясы көбіне өсімдіктер қауымдастықтарына, алайда жекелеген түрлер үшін де қолданылуы мүмкін. Н. Н. Преображенская экстраполяцияны толықтығы бойынша анықтауды ұсынды. ***Экстраполяция толықтығы*** - бұл индикациялық-геоботаникалық заңдылықтардың барлық суммасын немесе қандай да бір бөлігін бір ауданнан басқа ауданға тарату мүмкіндігі. Сонымен, толықтық жекелеген индикаторларға емес, олардың белгілі бір аудан көлеміндегі бүкіл жиынтығына қатысты сипаттама болып табылады. Осындай мазмұны бойынша оның қашықтық экстраполяциясынан айырмашылығы бар. Қандай да бір аудан үшін индикациялық-геоботаникалық заңдылықтардың суммасы әдетте өсімдіктер индикаторы және олар бойынша анықталатын индикаттары көрсетілген кесте түрінде беріледі. Мұндай кесте ***индикациялық схема*** (өткен сабақта көрсетілгендей –Индкаторлардың нақтылық шкаласы, Индикаторлардың маңыздылық шкаласы) деп аталады. Н. Н. Преображенская бойынша индикация толықтығы бір аудан үшін одан тыс жерде жасалған индикациялық схеманың қаншалықты қолданылуына байланысты анықталады. Мынадай индикациялық схемалар түрлерін ажыратады:

а) схеманың алғашқы жасалған аумағы (схеманың арнап жасалған ауданы) (область первоначальной констатации схемы (район, для которого она составлена));

б) схеманың өз мәнін толықтай сақтап қалатын, рұқсатты экстраполяция аумағы (площадь допустимой экстраполяции, для которой схема сохраняет свое значение полностью);

в) схеманың көп бөлігі өзінің маңыздылығын жоғалтпайтын, бірақ индикациялық ролін жоғалтып жатқан кейбір элементтері ғана бар шартты экстраполяция аумағы (площадь условной экстраполяции, где большая часть схемы сохраняет свое значение, но уже существуют отдельные элементы ее, утрачивающие индикационную роль);

г) схеманың көп бөлігі қолдануға келмейтін және өзінің маңыздылығын схеманың тек кейбір бөліктері ғана сақтап қалатын шекті шартты экстраполяция аумағы (площадь предельной условной экстраполяции, где большая часть схемы неприменима и свое значение сохраняют лишь немногие ее части)

Индикаторлар экстраполяциясының проблемасы – индикациялық геоботаникадағы ең күрделі мәселелердің бірі. Олар әлі толықтай зерттелмеген. Бұл мәселені шешуга арналған жұмыстарда кейбір ерекшеліктерді сақтау шарттарына назар аударған дұрыс.

**1.** Экстраполяциялық схема жасау кезінде экстраполяцияның мақсатын нақты анықтап және индикатор мен индикацияның нысан ретінде көлемінің өзгермейтіні принципін сақтау керек. Сондықтан геоботаникалық индикаторлардың экстраполяциялық мүмкіндіктерін зерттеуде гидроиндикация, литоиндикация және топырақ индикациясын бір-бірінен тәуелсіз зерттеген дұрыс. Бір индикаторды әртүрлі индикатқа қатысты кешенді анықтауды жүргізу қиын және көбіне қателіктерге алып келеді. Бұл экстраполяцияның қашықтығын және толықтығын анықтауға да қатысты.

**2.** Индикациялық схемалардың толықтығын анықтау кезінде индикациялық схемаға кіретін қауымдастықтар мен қауымдастықтар тобының индикациялық мәнінің экстраполяциялық көлемі әртүрлі болатынын ескеру керек. Бұл біріншіден, қауымдастықтар ареалдарының аумағына байланысты. Кей жағдайда қауымдастық ареалының кіші болғаны соншалық, экстраполяция жасау мүмкін емес.

**3.** Экстраполяция толықтығы негізінен индикатор мен индикация нысандарына қолданылатын бірліктер көлемдерінің арақатынасына тәуелді. Индикат неғұрлым жақсы анықталған болса, анықтағыш сипаттамалары неғұрлым көп болса, экстраполяция көлемінің мөлшері де соғұрлым кіші болады. Мұндай жағдай идикатор бірлігі көлемінің өзгеруіне де қатысты. Индикатордың да, индикация нысандарының да сипаттамалары көп кезде экстраполяцияны оңай жүргізуге болады. Сондықтан индикациялық мәліметтердің экстраполяцисын жете/детально емес, кіші- және ортамасштабты зерттеулерде жүргізген дұрыс.

Экстраполяция кезінде әсіресе индикациялық геоботаника мен ландшафттық индикация арасындағы байланыс жақсы байқалады. Жоғарыда айтылғандай, ландшафт экстраполяция түрінің (ландшафтіші экстраполяциясы) мүмкіндігін анықтайтын және оның басқа түрінде (ұқсас ландшафттар бойынша өңірлік экстраполяция) маңызы жоғары көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Бірақ, бұған қарамай өсімдік индикаторлары ғана емес, территорияның сыртқы көрінісінің басқа да барлық физиономиялық элементтері қолданылған кезде экстраполяцияның барлық түрлері барынша толығырақ жүзеге асады. Өңірлік және қашықтық эстраполяциясы кезінде геоботаникалық, геоморфологиялық, антропогендік және кешенді ландшафттық индикаторларды бір-бірінен бөліп қарау мүмкін емес. Тек контуріші және ландшaфтіші экстраполяциясы ғана бірдей өсімдік индикаторларын қолдануға мүмкіндік береді.

Аумақтың ландшафттық құрылымын талдау өңірлік және қашықтық эстраполяциясының мүмкіндігін жүргізбей тұрып анықтауға көмектеседі. Бұл ландшафттардың карталарын алдын-ала дайындау арқылы қамтамасыз етіледі. Мұндай карталарды жасауда аэрофотосуреттер мен космофотосуреттер, көптеген ақпараттар пайдаланылады. Мұндай жұмыстар кезінде бір-бірінен қашық территориялар учаскелері аэрофотосуреттерінің ұқсастығына көп көңіл бөлінеді.

**ИНДИКАЦИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ**

Индикациялық мақсатта жүргізілетін геоботаникалық зерттеу әдістері негізінен жалпыға таныс нұсқаулардағы ((«Полевая геоботаника», т. 1, 2, 1959, 1960) әдістерге сай келеді. Алайда индикацияның алдында тұрған міндеттер кәдімгі геоботаникалық әдістерге біршама арнайы тәсілдер енгізуді қажет етеді (топырақты, топырақ асты қималарын, бұрғылауды (қолмен немесе механикалық бұрғылауды) көптеп дайындау). Осыған байланысты индикациялық геоботаниканың маманы тек топырақтануды ғана емес, жалпы геология, гидрология және инженерлік геология негіздерін, талдау нәтижелерін оқып білуді, талдауды білуі керек. Индикациялық геоботаниканың аэроәдістермен тығыз байланысы маманның аэрофотосуреттерді дешифрлеуді меңгеруін қажет етеді.

Чтобы использовать растительные индикаторы, следует или выявить их с помощью различных методов, или же воспользоваться уже выявленными индикаторами, сведения о которых сконцентрированы в каких-либо справочных источниках. После установления набора необходимых индикаторов, можно приступить к их использованию. Здесь возможны два пути. Один заключается в составлении особых индикационных карт. В легенде этих карт указывается значение каждого сообщества как индикатора условий, интересующих исследователя. Но путь этот довольно трудоемок, так как требует осуществления индикационных съемок, производимых специалистами-геоботаниками. Однако по достигаемым результатам он является одним из наиболее эффективных применений индикации. Другой путь более прост и заключается в применении индикаторов почвоведами, геологами, гидрогеологами в ходе их полевых маршрутов. Этот путь наиболее легок при наличии достаточно подробных индикационных справочников. Кроме того, его эффективность полностью зависит от того, насколько перечисленные специалисты знакомы с флорой и растительностью изучаемой ими территории. Сонымен, индикациялық геоботаникалық зерттеу әдістерін екі топқа біріктіруге болады:

**I. Индикаторларды анықтау әдістері (методы выявления индикаторов):**

а) экологиялық профилдер және негізгі учаскелер әдісі (метод ключевых участков и экологических профилей);

б) эталондар әдісі (метод эталонов);

в) ординация әдісі (метод ординации).

**II. Индикаторларды қолдану әдістері (методы использования индикаторов):**

а) индикациялық анықтағыштар көмегімен топырақтанушылардың, географтардың, геологтардың, гидрогеологтардың, жерге орналастыру, мелиорация, инженерлік-геологиялық іздестіру және табиғат қорғау саласындағы мамандардың маршрутты зерттеуі кезінде өсімдік индикаторларын қолданудың қосымша әдістері (методы вспомогательного использования растительных индикаторов при маршрутных исследованиях, производимых почвоведами, географами, геологами, гидрогеологами, специалистами, работающими в области землеустройства, мелиорации, инженерно-геологических изысканий и охраны природы с помощью индикационных справочников)

б) индикациялық түсірілімдер және арнайы карталар жасау әдісі (методы индикационных съемок и составления специальных карт).

**3.7 РЕГИОНАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ИНДИКАЦИИ И ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ИНДИКАТОРОВ**

Большинство индикационных связей и закономерностей имеет региональный характер, т. е. проявляется в какой-либо определенной группе регионов (или, реже, в одном регионе). В гл. 1 уже указывалось, что эта особенность индикаторов приводит к делению их на панареальные, региональные и локальные. Проведение специальных геоботанических индикационных исследований отдельно для каждого природного региона практически нецелесообразно, так как связано с большими непроизводительными затратами. Поэтому возникает задача ***экстраполяции (***распространение выводов, сделанных по результатам одной части исследования, на другие части распространение результатов, полученных из наблюдений над одной частью некоторого явления, на другую его часть***) индикационных данных***, т. е. распространения их с изученных территорий на аналогичные по физико-географическим условиям, не подвергнутые специальным исследованиям или недоступные для них. Экстраполяция может быть различной по двум основным показателям: дальности и полноте. Под дальностью экстраполяции Е. В. Виноградов понимает расстояние, на которое индикатор может быть распространен с той территории, где он выявлен, на непосещенные исследователем районы. По степени дальности он различает ряд видов экстраполяции.

1. ***Внутриконтурная экстраполяция***, т. е. распространение значения индикатора с тех точек описания, на которых он был выявлен, на весь контур данного сообщества и ближайшие прилежащие участки, занятые тем же фитоценозом; это простейшая операция, постоянно производимая при полевых индикационных исследованиях на основе установления границ участков одного и того же ценоза, лежащих вблизи от исследуемого участка.

2. ***Внутриландшафтная экстраполяция*** - распространение значения индикатора на все участки данного сообщества, лежащие внутри определенного ландшафта (причем удаление участков друг от друга может быть значительным); этот вид экстраполяции осуществляется обычно на основе дешифрирования аэрофотоснимков и, реже, путем наземной или аэровизуальной рекогносцировки территории.

3. ***Региональная экстраполяция***, т. е. распространение значения индикатора с одного региона, для которого он выявлен, на другие, более или менее сходные. В этом случае экстраполяция возможна лишь между ландшафтами-аналогами, степень сходства которых устанавливается путем анализа физико-географических, ландшафтных, геоботанических и почвенных карт изученного региона и регионов, на которые предполагается производить экстраполяцию, а также при использованиилитературных данных.

4. ***Дальняя экстраполяция***, т. е. распространение значения индикатора из одних природных условий на другие, существенно отличные (из одной зоны в другую или с одного континента на другой). Производится она на основе анализа большого количества литературных данных и картографических материалов. Этот вид экстраполяции пока очень редок.

Изложенная классификация экстраполяции по дальности применяется чаще к растительным сообществам, но может быть использована и для отдельных видов. И в том и в другом случаях речь идет об экстраполяции определенных индикаторов. Н. Н. Преображенская предложила оценивать экстраполяцию по полноте. ***Полнота экстраполяции*** - это возможность распространения с одного района на другой всей суммы индикационно-геоботанических закономерностей или лишь какой-то части их. Таким образом, полнота является синтетической характеристикой, относимой не к отдельным индикаторам, а ко всей совокупности их в пределах определенного природного района. Этим она отличается по своему содержанию от дальности. Сумма индикационно-геоботанических закономерностей для какого-либо района выражается обычно сводной таблицей, в которой перечислены растительные индикаторы и определяемые по ним индикаты. Такая таблица называется *индикационной схемой* (о составлении их см. гл. 3). Полнота индикации, по Н. Н. Преображенской, оценивается тем, насколько может быть использована индикационная схема, составленная для одного района, за его пределами. При этом различаются:

а) область первоначальной констатации схемы (район, для которого она составлена);

б) площадь допустимой экстраполяции, для которой схема сохраняет свое значение полностью;

в) площадь условной экстраполяции, где большая часть схемы сохраняет свое значение, но уже существуют отдельные элементы ее, утрачивающие индикационную роль;

г) площадь предельной условной экстраполяции, где большая часть схемы неприменима и свое значение сохраняют лишь немногие ее части.

Проблема экстраполяции индикаторов - одна из сложнейших в индикационной геоботанике. Исследована она еще недостаточно. Необходимо обратить внимание на некоторые условия, соблюдение которых необходимо при ее решении.

**1.** При осуществлении экстраполяционных построений надо четко определить предмет экстраполяции и ее цели и строго соблюдать принцип неизменности объема как объекта индикации, так и индикатора. Поэтому при изучении возможности экстраполяции геоботанических индикаторов целесообразно исследовать независимо друг от друга перспективы индикации почв, литоиндикации, гидроиндикации. Попытки комплексной оценки одного и того же индикатора одновременно в отношении разных индикатов трудно осуществимы и часто ведут к сшибкам. Эти соображения относятся к оценке как дальности, так и полноты экстраполяции.

**2.** При определении полноты экстраполяции индикационных схем следует иметь в виду, что площади экстраполяции индикационного значения ассоциаций и групп ассоциаций, входящих в индикационные схемы, очень различны. Это связано в первую очередь с различными размерами ареалов ассоциаций. В ряде случаев ареал ассоциации так мал, что может находиться в площади первоначальной констатации, и экстраполяция в силу этого невозможна. У ассоциаций, более распространенных в различных частях ареалов, может измениться их экология и сопряженность с объектом индикации, что связано с общеизвестными изменениями экологии видов в разных частях их ареалов. В целом связь вида с экологическими условиями несколько ослабевает в центре ареала я становится наиболее четкой на его границах. Следует считаться также с существованием у многих широко распространенных видов-эдификаторов фитоценозов мелких внутривидовых форм, являющихся объектами биосистематических исследований. Формы эти могут иметь известные различия в своих отношениях к окружающей среде.

**3.** Полнота экстраполяции в сильной степени зависит от соотношения объемов используемых единиц индикатора и объекта индикации. Чем определаннее индикат, чем большим числом характеристик мы его определяем, тем меньше размеры площадей экстраполяции. Аналогичные положения имеются и в отношении изменения объема единиц индикатора. Наиболее легко провести экстраполяцию, если имеет место значительная генерализация как индикатора, так и объекта индикации. Поэтому экстраполяция индикационных данных более уместна при мелко- и среднемасштабных исследованиях, чем при детальных.

При экстраполяции особенно отчетливо выступают связи между индикационной геоботаникой и ландшафтной индикацией. Как уже было отмечено, ландшафт является одним из показателей, определяющих возможность вида экстраполяции (внутриландшафтная экстраполяция) и приобретающих важное значение при другом ее виде (региональная экстраполяция по ландшафтам-аналогам). Но независимо от этого все виды экстраполяции осуществляются наиболее полно в тех случаях, когда используются не только растительные индикаторы, но и все прочие физиономические элементы внешнего облика территории. Отделение геоботанических, геоморфологических, антропогенных и комплексных ландшафтных индикаторов друг от друга при региональной и дальней экстраполяции практически невозможно, и только внутриконтурная и внутриландшафтная экстраполяция допускает применение одних растительных индикаторов. Анализ ландшафтной структуры территерии позволяет заранее определять возможности региональной и дальней экстраполяции, еще до их осуществления. Это обеспечивается заблаговременной подготовкой карт ландшафтов-аналогов. Составление таких карт производится с широким использованием информации, доставляемой аэрофотоснимками и космофотоснимками. При этом большое значение придается сходству аэрофоторисунка у территориально разобщенных участков земной поверхности (А. Викторов, 1986).

**ГЛАВА 4 МЕТОДЫ ИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Методы геоботанических исследований, производимых в индикационных целях, в основном соответствуют тем методам, которые изложены в общеизвестных руководствах («Полевая геоботаника», т. 1, 2, 1959, 1960). Однако особые задачи, стоящие перед индикацией, заставляют вносить в обычную геоботаническую методику некоторые специальные приемы. В частности, индикационные исследования характеризуются значительно более выраженной связью полевых геоботанических наблюдений с характеристикой экологических условий и поэтому большей частью сопровождаются известным числом разрезов, вскрывающих не только почвы, но и подпочвенные горизонты, и буровых скважин (ручного или механического бурения) для вскрытия неглубокозалегающих грунтовых вод. Производится отбор значительного числа проб почв, подпочв, горных пород и подземных вод для различных видов анализов. В связи с этими особенностями работ специалист по индикационной геоботанике должен быть в известной мере знаком не только с почвоведением, но и с основами грунтоведения, общей геологии, гидрогеологии и инженерной геологии, должен владеть методами чтения и интерпретации результатов анализов. Тесная связь индикационных исследований с аэрометодами требует от него знаний по дешифрированию аэрофотоснимков.

Чтобы использовать растительные индикаторы, следует или выявить их с помощью различных методов, или же воспользоваться уже выявленными индикаторами, сведения о которых сконцентрированы в каких-либо справочных источниках. После установления набора необходимых индикаторов, можно приступить к их использованию. Здесь возможны два пути. Один заключается в составлении особых индикационных карт. В легенде этих карт указывается значение каждого сообщества как индикатора условий, интересующих исследователя. Но путь этот довольно трудоемок, так как требует осуществления индикационных съемок, производимых специалистами-геоботаниками. Однако по достигаемым результатам он является одним из наиболее эффективных применений индикации. Другой путь более прост и заключается в применении индикаторов почвоведами, геологами, гидрогеологами в ходе их полевых маршрутов. Этот путь наиболее легок при наличии достаточно подробных индикационных справочников. Кроме того, его эффективность полностью зависит от того, насколько перечисленные специалисты знакомы с флорой и растительностью изучаемой ими территории. Таким образом, методы индикационных геоботанических исследований могут быть объединены в две группы.

**I. Методы выявления индикаторов:**

а) метод ключевых участков и экологических профилей,

б) метод эталонов,

в) метод ординации.

**II. Методы использования индикаторов:**

а) методы вспомогательного использования растительных индикаторов при маршрутных исследованиях, производимых почвоведами, географами, геологами, гидрогеологами, специалистами, работающими в области землеустройства, мелиорации, инженерно-геологических изысканий и охраны природы с помощью индикационных справочников;

б) методы индикационных съемок и составления специальных карт.

**4.1 ВЫЯВЛЕНИЕ ИНДИКАТОРОВ**

Единой общепринятой методики выявления индикаторов пока не существует. Из частных методик наибольшим распространением пользуются предложенная С. В. Викторовым, Е. А. Востоковой и Д. Д. Вышивкиным (довольно несложная, но дающая лишь ориентировочную оценку индикаторов) и изложенная в трудах Л. Г. Раменского, Б. М. Миркина, Г. С. Розенберга (более точная, но и более трудоемкая).

В настоящее время площадь территорий, для которых необходимо первичное выявление индикаторов, в пределах СССР сильно сократилась. Они сконцентрированы главным образом в высокогорьях, тундрах, пустынях, в сильно заболоченных районах. Однако при исследованиях, производимых в развивающихся странах, первичное выявление индикаторов используется очень широко. Оно применяется также и при поисках полезных ископаемых, так как растительные индикаторы их пока изучены недостаточно.

**4.2 МЕТОД КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ**

Метод ключевых участков применяется для первичного выявления индикаторов в тех случаях, когда в качестве инди-ката выступают природные объекты (или свойства их), имеющие сплошное повсеместное распространение, например почвы и горные породы. В этих случаях любое растительное сообщество обладает некоторой связью с этим объектом, и надо лишь

охарактеризовать степень определенности этой связи. Так, нельзя представить себе растительное сообщество, абсолютно независящее от почв, и вопрос об индикационной значимости его лишь сводится к выявлению обязательности его связи с определенной почвенной разностью и к оценке постоянства этой связи в пределах известной территории. Ключевым участком, по определению Д. Д. Вышивкнна (1977), является участок, характеризующий типичное, постоянно повторяющееся в данном районе сочетание нескольких растительных сообществ с типичными условиями рельефа, почв и других компонентов физико-географической среды. Наилучшим способом выбора ключевых участков является выделение их путем дешифрирования аэрофотоснимков. Для этого при начале исследований, еще до выезда в поле, производится предварительное камеральное дешифрирование. При этом исследователь просматривает комплект аэрофотоснимков с изображением территории, для которой предполагается выявить индикаторы, и обводит тушью границы всех видимых на аэрофотоснимке контуров, различающихся по характеру аэрофоторисунка. Таким образом уточняется, сколько типов аэрофоторисунков имеется на территории будущих работ, причем каждый тип аэрофоторисунка изображает собой определенное сообщество или комплекс сообществ.

Выбор ключевых участков производится с таким расчетом, чтобы на них были представлены в 3-5-кратной повторности все типы аэрофоторисунков. Обычно достичь этого путем выбора одного участка не удается, и поэтому избирают несколько участков. Практика показывает, что для площади одного листа карты масштаба 1: 100000 приходится выбирать не менее пяти участков, которые в сумме составляют около 20% площади работ. В своей совокупности эти участки являются как бы уменьшенной копией территории работ. Выбор ключевых участков по аэрофотоснимку обеспечивает их наибольшую типичность.

Если аэрофотоснимки отсутствуют, то выбор ключевых участков можно произвести по крупно- или среднемасштабным топографическим картам, используя указанные на них типы территорий (лесные насаждения, кустарниковые заросли, луга, болота, солончаки и др.). В каждом из таких типов следует выбирать от пяти до десяти участков, придавая им очертания узких длинных полос, пересекающих те контуры, внутри которых они выбираются. Однако надо иметь в виду, что даже и при соблюдении этих правил выбор ключевых участков по топографическим картам очень неточен и к нему можно прибегать лишь при полной невозможности получить аэрофотоснимки.

На ключевых участках производятся геоботанические описания на пробных площадях по методике, принятой в общей геоботанике для соответствующих объектов (лесов, лугов, песчаных массивов и др.). Пробными площадями должен быть охарактеризован каждый фитоценоз, встреченный на ключевом участке. На пробной площади или рядом с ней обязателен почвенный разрез, который описывается общепринятым методом по генетическим горизонтам с отбором проб. Если индикат - почвообразующая материнская порода или не глубоко залегающие грунтовые воды, то вскрытие их производится глубоким шурфом или скважиной ручного бурения с отбором проб для анализа. Кроме пробных площадей на ключевом участке описывается профиль, прокладываемый вкрест рельефа участка. Цель этого профиля - отразить распределение сообществ по рельефу. Желательно составление глазомерного плана каждого ключевого участка.

Практика показывает, что даже при значительном сгущении ключевых участков некоторое число сообществ остается неохваченным ими. Чтобы снизить число подобных пропусков, а также для выявления экологических рядов фитоценозов изучаемая территория пересекается несколькими профилями. Они располагаются вкрест рельефа и по возможности соединяют ключевые участки друг с другом, как бы связывая их в единую систему. При работе на профилях участки тех растительных сообществ, которые были уже встречены на ключевых участках, описываются только в геоботаническом отношении. Те же сообщества, которые ранее не встречались, описываются с той же степенью детальности, как и на ключевом участке (с почвенным разрезом или скважиной ручного бурения). При профилировании особое внимание обращается на границы между сообществами, на присутствие между ними промежуточных переходных полос (экотонов). Профиль зарисовывается в соответствии с общими приемами геоботанического профилирования. В конечном счете на профиле отображаются рельеф (в определенном масштабе), растительность (обычно внемасштабными значками), почвы и подстилающие их породы, первый от поверхности горизонт подземных вод (при неглубоком их залегании). Ниже линии профиля под отрезками, отвечающими определенным растительным сообществам, вычерчиваются после получения результатов почвенных и гидрохимических анализов диаграммы, отражающие свойства почв, горных пород и подземных вод.

В камеральный период, после того как все отобранные образны проанализированы, весь собранный материал подвергается заключительной обработке. Для этого все геоботанические описания группируются по сообществам, к которым они относятся (ассоциациям, группам ассоциаций и т. д.). Такой же группировке подвергаются все данные анализов почв, горных пород и подземных вод. Число описаний, сопровождаемых анализами, для одного и того же сообщества с использованием всех данных, полученных на ключевых участках и профилях, при первичном выявлении индикаторов должно быть не менее 50; желательно, чтобы оно было более значительным. Для каждого сообщества вычисляются основные характеристики его значения как индикатора - достоверность, значимость в отношении к определенномуиндикату. В итоге составляется сводная таблица, называемая индикационной схемой. В ней растительные сообщества располагаются в определенном порядке. В основу этого порядка может быть положена классификация сообществ или же какие-либо градации исследуемого индиката (например, степень или тип засоления почв и т. д.). Против каждого сообщества в соответствующих графах указываются характеризующие его показатели, те условия почв и пород, на которые он указывает, и его итоговая оценка.

**4.3 МЕТОД ЭТАЛОНОВ**

Часто приходится встречаться со случаями, когда индикат обладает прерывистым распространением, особенно если речь идет о поисках полезных ископаемых. Наиболее эффективной при подобных исследованиях оказывается та модификация ключевого метода, которая называется методом эталонов. Сущность ее заключается в том, что ключевые участки избираются в тех точках, где индикат заведомо присутствует. Эти ключевые участки называются эталонами. В этих точках производятся подробные описания растительности и путем их сравнения выявляются те повторяющиеся черты растительного покрова, которые сопряжены с индикатом. Метод эталонов требует очень детального описания растительности. Большое внимание в нем уделяется характеристикам фенологических явлений, а также появлению различных морфологических аномалий, так как присутствие определенных элементов чаще проявляется именно в этих особенностях. В остальном же исследование ведется так же, как и на обычных ключевых участках.

При экстраполяции индикаторов могут быть три случая:

а) использование индикаторов, выявленных в одном районе, в условиях другого, с ним не сходного;

б) использование выявленных индикаторов в районе, сходном с местом их первичного выявления;

в) использование индикаторов, выявленных в одной из частей определенного района, в других его частях. Районы понимаются при этом в физико-географическом смысле, а сходство - в смысле близости их природных условий. Первичное выделение здесь оказывается ненужным, однако описание некоторого числа ключевых участков (или эталонов) во всех случаях обязательно. Однако суммарное число описаний, которым следует располагать для каждого сообщества, во всех случаях различно: в первом оно обычно колеблется от 10 до 20, во втором - от 5 до 10 и в последнем - от 3 до 5. В остальном обработка материала сходна с описанной выше.

**4.4 ВЫЯВЛЕНИЕ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ И ИНДИКАТОРНЫХ ГРУПП МЕТОДАМИ ОРДИНАЦИИ**

Выше описаны методы, с помощью которых может быть выявлено индикационное значение растительных сообществ. Эти методы признаются некоторыми исследователями (Миркин, Розенберг, 1978; Миркин, 1985) недостаточно точными, так как при их применении используется малое количество описаний, не допускающее строгой статистической обработки материала, а увеличение числа описаний оказывается затруднительным, особенно при индикации горных пород и грунтовых вод ввиду невозможности массового бурения и глубокой шурфовки во всех растительных сообществах. Более точным методом выявления связи растительности и среды является, по мнению этих ученых, ординация, т. е. упорядочение видов (или сообществ) в виде рядов вдоль осей, отражающих количественные изменения определенных экологических факторов.

Ординация использовалась для оценки среды по растительности разными исследователями (в СССР - В. Н. Сукачев, Л, Г. Раменский, В. И. Василевич, Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, а за рубежом - X.Элленберг, Р. Уиттекер и др.). Большое значение для индикации имели ординационные исследования Л. Г. Раменского, создавшего школу геоботаников, применяющих его методы и в настоящее время. Так как Л. Г. Раменский рассматривал растительный покров как систему, изменяющуюся в пространстве непрерывно, т. е. как континуум, и не разделял ее на сообщества, то объектами ординации у него служили отдельные виды. Чтобы вести ординацию по Л. Г. Раменскому, все экологические факторы должны быть распределены в определенной последовательности по их важности для размещения видов. Сначала выбирается тот фактор, который считается наиболее важным, и подбираются списки видов, отвечающие крайним местообитаниям в экологическом ряду данного фактора (например, наиболее засушливых и наиболее увлажненных местообитаний). Между этими крайними списками располагаются все остальные промежуточные описания в порядке, отвечающем количественному изменению фактора, причем путем некоторых специальных приемов усредняется набор описаний и из них отбираются наиболее типичные. Осуществив ранжирование по одному, наиболее важному фактору, повторяют эту процедуру для того, который занимает второе место по влиянию на растительность, и так далее, пока не будет охвачен весь круг исследуемых факторов.

Анализируя этим способом растительный покров самых разных частей СССР, Л. Г. Раменский и его ученики создали экологические шкалы для индикации условий среды, широко, применяющиеся в практике. При ряде бесспорных достоинств этот способ выявления индикаторов имеет также и определенные слабые стороны. В первую очередь следует указать на то, что ступени некоторых факторов выделяются только качественно, без точной количественной характеристики, и поэтому выделение их имеет в известной мере произвольный характер. Также субъективно и отнесение одних факторов к более, а других- к менее важным. Наконец, оперирование лишь с видами и игнорирование существования сообществ почти исключают возможность применения этого способа выявления индикаторов в связи с аэрометодами (так как отдельные виды, в особенности травянистых растений, плохо различимы на аэрофотоснимках). Это ставит под сомнение достоверность исходного материала, так как нет уверенности, что для описаний выбирались типичные участки. Выбор мест описаний без ориентировки» по аэрофотоснимку недостаточно надежен.

Значительно более точен метод градиентного анализа, который применен для оценки связи растительного покрова со средой в наиболее строгом статистическом смысле Б. М. Миркиным и Г. С. Розенбергом (1978). Изменение фактора в ходе ординацни анализируется здесь не качественно, а путем конкретных измерений (т. е. непосредственно по результатам анализа отобранных образцов проб почв, грунтовых вод и т. д.). В итоге исследований выделяются индикаторные группы видов, в которые включаются лишь те, которые в ходе градиентного анализа обнаружили наибольшую экологическую информативность (т. е. наиболее четкую связь с изменением экологических условий). Метод градиентного анализа должен быть признан наиболее точным для выявления видов-индикаторов и их групп. Однако и здесь, как и при методе Раменского, остаются неустраненными два замечания: 1) необходимость набора очень большого числа описаний, что не всегда возможно; 2) отрыв набора пробных площадей для исходных описаний от аэрофотоизображения местности, что снижает их репрезентативность (представительство). Некоторым препятствием к выявлению ипдпкатороз методами градиентного анализа является довольно сложная количественная обработка материала, требующая хорошего знания математики и статистики. Вероятно, при расширении математической подготовки геоботаников этот метод будет находить большее применение.

При сравнительной оценке индикации по сообществам и индикации по пидам и их индикаторным группам видно, что выявление сообществ-индикаторов целесообразно в тех случаях, когда предполагается использование индикаторов для среднемасштабных съемочных работ при широком применении аэрометодов преимущественно в лесах, болотах, тундрах, пустынях, т. е. тати, где растительные сообщества достаточно хорошо различимы на аэрофотоснимке.Выявление же отдельных видов-индикаторов и индикаторных групп целесообразно в тех случаях, когда съемочные работы с применением индикаторов предполагается проводить в очень крупном масштабе, при котором распознавание распределения отдельных видов имеет большое значение и преимущественно в лугах и степях, т. е. в тех типах растительности, где аэрофотоизображения растительных сообществ не очень четки, и поэтому применение аэрометодов ограничено.