**4 - Лекция. ТҮРЛЕР МЕН ҚАУЫМДАСТЫҚТАРДЫҢ ИНДИКАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРІ**

Түрлер мен қауымдастықтардың индикациялық қызметтері дегеніміз, олардың индикатор болуға қабілеті болуы және олардың осы қабілетін іс жүзінде қолданбалы міндеттерді шешуге пайдалану. Жоғарыда айтылғандай, өсімдіктер түрлері олардың тіршілік орталарының жағдайлары туралы деректер беретін экологиялық түрлерге бірігеді. Сондықтан, өсімдіктер түрлерін пайдаланып индика-ция жасау табиғи жағдайларды анықтаудың маңызды формасы болып табылады. Кейбір индикациялық анықтағыштарда түрлердің индикациялық маңызына көп көңіл бөлінеді. Әсіресе бұл геоботаниктер емес, аралас (топырақтанушы, геолог) ғылым мамандары қолданатын, индикациялық қолданбалы жағынан жеңіл болғандықтан қауымдастықтарды анықтамай, жекелеген түрлерді қолдану оқу құралдарында кездесіп тұрады.

Іс жүзінде қауымдастықтың индикациялық қызметтеріне негізделген зерттеулер кең тараған. Айта кететін жайт, түрлер бойынша индикация мен қауымдастықтар бойынша индикация жасаудың арасында айтарлықтай қарама-қайшылық жоқ. Табиғатта қауымдастықты анықтау кезінде маңызды белгілердің бірі – көптеп өсетін және қауымдастықтың дамуында маңызды роль атқаратын қандай да бір түрлердің (доминанттар мен эдификаторлардың) болуы. Осылардың арасында қандай да бір экологиялық топтaрға жататын түрлердің басым болуы сол фитоценоздың индикациялық маңызын көрсетеді. Сондықтан түрлердің экологиясын зерттеу өсімдіктер жабынының құрылысы үшін континуум теориясы тұрғысынан да (үздіксіздік) дискретті тұрғыдан да (үздіксіздікке қарама-қарсы, үзіктілік) қажет (Поэтому изучение экологии видов в равной мере необходимо с позиций как теории континуума, так и дискретного, строения растительности). Егер индикацияның осы екі жақын бағытын салыстыратын болсақ, онда мынадай тұжырымдар жасауға болады:

1. Қандай да бір түрдің белгілі бір учаскеде болуы экологиялық тұрғыдан заңдылық та, қандай да бір себептермен (әсіресе түр молдығы аз кезде) кездейсоқ та болуы мүмкін; фитоценоз тарихи ұзақ уақыттар бойы дамуы нәтижесінде пайда болатындықтан қауымдастықтың болуы әрқашан да заңдылық болып табылады.

2. Түрлердің таралуы рельефке, топыраққа және ландшафттың басқа да компоненттеріне байланысты болғанымен, алайда түрлердің таралуы бәсекелес қарым-қатынастар және кездейсоқ себептер нәтижесінде бұл байланыстан ауытқуы мүмкін;

**ИНДИКАТОРЛАР МЕН ИНДИКАТТАРДЫҢ БАЙЛАНЫСЫН АНЫҚТАУ**

Индикатор жеке дара қаралуы үшін индикаттан жиірек кездесуі керек. Алайда бұл байланыс әртүрлі болуы мүмкін. Индикатор мен индикат арасындағы сандық байланыс ***индикатордың нақтылығы*** (достоверность) болып табылады. Қандай да бір өңір үшін индикатордың нақтылығын қолдану өте дәл болмағанымен қарапайым әдіс болып табылады. Ол үшін зерттелетін өңірдегі қауымдастықтың әртүрлі учаскелерінде сынамалы алаңшалардың сипаттамасы, топырақ қималары жасалып, топырақ сынамалары алынып, онша терең емес жерасты суларына дейін бұрғылау жасалады. Олардан да үлгілер алынып талдау жасалады, сондай ақ топырақтүзуші аналық жыныстардың және жерасты суларының үлгілері алынады. Алынған мәліметтерді статистикалық өңдеу нәтижесінде қауымдастықтың ***индикациялық нақтылық*** (достоверность) ***мәні*** анықталады. Бұл үшін зерттелген алаңшалардың саны жеткілікті болу керек.

Егер қауымдастықтың индикациялық мәні бірінші рет анықталып жатса, онда су мен топырақтардың сынамалары алынған және топырақ қималары жасалған кем дегенде 50 сипаттама болу керек. Егер тексеру бұрын белгілі болған индикаторда жүргізілсе, онда сипаттама 5-10-ға дейін қысқаруы мүмкін. Индикатордың нақтылығын анықтау үшін әртүрлі шкалалар бар. Қарапайым және кең тараған шкаланың бірі төмендегі кестеде (кесте 1) көрсетілген. Индикатордың нақтылығын зерттелетін индикатор мен индикаттың бірге кездесуі және индикатор индикатсыз кездескен жағдаймен арақатынасының пайыздық негізінде беріледі. Зерттелген сынамалы алаңшалардың жалпы саны 100% деп алынады.

кесте 1

**Индкаторлардың нақтылық шкаласы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сынамалы алаңдардың жалпы саны (%) | | Нақтылық дәрежесі |
| индикатор мен индикаттың байланысы бар | индикатор мен индикаттың байланысы жоқ |
| 100 | 0 | аса жоғары (абсолюттік индикатор) |
| 90-нан көп | 10-нан аз | жоғары (сенімді индикатор) |
| 75-тен 90-ға дейін | 10-нан 25-ке дейін | жеткілікті (қанағаттанарлық ин дикатор) |
| 60-тан 75-ке дейін | 25-тен 40-қа дейін | төмен (күдікті индикатор) |
| 60-тан аз | 40-тан көп | өте аз (индикация болуы мүмкін емес) |

Абсалюттік идикаторлар сирек. Нақтылық дәрежесі жоғары және жеткілікті индикаторларды қолданған жөн. Индикатордың әртүрлі индикатпен байланысы тәуелсіз, әрбір индикат үшін жекелей анықталу керек. Өйткені қандай да бір индикатпен байланысы жоқ қауымдастық басқа индикатпен өте тығыз (мысалы, топырақ жағдайына индифферентті фреатофиттер жерасты сyларының минералдығы мен орналасу тереңдігімен) байланыста болуы мүмкін.

Егер индикатор мәні алғаш рет анықталып отырса және жиналған мәліметтер жеткілікті болса, онда индикатор мен индикат арасындағы байланыстың әртүрлі коэфициенттерін, өсімдік пен орта байланысының сенімділігін көрсететін, алынған мәліметтерді біршама дәл есептейтін әдістерді қолданған дұрыс. Бұл коэфициенттер индикациялық толықтыруларға сандық әдісті қолданудың келешегі зор екенін көрсеткен уфалық геоботаниктердің (Миркин, Розенберг, 1978; Миркин, 1985) еңбектерінде қарастырылған. Мұндай зерттеулерді іс жүзіне асыру индикатты сипаттайтын мәліметтерді көптеп жинау қиындығымен (бұрғылайтын және талдау жасалатын жұмыстардың көп, ауыр болуымен) түсіндіріледі.

Көптеген өсімдіктер қауымдастықтары үшін индикациялық мән анықталып қойылған және олар туралы деректер арнайы индикациялық анықтағыштарға енген. Бұл анықтағыштар үшін нақтылығы жоғары және жеткілікті индикаторлар таңдалып алынған.

Нақтылық индикатордың іс-жүзіндегі құндылығын толық көрсетпейді. Маңыздысы, индикаты бар белгілі бір аумақта индикатордың қаншалықты жиі кездесуі болып табылады. Бұл сипаттама ***индикатордың маңыздылығы*** (значимость) деп аталады. Егер индикаторлар сирек кездессе нақтылығы жоғары индикаторлардың маңыздылығы аз болуы мүмкін. Маңыздылықты шартты түрде анықтау үшін келесі шкала қолданылады (кесте 2).

кесте 2

**Индикаторлардың маңыздылық (значимость) шкаласы**

|  |  |
| --- | --- |
| Индикат өсетін аумақтағы индикатордың кездесу жиілігі  (индикат зерттелген учаскелердің %) | маңыздылығы |
| 90-100  75-90  50-75  10-50  10-нан аз | өте жақсы  жақсы  қалыпты  төмен  өте аз |

***Нақтылық және маңыздылық*** – бір-біріне тепе-тең ұғым емес. Нақтылықты анықтау кезінде (кесте 1) индикатор мен индикаттың байланысы бар учаскелердің пайыздық (%) жалпы саны анықталады. Маңыздылықты анықтау кезінде индикат зерттелген учаскелердің жалпы санынан (кесте 2) индикат өсетін аумақтағы индикатордың пайыздық (%) кездесу жиілігі анықталады. Индикаторларды іс-жүзінде қолдану үшін олардың нақтылығын да және маңыздылығын да білу керек.

**ФИТОЦЕНОЗДАР СЕРИЯСЫ – ПРОЦЕСТЕР ИНДИКАТОРЫ**

Индикация (индикат) нысаны тек топырақ, тау жыныстары, жерасты сулары ғана емес, әртүрлі процестер болуы мүмкін. Фитоценоздардың эколого-генетикалық қатары, яғни ортаның өзгеруіне байланысты өсімдіктер қауымдастығының уақыт бойынша бір-бірін жүйелі түрде кеңістіктегі ауыстыру қатарын ***процестер индикаторы*** деп атауға болады. Сонымен, эколого-генетикалық қатар кеңістікте жайылған (серия – сукцессия әсерінен уақыт бойынша қауымдастықтардың жүйелі ауысуы) қауымдастықтар сериясы (немесе серия бөлігі) болып табылады. Бұл қатарлар үшін олардың мүшелерiнің арасында генетикалық байланыстың болуы тән. Эколого-генетикалық қатар ретінде кеуіп жатқан немесе шөп басып жатқан су айдындарындағы немесе үгілу нәтижесінде бұзылып жатқан тау жыныстарының бетіндегі өсімдік жабыны (алғашқа сукцессия) мысал бола алады.

**Экологиялық сукцессия**

Қауымдастық құрылымы біртіндеп, белгілі бір уақыт ішінде құрылады. Егер тіршілік топырақта емес тау жыныстарында пайда болса, онда алдымен онда қыналар немесе пионерлік қауымдастық түзетін балдырлар қоныстануы мүмкін. Эрозия немесе тірі организмдер әсерінен мүктер, шөптесін өсімдіктер, сосын бұталар мен ағаштар өсетін топырақ қабаты түзіледі. Тағы бір мысал, ашық су айдындарының батпаққа айналуынан көл орнында алдымен батпақ, сосын қияқөлеңді шалғындық немесе орман түзілуі мүмкін.

Белгілі бір уақыт ішінде қауымдастықтар түзіліп және өзгеріске ұшырап тұрады. Олардың түрлік құрамы, әртүрлі топтағы организмдердің молдығы, трофикалық құрылымы, өнімділігі және басқа да көрсеткіштері өзгеріп отырады. *Бір биоценоздың екінші биоценозбен жүйелі түрде ауысуын* ***экологиялық сукцессия*** *(*латынша *succession - ауысу) деп атайды.* Жалпы биоценоздардың бірін-бірі ауыстыру тізбегін *сукцессиялық қатар* немесе *серия* дейді. Сукцессияға мысал ретінде кішігірім көлдің батпаққа, одан орманға айналуын келтіруге болады.

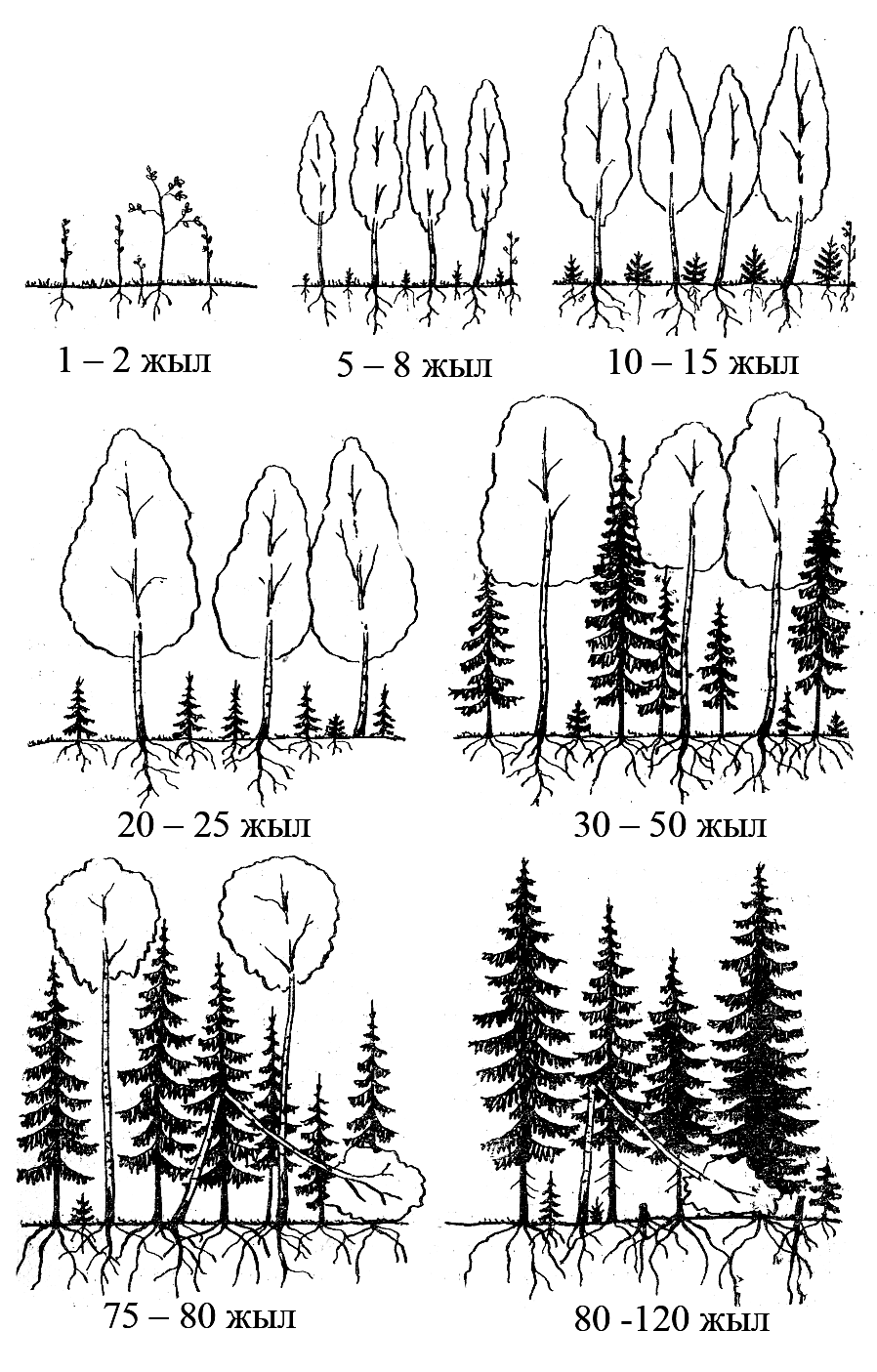
Экологиялық сукцессия - биоталық қауымдастық пен физикалық орта арасында тепе-теңдік орнайтын экожүйенің реттелген дамуы, оны болжауға болады. Экологиялық сукцессия бірнеше кезеңнен өтеді, солардың барысында биоталық қауымдастықтар бірінен соң бірі алмасып жатады. Сукцессия кезінде түрлердің алмасуының себебі, популяциялар қоршаған ортаны өзгертуге ұмтыла отырып, өзге популяциялар үшін қолайлы жағдайлар жасайды. Экологиялық сукцессия бары­сында организмдердің түрлік популяциялары және олардың арасындағы функциялық байланыстардың түрлері бірін-бірі белгілі заңдылыққа сәйкес кезеңді түрде және қайталанып алмастырып отырады.

Сукцессия - өсу, тұрақтану, климакс сатыларынан тұрады. Экологиялық сукцессияның автотрофты, гетеретрофты, ауто­генді, аллогенді, фитогенді, зоогенді, ландшафты, алапатты, антропогенді түрлері бар.

Қазіргі таңда сукцессияның *экзогенетикалық* және *эндо­гене­тикалық* түрлерін ажыратады. Экзогенетикалық сукцессия сыртқы абиотикалық немесе антропогендік (батпақтарды құрғату, сулардың ластануы) әсерлерден болуы мүмкін. Эндо­гене­тикалық сукцессия қауымдастықтағы байланыстар жүйесінің немесе құрылымының өзгеруі нәтижесінде болуы мүмкін.

Жалпы сипаты бойынша сукцессия алғашқы (біріншілік) және соңғы (екіншілік) болып бөлінеді.

***Бірінші реттік (алғашқы) сукцессия*** тіршілік иелері жоқ жерде: лава үстінде, сусымалы құмдарда, жартастарда, тасты жерлерде басталады. Бұл жерде алғашқы қоныстанушылардың (бактериялар, қыналар, балдырлар) рөлі зор. Олар тіршілік ету барысында аналық жынысты бұзып өзгертеді, топырақтың түзілуіне себеп болады. Өлген, шіріген организмдер біртіндеп жиналуы және үгілу әсерінен және тау жыныстарының үгілуі нәтижесінде мүктер өсетін топырақтың түзілуіне алып келеді. Мүктердің өсіп дамуы кезінде де топырақ түзілу процесі жалғаса береді. Қолайсыз жағдайлар кезінде де тіршілік ете беретін қарапайым қауымдастықтар түзіледі. Сөйтіп, организм­дер­дің алуантүрлілігі арта береді.



сурет. Қайыңды орманның шыршалы орманға ауысуы, (И. Н. Пономарева бойынша, 1978)

***Екінші реттік (соңғы) сукцессия*** бұрын жақсы дамып жетілген биоценоз орнында жүреді. Мысалы, өртенген орман, құрғатылған батпақ немесе бұзылған қауымдастықтар орнында. Әдетте мұндай жерлерде тіршілік ресурстарының бай қоры сақталады. Мысалы, өртенген жерде жарық сүйгіш өсімдіктер (гелиофиттер), олардың көлеңкесінде факультативті гелиофит­тер, сциофиттер өсе бастайды. Өсімдіктер жабыны жаңа түрлер өсетін топырақты құнарландырып, құрылымын жақсарта түседі. Екінші реттік сукцессия топырақ түріне байланысты тез немесе баяу жүруі мүмкін. Бұл процесс *климаксты қауымдастықтың (толық жетілген)* пайда болуымен аяқталады (сурет). Екінші реттік сукцессия кезіндегі өзгерістер жылдамдығы алғашқы сукцессиямен салыстырғанда әлдеқайда тез жүреді.

Қоңыржай климаттағы екінші реттік сукцессия процесі кезіндегі негізгі стадияларының ұзақтығы:

1 – шөптесін өсімдіктер жамылғысы стадиясы – шама­мен 10 жылға созылады;

1. – бұталы өсімдіктер стадиясы – 10-25 жылға созылады;
2. – жапырақты ағаштар стадиясы – 25-100 жылға созылады;

4 – қылқанжапырақты ағаштар стадиясы – 100 жылдан асады.

Сукцессия – барлық қауымдастықтарға тән, белгілі бір стадия­лар­да жүретін, жалпы өзгерістерді қамтитын бағытталған және заңды процесс.

Сукцессиялық өзгерістердің негізгі типтері мынадай:

1 - сукцессия процесі кезінде өсімдіктер мен жануарлар түрлері үнемі өзгеріп отырады;

1. - сукцессиялық өзгерістер нәтижесінде организмдердің алуантүрлілігі артады;
2. - органикалық заттардың биомассасы артады.

Бір қауымдастықтың екіншісіне ауысу уақытының айқын айырмашылықтары бар. Орташа ендікте әдетте еменді немесе қарағайлы ормандардың түзілуіне 200 жылдай уақыт кетеді. Ерте басталған сукцессиялардың жылдамдығы кеш басталған сукцесияларға қарағанда әлдеқайда жоғары болады. Әдетте сукцессия қауымдастық биомассасының өсуіне, түрлік құрамының артуына алып келеді.

Өсімдіктер жамылғысында өсімдіктер қауымдастықтарының көптеген экологиялық қатарлары бар. Олардың арасында эколого-генетикалық қатар да, сонымен бірге – қатар мүшелері бір-бірімен ешқандай генетикалық байланыста болмайтын қатарлар да болады. ***Эколого-генетикалық қатарлар*** ***мынадай белгілері бойынша ажыратылады***:

1) көршілес фитоценоздардың біртіндеп ауысуы;

2) қауымдастықтардың бір-бірімен шекаралас учаскелерінде экологиялық реликтердің болуы.

Фитоценоздардың біртіндеп ауысуы – бұл көршілес қауымдастықтар арасында шекаралардың анық болмауы және қауымдастықтың кеңістікте ауысуы біртіндеп жүруі. Алайда бұл шешуші белгі емес, өйткені кейде қауымдастықтың учаскелерінің бір-бірімен генетикалық байланысы болмайды, алайда анық шекара да болмайды. Бұған қарағанда экологиялық реликтер біршама сенімді белгі болып табылады. Бұлар – бұрын болған фитоценоздан қалған жұрнағы ретіндегі жекелеген түрлер, жекелеген синузиялар (часть [фитоценоза](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B7) ([биоценоза](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B7)), совокупность особей одного [вида](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B8%D0%B4)) немесе микроценоздар (совокупность организмов, обусловленная наличием временного убежища или временных пищевых ресурсов) болуы мүмкін.

Эколого-генетикалық қатарда бірін-бірі ауыстыратын қауымдастық учаскелері қатар орналасқандықтан қатардың бастапқы кезеңінде қауымдастық тұтас учаскелер түрінде, ал кейінгі кезеңінде *экологиялық реликт* болып табылатын шашыранды фрагменттер түрінде ғана сақталуы мүмкін. Мысалы, кебе бастаған таяз сулы су айдынында қамыс пен қоғаның тұтас нулары (заросли), ал суы жоқ және қияқөлеңді төмпешіктер түзілген жерде, қияқөлеңдер арасында бұрын мұнда жағалық-сулы макрофиттері (растения сравнительно больших размеров) бар таяз су болғанын көрсететін тек қамысты және қоғалы учаскелер кездеседі. Кейде экологиялық реликттерді байқау қиын. Сондықтан эколого-генетикалық қатарды анықтау үшін алдымен қауымдастықтар шекарасының біртіндеп ауысатынын байқау керек. Ал сосын экологиялық реликттердің барын айқындау керек.

Далалық жағдайда шекара элементтері біртіндеп ауысатын және экологиялық реликттерінің болуымен сипатталатын әртүрлі эколого-генетикалық қатарлар кешен түрінде кездеседі. Әсіресе «циклді кешендер» (Павлов, 1931) маңызды, яғни кешеннің көршілес элементтерінде ортамен байланысы бойынша қарама-қарсы экологиялық реликттер кездеседі (мысалы, ксерофит-реликттер және реликт-гигрофиттер). Бұл осы кешендегі болып жатқан процестердің қайтымды екенін және экологиялық жағдайлардың циклді тұрақсыз екенін көрсетеді.

Эколого-генетикалық қатарлар әртүрлі процестердің индикациясы үшін қолданылады. Ең бастысы процестерді олар әлі онша жақсы байқалмайтын бастапқы кезеңдерінде анықтау керек. Өсімдік жабыны экологиялық жағдайлардың өзгеруіне реакциясы өте сезімтал болып келеді. Сондықтан табиғи жағдайдағы ландшафттың басқа компоненттері көрсете алмайтын кез-келген өзгерістердің индикаторы бола алады. Далалық индикациялық-геоботаникалық зерттеулер практикасында топырақтүзілу мен тау жыныстарының үгілуін, батпақтануды, тұздануды, селді, көшкінді және адам әрекеті арқасында ландшафттағы әртүрлі өзгерістерді анықтайтын процестер кезеңдерінің әртүрлі сатыларын анықтау үшін эколого-генетикалық қатарлар қолданылады.

Зерттеулер аэроәдістерді қолдану арқылы жүргізілсе индикация үшін фитоценоздардың эколого-генетикалық қатарлары емес, табиғи-аумақтық кешендердің (ТАК) қатарлары қолданылады. Бұл жағдайда қатар мүшелері тек өсімдік жабынымен ғана емес, ландшафттың басқа да физиономиялық компоненттері, әсіресе рельеф бойынша айырмашылығы болады. Мұндай қатарлар ландшафттық-генетикалық қатарлар деп, ол жоғарыда айтылған эколого-генетикалық қатарларға ұқсас болады.

**ИНДИКАЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ ВИДОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ**

Использование видов как индикаторов представляет интерес еще и в том отношении, что позволяет применить в индикационных исследованиях концепцию континуума, т. е. рассмотрение растительного покрова как некоторого непрерывного целого, изменяющегося в пространстве постепенно, без резких границ между его частями. Сущность этой концепции формулирует Р.Уиттекер (1980): «Широкие перекрытия экологических амплитуд и рассредоточенность центров распределения популяций вдоль градиента среды приводят к тому, что большинство сообществ непрерывно переходит одно в другое, и это случается гораздо чаще, чем образование определенных, ясно отграниченных друг от друга сообществ». Воззрения на растительный покров как на континуум разделялись многими выдающимися геоботаниками и особенно отстаивались Л. Г. Раменским.

В геоботанических индикационных исследованиях к этой точке зрения полезно обращаться, когда возникает необходимость производства работ с очень большой детальностью, требующей индикации весьма малых, слабозаметных изменений того или иного фактора. Чаще всего это имеет место при крупномасштабных работах на небольших площадях. Исключительно большое значение получает индикация по видам при выделении ореолов рассеяния определенных химических элементов и их соединений в связи с поисками полезных ископаемых и изучением загрязнения окружающей среды. Здесь индикаторами часто становятся не только ъиды, а даже более мелкие таксоны. Кроме того, необходимо отметить, что существуют некоторые типы растительности, для которых индикационная интерпретация концепции континуума дает большой практический эффект. Таковыми, например, являются луга. Поэтому, видимо, не случайным является то, что именно исследователи, уделявшие много внимания лугам (Л. Г. Раменский, Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг), наиболее полно развили эту точку зрения на растительный покров.

Преобладание среди них видов, относящихся к той или иной экологической группе, в большей мере определяет индикационное значение данного фитоценоза. Поэтому изучение экологии видов в равной мере необходимо с позиций как теории континуума, так и дискретного. строения растительности. Однако если сравнить эти два близких, но не вполне совпадающих направления индикации, то можно сформулировать следующие выводы.

1. Присутствие того или иного вида на определенном участке может быть закономерным, четко экологически обусловленным, но может быть и случайным, зависящим от эпизодического заноса (особенно при малых степенях обилия вида); присутствие сообщества всегда является закономерным, так как фитоценоз возникает вследствие длительного исторического развития.

2. Распределение видов хотя и связано с рельефом, почвами и прочими компонентами ландшафта, но в силу конкурентных взаимоотношений и эпизодических заносов может существенно отклоняться от этой связи, приобретая относительную самостоятельность; связь сообществ со всеми компонентами ландшафта значительно жестче.

Некоторые экологи, например Р. Уиттекер (1980), начав свои теоретические построения с констатации существования континуума, при переходе к решению практических задач приходят к представлениям о том, что «континуум разбит на типы», т. е. возвращаются, с известными оговорками, к представлениям о дискретности растительности. Эту точку зрения разделяет и Б. М. Миркин (1985).

**3.5 ОЦЕНКА СОПРЯЖЕННОСТИ ИНДИКАТОРОВ И ИНДИКАТОВ**

Чтобы индикатор мог рассматриваться как таковой, он должен встречаться чаще при наличии индиката, чем без него. Однако эта сопряженность может быть различной. Количественным выражением сопряженности индикатора и индиката является достоверность индикатора. Простейшим, но не очень точным способом определения достоверности индикатора применительно к какому-либо региону является следующий. На разных участках исследуемого сообщества в пределах данного региона производится описание пробных площадок, делаются почвенные разрезы, отбираются пробы почв, производится неглубокое бурение до грунтовых вод, отбираются и анализируются их образцы, а также и образцы материнских почвообразующих пород и грунтовых вод. Путем статистической обработки полученного материала определяется достоверность индикационного значения сообщества. Для этого необходимо, чтобы число изученных площадок было достаточно велико.

Если индикационное значение сообщества определяется впервые, то желательно иметь не менее пятидесяти описаний с разрезами и с пробами почв и вод. Если же производится проверка уже известного индикатора, то число описаний может быть сокращено до 5-10. Для оценки достоверности индикаторов существует много различных шкал. Одна из наиболее простых и распространенных шкал приводится в табл. 1. Оценки достоверности даются в ней на основе процентного соотношения случаев, в которых исследуемый индикатор и индикат встречены совместно, и тех, когда индикатор встречен без индиката; общее число исследованных пробных площадок принимается за 100%.

Таблица 1

**Шкала достоверности индикаторов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Общее число пробных площадок (%) | | Степень достоверности |
| с сопряжением индикатора и индиката | без сопряжения индикатора и индиката |
| 100 | 0 | наивысшая (абсолютный индикатор) |
| Более 90 | менее 10 | высокая (верный индикатор) |
| От 75 до 90 | от 10 до 25 | достаточная (удовлетворительный ин дикатор) |
| От 60 до 75 | от 25 до 40 | низкая (сомнительный индикатор) |
| Менее 60 | более 40 | ничтожная (индикация невозможна) |

Абсолютные индикаторы редки. Следует пользоваться индикаторами, имеющими высокую и достаточную степень достоверности. Сопряженность индикаторов с различными индиката-ми должна определяться независимо, обособленно для каждого из индикатов, так как сообщество, не обнаружившее связи с одним индикатом, может иметь очень прочную связь с другим (например, фреатофиты, индифферентные к почвенным условиям, имеют четкую связь с глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод).

Если значение индикатора определяется впервые и собранный материал достаточно велик (причем сбор его производился путем случайного выбора площадок, не связанных ни с определенным сообществом, ни с определенным индикатом), то целесообразно применить более точные методы обработки полученных данных, с вычислением различных коэффициентов сопряженности, отражающих надежность связи растения и среды. Подробно эти коэффициенты рассмотрены в трудах уфимских геоботаников, показавших перспективность количественного подхода к индикационным обобщениям (Миркин, Розенберг, 1978; Миркин, 1985). Практическое осуществление подобных исследований осложняется трудностью получения массового материала, характеризующего индикат (трудоемкость большого количества шурфовочных и буровых работ и большого числа анализов).

Для многих растительных сообществ индикационное значение уже определено, и сведения о них внесены в специальные индикационные справочники (см. гл. 2). Для этих справочников выбраны индикаторы, обладающие высокой и достаточной достоверностью.

Достоверность не определяет полностью практическую ценность индикатора. Важным является и то, насколько часто встречается индикатор в пределах площади, на которой присутствует индикат. Эта характеристика называется значимостью индикатора. Индикаторы, обладающие высокой достоверностью, могут иметь очень малую значимость, если они встречаются редко. Для ориентировочной оценки значимости применима следующая шкал (табл. 2).

Таблица 2

**Шкала значимости индикаторов**

|  |  |
| --- | --- |
| Частота встреч индикатора в пределах площади, занятой индикатом (% от исследованных участков индиката) | значимость |
| 90-100  75-90  50-75  10-50  Менее 10 | Отличная  Хорошая  Нормальная  Низкая  Ничтожная |

Достоверность и значимость - понятия не тождественные. При оценке достоверности (см. табл. 1) исходят из суммы участков, на которых зафиксирован индикатор, и определяют процент участков, на которых он сопряжен с индикатом. При определении же значимости (см. табл. 2) за целое принимается сумма изученных участков индиката и определяется частота встреч индикатора в их пределах. Для практического применения индикаторов надо знать и достоверность и значимость их.

**3.6 СЕРИИ ФИТОЦЕНОЗОВ КАК ИНДИКАТОРЫ ПРОЦЕССОВ**

Объектами индикации (индикатами) могут быть не только почвы, горные породы, подземные воды, но и различные процессы. Индикаторами процессов являются эколого-генетиче-ские ряды фитоценозов, т. е. пространственные ряды, в которых растительные сообщества располагаются рядом друг с другом в той последовательности, в какой они сменяются во времени в соответствии с изменениями среды. Таким образом, эколого-генетический ряд представляет собой серию сообществ (или часть серии), развернутую в пространстве (под серией при этом понимается последовательная смена сообществ во времени, вызванная одной сукцессией). Для этих рядов характерна генетическая связь между их членами. Примерами эколого-генетических рядов могут служить пояса, создаваемые растительностью в обсыхающих и зарастающих водоемах или на поверхности пород, разрушаемых выветриванием. По представлениям С. В. Викторова (1955), в пределах «поля породы», т. е. площади, однородной по своим литологическим условиям, в зависимости от хода процесса выветривания и почвообразования развивается серия фитоценозов, которые, несмотря на ряд различий, имеют известную флористическую общность и постепенно эволюционируют друг в друга так, что вся растительность «поля породы» образует единую взаимосвязанную систему. Это один из примеров развития эколого-генетического ряда.

В растительном покрове существует огромное число экологических рядов растительных сообществ. Среди них есть как эколого-генетические ряды, так и такие, в которых члены ряда не имеют никакой генетической связи друг с другом. ***Эколого-генетические ряды различаются по следующим двум признакам:***

1) плавность переходов соседних фитоценозов,

2) наличие экологических реликтов в граничащих друг с другом участках сообществ.

Под плавностью перехода подразумеваются некоторая неопределенность границ между соседними участками сообществ и постепенность смены сообществ в пространстве. Однако этот признак не является решающим, так как встречаются случаи, когда участки сообществ не имеют генетической связи друг с другом, но и не обладают четкими границами. Более надежным признаком служат экологические реликты. Это отдельные виды, или отдельные синузии, или целые микроценозы, существующие в виде мелких вкраплений в фон сообщества, занимающего данный участок в настоящее время, но являющиеся остатками фитоценоза, существовавшего здесь ранее.

Поскольку в эколого-генетических рядах участки сообществ, сменяющих друг друга, лежат рядом, то на более раннем отрезке ряда определенное сообщество представлено сплошным участком, а на более позднем - от него сохранились только разрозненные фрагменты, являющиеся экологическими реликтами. Например, в обсыхающем водоеме на мелководье могут быть сплошные заросли тростника и камыша, а там, где воды уже нет и сформировался осоковый кочкарник, среди него встречаются только небольшие тростниковые и камышовые участки, указывающие на присутствие здесь в прошлом мелководья с прибрежно-водными макрофитами. Заметить экологические реликты иногда довольно трудно. Поэтому для обнаружения эколого-генетических рядов целесообразно сначала обращать внимание на плавность границ (так как она более заметна), а позже уточнять первоначальные представления по наличию экологических реликтов.

В полевых условиях различные эколого-генетические ряды встречаются в виде комплексов, элементы которых имеют плавные границы и характеризуются присутствием экологических реликтов. Особенно важны так называемые «циклические комплексы» (Павлов, 1931), т. е. такие, в которых на соседствующих элементах комплекса встречаются экологические реликты, противоположные по характеру своей связи со средой (например, реликты-ксерофиты и реликты-гигрофиты). Это свидетельствует об обратимости процессов, протекающих в пределах данного комплекса, и о циклической нестабильности экологических условий.

Эколого-генетические ряды используются для индикации различных процессов. Наиболее важно обнаружить самые ранние стадии процессов, когда они еще не очень хорошо заметны на местности. Растительность обладает необычайной чуткостью реакции на изменение экологических условий и поэтому становится индикатором любой перестройки в природной обстановке, когда другие компоненты ландшафта еще не указывают на нее. В практике полевых индикационно-геоботанических исследований эколого-генетические ряды применяются наиболее часто для определения различных стадий процессов выветривания горных пород и почвообразования, заболачивания, засоления, карстовых, оползневых, селевых процессов, а также различных изменений ландшафта, вызванных деятельностью человека.

Когда исследования ведутся с применением аэрометодов, целесообразно использовать для индикации не эколого-генетические ряды фитоценозов, а ряды природно-территориальных комплексов. Члены ряда в этом случае различаются не только по растительности, но и по другим физиономическим компонентам ландшафта и в особенности по рельефу. Такие ряды именуются ландшафтно-генетическими и по существу сходны с рассмотренными выше.