

ӘОЖ 504.064.4

АТЫРАУ ОБЛЫСЫНДА ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ЖАНУАРЛАР МЕН ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІН МОНИТОРИНГТЕУ ӘДІСТЕРІ

Гарифуллина Ақбөбек Рахымжанқызы

g.akbobek@mail.ru

«Білім берудегі биология» білім бағдарламасының 2 курс студенті
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ, Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі, б.ғ.к., қауымдастырылған профессор, – Бисенов У.К.

Аннотация. Мақалада Атырау облысындағы жануарлар мен өсімдіктердің ерекше қорғалатын түрлерін мониторингтеудің заманауи әдістері талданды. Қашықтықтан зондтау, генетикалық мониторинг, биоакустика және экологиялық көрсеткіштерді пайдалануды қоса алғанда, әртүрлі тәсілдер қарастырылды. Аймақтың бірегей экожүйелерінде сирек кездесетін және жойылып бара жатқан түрлерді бақылау үшін аталған әдістерді қолданудың тиімділігі сипатталды. Мақалада аймақтың биоалуантүрлігі мен экожүйелерінің жай-күйін бағалауға, табиғатқа төнетін қауіптерді анықтауға және қорғау шараларын әзірлеуге мүмкіндік беретін дәстүрлі және инновациялық технологиялар қарастырылды.

Түйін сөздер: Атырау облысы, ерекше қорғалатын түрлер, биоәртүрлілік, мониторинг, бақылау әдістері.

Қазіргі уақытта адамзат алдында тұрған тұрақты дамудың негізгі жаһандық міндеттерінің бірі – 1992 жылы Рио-де-Жанейрода өткен БҰҰ Қоршаған орта және даму конференциясында биологиялық әртүрлілік туралы бірінші Конвенцияға қол қойылған биоәртүрлілікті сақтау жолдарын іздеу [1]. Конвенция жер бетіндегі тіршіліктің эволюциясы мен сақталуы үшін биологиялық әртүрліліктің маңыздылығын, сондай-ақ оның экологиялық, генетикалық, әлеуметтік, экономикалық, ғылыми, тәрбиелік, мәдени, рекреациялық және эстетикалық маңыздылығын ерекше атап көрсетеді. Биологиялық ресурстарды сақтау және тұрақты пайдалану болашақ ұрпақтың әлауқатын қамтамасыз етудің негізі ретінде қарастырылады.

Биоәртүрлілікті сақтау процесінің негізгі элементі – экожүйелердің тұтастығын сақтау және түрлердің, әсіресе жойылып кету қаупі төнген түрлердің тіршілік ету ортасын сақтау. Дәстүр бойынша биоәртүрлілікті қорғау үшін әртүрлі санаттағы ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА) құрылады. Алайда, мұндай аумақтардың маңыздылығына қарамастан, олар бірқатар факторларға байланысты түрлер мен экожүйелерді сақтау мәселесін толық шеше алмайды. Негізгі мәселелердің бірі – жеке ЕҚТА-ның оқшаулануы. Бұл түрлердің көші-қонын қиындатады және олардың қалпына келу, бейімделу мүмкіндіктерін шектейді. Сонымен қатар, антропогендік белсенділік экожүйелердің түрлік құрамының өзгеруіне айтарлықтай әсер етеді. Мұндай мәселелер қазіргі заманғы техногендік әсер ету жағдайында табиғи экожүйелерді сақтау және қалпына келтіру үшін кешенді шаралар қабылдауды талап етеді.

Осыған байланысты биологиялық әртүрлілік пен экожүйе функцияларын тиімді сақтау үшін негіз бола алатын өзара байланысты табиғи аумақтар желісі – экологиялық қаңқаны құруға ерекше назар аударылады. Аталған тәсіл биоәртүрліліктің «ядроларын» қалпына келтіруге және сақтауға бағытталған.

Экожүйелер мен қорғалатын түрлердің жағдайын бағалаудың және биологиялық популяциялардағы өзгерістерді бақылаудың маңызды құралдары – бақылау немесе мониторингтеу әдістері. Бұл әдістер флора мен фаунаның құрамындағы ағымдағы өзгерістерді жазып, сонымен қатар экожүйелер үшін ықтимал қауіптерді болжауға, сондай-ақ оларды сақтау стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Атырау облысы

үшін, биоәртүрлілікті сақтауды қажет ететін Қазақстанның басқа аумақтары сияқты, мониторинг табиғи ресурстарды басқаруға және сирек кездесетін түрлерді қорғауға ғылыми көзқарастың ажырамас бөлігі болып табылады.

Мақаланың мақсаты – Атырау облысының қорғалатын флора мен фаунаның түрлеріне мониторинг жүргізудің қолданыстағы әдістерін талдау, антропогендік факторлардың қазіргі әсер ету жағдайында олардың тиімділігін бағалау. Айта кетейік, дәстүрлі және инновациялық әдістерді қамтитын кешенді тәсіл ғана табиғи экожүйелердің жай-күйінің дәлірек көрінісін қамтамасыз ете алады және оларды қорғаудың тиімді шараларын жасауға көмектеседі.

Қорғалатын түрлердің мониторингі сирек кездесетін, жойылып бара жатқан флора мен фауна түрлерінің популяцияларының жай-күйін, сондай-ақ олар мекендейтін экожүйелердегі өзгерістерді жүйелі бақылау және бағалау болып табылады [2]. Процестің маңызды мақсаты – түрлердің саны, таралуы және жай-күйі туралы сенімді мәліметтер алу. Бұл оларды қорғау, қалпына келтіру үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Қорғалатын түрлердің биологиялық мониторингі бірнеше негізгі бағыттарды қамтиды. Олардың біріншісі – популяция санын бақылау. Түрлер санының динамикасын зерттеу табиғи және антропогендік факторларға байланысты санның ауытқуын анықтауға, популяцияларының сыртқы қауіптердің әсеріне төзімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Екінші бағыт қорғалатын түрлер мекендейтін экожүйелерді бақылаумен байланысты. Бұл зерттеулер тіршілік ету ортасының жай-күйін бағалау үшін, сондай-ақ экожүйенің тұрақтылығын сақтауға ықпал ететін немесе қауіп төндіретін факторларды анықтау үшін қажет [3].

Мониторингтің негізгі құрамдас бөлігі – далалық зерттеулерді жүйелі түрде жүргізу. Олар деректерді жинаудың сандық және сапалық әдістерін қамтиды. Ең көп таралған әдістерге түрлерді түгендеу, белгілі бір аумақтардағы дара түрлерді есепке алу, жануарларды аулау және белгілеу жатады. Зерттеулерде жануарлардың табиғи ортасына тікелей араласуды азайтуға мүмкіндік беретін фотография және бейнебақылау әдістері де маңызды рөл атқарады.

Заманауи технологиялар қорғалатын түрлерді бақылаудың жаңа мүмкіндіктерін ұсынады. Спутниктік бақылау мен геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану экожүйелердің жай-күйін, түрлердің көші-қонын қашықтықтан зерттеуге, ал дрон технологиясы қол жетімді емес аумақтарды түсіруге, жануарлардың нақты уақыттағы мінез-құлқын бақылауға мүмкіндік береді.

ДНК баркодтау сияқты генетикалық бақылау әдістерін қолдану сирек кездесетін, жойылып бара жатқан түрлерді анықтауға, популяциялардың генетикалық әртүрлілігін зерттеуге бағытталған. Аталған әдістер популяциялардың құрамы мен олардың бейімделу мүмкіндіктері туралы, сондай-ақ олардың инбридингке байланысты жойылып кету қаупі туралы дәлірек мәліметтер береді.

Жоғарыда көрсетілген мониторингтеу әдістеріне Атырау облысының ерекше қорғалатын жануарлар мен өсімдіктер түрлері мысалында кеңірек тоқталайық.

Классикалық бақылау әдістері әртүрлі экожүйелердегі түрлердің күйін бақылауда тиімді екенін дәлелдеген деректерді жинаудың дәстүрлі әдістерін қамтиды. Бұл әдістерге далалық зерттеулер, түрлерді есепке алу, түгендеу және зерттеу объектілерін тікелей бақылауға бағытталған басқа тәсілдер кіреді [4].

Атырау облысында жануарлар мен өсімдіктер популяциясын бақылау үшін олардың санын есепке алу әдісі жиі қолданылады. Жылдың әр мезгілінде есеп жүргізу маңызды аспект болып табылады. Бұл түрлердің көші-қоны мен маусымдық өзгерістерін дәлірек түсінуге мүмкіндік береді.

Мысалы, қабан (*Sus scrofa*) немесе түлкі (*Vulpes vulpes*) сияқты жануарлардың санын есепке алу «белгілеу-аулау-босату» әдісі арқылы жүзеге асырылады. Жануарларды ұстап, оларға ерекше белгілер қойылады немесе олардың қозғалысы мен популяция жағдайын бақылауға мүмкіндік беретін электронды жағалар пайдаланылады. Бұл әдіс сандарды тіркеуге ғана емес, сонымен қатар көші-қон жолдарын, басқа түрлермен өзара әрекеттесуді талдауға, олардың өмір сүруіне қауіп төндіретін жерлерді анықтауға көмектеседі. Мысалы, заңсыз аң аулау немесе тіршілік ету ортасын бұзу және т.б.

Түгендеу – белгілі бір аймақта тұратын өсімдіктер мен жануарлардың барлық түрлерін жүйелі түрде зерттеу және жазудан тұратын ең көп таралған бақылау әдістерінің бірі [5]. Атырау облысында флораны түгендеу аймаққа тән Андржевский қалампыры (*Dianthus andzejowskiaus*) немесе Фишер құссүттігені (*Ornithogalum fischerianum*) сияқты түрлерді қамтиды. Олардың таралуы туралы деректерді үнемі жаңартып отыруы маңызды. Себебі, климаттың немесе экономикалық қызметтің өзгеруі олардың ауқымына әсер етеді.

Бақылау әдісі түрлердің табиғи ортадағы мінез-құлқын ұзақ уақыт бақылауды қамтиды. Флора мен фауна экстремалды климаттық жағдайларға тап болған Атырау облысында жануарлардың мінез-құлқын, мысалы күжіркей (*Philomachus pugnax*) немесе ондатрды (*Ondatra zibethicus*) бақылау олардың ықтық климат пен су тапшылығына қалай бейімделетінін анықтауға көмектеседі.

Жануарлар мен өсімдіктерді табиғи ортада түсіретін фотофиксация – бақылаудың құнды әдісі [6]. Камера тұзақтарын пайдалану дала мысығы (*Felis lybica*) сияқты сирек жануарларды түнде белсенді болған кезде түсіруге және олардың ортасына тікелей араласуды азайтуға мүмкіндік береді. Әдісті фотокамералар өсімдік жамылғысының өзгеруін түсіре алатын қорықтардағы өсімдіктерді есепке алу үшін де қолдануға болады. Мысалы, жергілікті флораға қауіп төндіретін сарымсақ басы (*Allium sativum*) сияқты инвазивті түрлердің көбеюі жағдайында.

Атырау облысындағы жануарларды таңбалау әдісі өңірдің өзендерінде мекендейтін белуга (*Huso huso*), шоқыр (*Acipenser stellatus*) сияқты түрлердің көші-қонын, таралуын зерттеу үшін пайдалы. Радиожиілік белгілерін пайдалану балықтардың қозғалысын бақылауға және су объектілерінің ластануына немесе су температурасының өзгеруіне байланысты олардың өмір сүру қаупін болжауға мүмкіндік береді [7].

Мониторингтеу әдістерінің келесі танымал түрі – қашықтықтан зондтау.

Қашықтықтан зондтау – спутниктерге немесе ұшқынсыз ұшу аппараттарына (дрондарға) орнатылған датчиктерді қолдана отырып, жер беті туралы ақпарат алу әдісі [8]. Әдіс экологияда биоәртүрлілікті, соның ішінде жануарлар мен өсімдіктердің ерекше қорғалатын түрлерін бақылау үшін белсенді қолданылады. Соңғы жылдары қашықтықтан зондтау табиғатты қорғау саласында барған сайын маңызды құралға айналууда. Себебі, ол адамның экожүйеге әсерін болдырмай, үлкен аумақтарды зерттеуге мүмкіндік береді.

Атырау облысында қорғауды қажет ететін жануарлар мен өсімдіктердің әртүрлі түрлерінің ішінде дала қыраны (*Aquila nipalensis*), сирек кездесетін өсімдік түрлері, соның ішінде жусан (*Artemisia scoraria*) және қаңбақ соран (*Salsola collina*) сияқты түрлерді бақылау үшін қашықтықтан зондтау табиғи процестерге тікелей араласпай-ақ олардың тіршілік ету ортасын зерттеуге мүмкіндік беретін тиімді құрал болып табылады.

Қашықтықтан зондтау әдістерінің бірі – спутниктік түсірілім. Landsat және Sentinel сияқты заманауи спутниктер өсімдік жамылғысының күйін, жер жамылғысының түрлерін талдау және экожүйелерде болып жатқан өзгерістерді бақылау үшін қолданылатын жоғары дәлдіктегі кескіндерді ұсына алады. Спутниктік суреттер

сирек кездесетін өсімдіктер мен жануарлар түрлерінің таралуы және олардың тіршілік ету ортасының жағдайы туралы құнды ақпарат береді. Мысалы, спутниктік деректер аймақтың эндемикалық өсімдігі болып табылатын және жойылып кету қаупі бар жусанның (*Artemisia scoraria*) таралуын бағалауға көмектеседі.

Сонымен қатар, спутниктік кескіндер ормандарды кесу немесе табиғи экожүйелерді бұзу сияқты ландшафтағы өзгерістерді бақылау үшін, құрғақшылық пен инвазиялық өсімдік түрлерінің шабуылын бақылау үшін пайдаланылады. Спутниктер су айдындарының таралуындағы өзгерістерді тіркей алады. Бұл дала қыраны сияқты көптеген жануарлар түрлері үшін өте маңызды, олар үшін су ресурстарының болуы ұя салу мен қоректенудің маңызды факторы болып табылады.

Дегенмен, спутниктік түсірілімнің шектеулері бар. Себебі, ол негізінен үлкен аумақтарды талдау үшін деректерді қамтамасыз етеді және жануарларды дәл бақылауға мүмкіндік бермейді. Мұндай жағдайларда дрон технологиясы көмекке келеді. Дрондар кішігірім жерлерде толыққанды түсірілім жүргізуге мүмкіндік береді, бұл әсіресе жануарлардың мінез-құлқын бақылау немесе жергілікті деңгейде өсімдіктерді бақылау үшін өте маңызды. Дрондарды жоғары ажыратымдылықтағы камералармен, инфрақызыл және термобейнелеу сенсорларымен жабдықтауға болады.

Дрон технологиясы дала қыраны сияқты сирек кездесетін жануарлардың популяциясын үнемі бақылайды, олардың алаңдаушылығын болдырмайды. Дрондардың көмегімен жануарлардың көші-қон жолдарын, олардың күнделікті мінез-құлқын және тіршілік ету ортасының жағдайларын байқауға болады.

2-кестеде Атырау облысындағы ерекше қорғалатын жануарлар мен өсімдіктер түрлерінің мониторингі үшін қашықтықтан зондтауды қолдану мысалдары келтірілді.

Кесте 2. Атырау облысының ерекше қорғалатын жануарлар мен өсімдіктер түрлерінің мониторингі үшін қашықтықтан зондтауды қолдану

Түрі	Бақылау түрі	Қолданылатын технология	Ескертпелер
Дала қыраны (<i>Aquila nipalensis</i>)	Популяцияны бақылау, ұя салу	Жоғары ажыратымдылықты камера, инфрақызыл сенсор	Ұяларды араласусыз бақылау
Артемия, жусан (<i>Artemisia scoraria</i>)	Өсімдік жағдайын бағалау	Дрондардан алынған спектрлік деректер	Құрғақ аймақтардағы өсімдіктердің жағдайын анықтау
Бір өркешті түйе (<i>Camelus dromedarius</i>)	Көші-қонды бақылау	Спутниктік суреттер, дрон технологиясы	Дала аймақтарындағы көші-қон жолдарын бағалау

Осылайша, спутниктер мен дрондарды пайдалана отырып, қашықтықтан зондтау Атырау облысында ерекше қорғалатын түрлердің мониторингі үшін қуатты құрал болып табылады. Бұл технологиялар ғалымдарға экожүйелердің жай-күйі мен сирек кездесетін түрлердің популяциясы туралы тұрақты және нақты мәліметтер алуға мүмкіндік береді. Әдістерді аймақтың табиғатты қорғау іс-шаралары жүйесіне енгізу биәртүрлілікті

сақтауға ғана емес, сонымен қатар табиғатта болып жатқан өзгерістерді тереңірек түсінуге мүмкіндік беретін экологиялық мониторинг сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Келесі әдіс – генетикалық бақылау. Генетикалық мониторинг – сирек кездесетін және жойылып бара жатқан жануарлар мен өсімдік түрлерін анықтау, бақылау және қорғау үшін ДНҚ талдауын қолданатын заманауи әдіс [9]. Әдіс түрлерді дәл анықтап, олардың популяциялары, генетикалық әртүрлілігі, инбридинг деңгейі (байланысты көбею) және басқа генетикалық сипаттамалары туралы маңызды ақпарат алуға мүмкіндік береді. Дәстүрлі бақылау әдістерінен айырмашылығы, генетикалық мониторинг жануардың немесе өсімдіктің сыртқы белгілерін оңай жазу мүмкін болмаған кезде жасырын популяцияларды талдау үшін пайдаланылады.

Атырау облысы дала, шөлейт және Каспий маңы аймақтарын қоса алғанда, әртүрлі табиғи жағдайлармен сипатталатындықтан, генетикалық мониторингті қолдану үшін ерекше мүмкіндіктер туғызады. Себебі мұнда өмір сүретін жануарлар мен өсімдіктердің көптеген түрлері браконьерлік, экожүйелердің бұзылуы, климаттың өзгеруі және басқалары сияқты антропогендік факторлардың әсерінен жойылып кету қаупі бар.

Генетикалық бақылаудың негізгі артықшылықтары:

- Түрлерді дәл анықтау;
- Популяция денсаулығын бақылау;
- Жасырын популяцияны анықтау.

Дала қыраны – Қазақстан даласында, оның ішінде Атырау облысында мекендейтін сирек кездесетін және жойылып бара жатқан түр. Дала қыранының генетикалық мониторингті популяциялардың әртүрлілігін бағылауға, инбридинг немесе генетикалық әртүрліліктің жоғалуы сияқты ықтимал мәселелерді анықтауға және түрді қорғау үшін шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Әдісті іс жүзінде қолдану ДНҚ үлгілерін жинаудан бастап (мысалы, қауырсындар, нәжістер, жапырақтар немесе тұқымдар) молекулалық әдістерді қолдану арқылы алынған деректерді талдауға дейінгі бірнеше қадамдарды қамтиды (мысалы, ДНҚ секвенциясы, полимеразды тізбекті реакция (ПТР)).

Қолдануға арналған артықшылықтар:

- Генетикалық мониторинг шалған немесе жету қиын жерлерде кездесетін жала қыраны немесе балықтардың сирек кездесетін түрлерін зерттеуге мүмкіндік береді.
- Әдіс ықтимал генетикалық ақауларды немесе әртүрліліктің төмендеуін анықтау арқылы популяцияның денсаулығын бағалауға және оның жойылып кетуіне жол бермеуге көмектеседі.

Келесі әдіс – экологиялық көрсеткіштер мен биоакустика – экожүйелердің күйін бақылауға және әртүрлі факторлардың флора мен фаунаға әсерін бағалауға мүмкіндік беретін екі заманауи әдіс. Экологиялық көрсеткіштер, әдетте, мінез-құлқындағы өзгерістер қоршаған ортаның өзгеруін білдіретін организмдер түрлері мен топтарын зерттеуге бағытталады. Өз кезегінде, биоакустика жануарлардың дыбыстық сигналдарын зерттейді, олар жеке түрлер арасындағы байланыс үшін қолданылады және популяциялардың жағдайын бақылау үшін пайдаланылады.

Экологиялық индикаторлар Атырау аймағында өсімдіктер үшін климаттың, су ресурстарының немесе топырақ ортасының өзгеруіне сезімтал түрлерін анықтайды. Экологиялық көрсеткіштер экожүйелердің жағдайын бағалауға және сирек кездесетін және жойылып бара жатқан түрлерге ықтимал қауіптерді анықтауға көмектеседі. Мысалы, егер белгілі бір аумақта Андржевский қалампыры (*Dianthus andzejowskiaus*) сияқты өсімдіктердің жаппай жойылуы байқалса, бұл сигнал экологтар биоәртүрлілікті

сақтау үшін аласуды қажет етуі мүмкін топырақ пен климаттық жағдайлардың деградациясы туралы хабар береді.

Жартылай шөлдер мен дала аймағында орналасқан Атырау облысы үшін жауын-шашынның, ылғалдылықтың және топырақ жағдайының өзгеруіне сезімтал жусан сияқты өсімдіктер негізгі экологиялық көрсеткіштердің бірі болып табылады. Бұл өсімдіктер экожүйе күйінің өзіндік маркерлері ретінде қызмет етеді. Себебі, олардың жағдайы климаттың өзгеруіне және антропогендік белсенділікке тікелей байланысты.

Биоакустика экологиялық бақылау әдісі ретінде жануарлар шығаратын дабыстық сигналдарды зерттеу үшін қолданылады. Дыбыстар жануарлардың орналасқан жері, олардың мінез-құлқы, сондай-ақ олардың қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі туралы ақпаратты жеткізеді. Мысалы, дала қырандары көбею кезінде басқа түрлермен байланысу және аумақты қорғау үшін белгілі бір дыбыстық сигналдарды қолданады. Дыбыстық жазбалар мен дыбыстық анализаторлардың көмегімен белгілі бір аумақта дала қырандарының популяциясы бар-жоғын, олардың мінез-құлпында қандай өзгерістер болатынын және олардың саны қалай өзгередінін анықтауға болады.

Қорытындылай келе, Атырау облысының ерекше қорғалатын жануарлар мен өсімдіктер түрлерінің мониторингі оның бірегей экожүйелерін және антропогендік факторлардың өсіп келе жатқан әсерін ескере отырып, өңірдің биоәртүрлілігін сақтау стратегиясының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Соңғы онжылдықтарда мониторинг әдістері сирек кездесетін және жойылып кету қаупі төнген түрлердің жағдайын бағалаудың тиімді және дәл әдістерін ұсына отырып дамыды.

Атырау облысында қашықтықтан зондтау, генетикалық мониторинг, биоакустика және экологиялық индикаторлар сияқты әдістерді қолдану жергілікті экожүйелерді қорғау үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Спутниктік түсірілім мен дрон технологиясы қол жетпейтін аймақтарды қамтитын үлкен аумақтардың жағдайын тиімді бақылауға мүмкіндік береді. Генетикалық мониторинг түрлерді дәл анықтауға, олардың генетикалық денсаулығын бақылауды жүзеге асырып, инбридинг қаупі мен әртүрліліктің жоғалуын болдырмайды.

Сонымен қатар, экологиялық көрсеткіштер мен биоакустика әдістері арқылы жануарлардың дыбыстық сигналдары немесе өсімдік жамылғысының өзгеруі туралы ақпаратты пайдалана отырып, экожүйелердің жағдайы туралы тереңірек деректерді алуға болады. Экожүйе күйінің толық көрінісі үшін бірнеше бақылау әдістерін біріктіруге мүмкіндік беретін интеграцияланған тәсілдерді қолдану да маңызды. Жануарлар мен өсімдіктердің ерекше қорғалатын түрлерін мониторингтеуде кешенді тәсілді қолдану өзекті қауіптерді анықтап, олардың ықтимал дамуын болжауға көмектеседі.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Конвенция о биологическом разнообразии. 1992 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/documents/treaty/cbd>
2. Минасян А.Ю. Экологический мониторинг. Основные понятия и виды экологического мониторинга. Почвенно-биоэкологический мониторинг охраняемых природных территорий // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – С. 36-39.
3. Золотарев В.А. К вопросу о цифровизации биологического мониторинга // Актуальные проблемы современной науки. – 2023. – С. 48-54.
4. Окмянская В. Существующие подходы к мониторингу особо охраняемых природных территорий // Экономика и предпринимательство. – 2023. – С. 15-21.
5. Денисенко В.В., Гончаров А.М. Использование систем инвентаризации // Современные инновации, системы и технологии. – 2024. – № 4(1). – С. 101-109.

6. Lortie C.J., Budden A., Reid A. From birds to bees: applying video observation techniques to invertebrate pollinators // *Journal of Pollination Ecology*. – 2012. – № 6. – Pp. 125-128.
7. Пилькевич Ю., Разоринов Г., Ткаченко Т. Радиоактивное загрязнение рыб и измерение малых интенсивностей ионизирующих излучений // *Технический науки*. – 2021. – № 5(93). – С. 14-19.
8. Осинцева М.А., Рада А.О., Кузнецов А.Д. Технологии дистанционного зондирования земли с применением беспилотных воздушных судов // *Успехи современного естествознания*. – 2024. – № 1. – С. 74-79
9. Carroll E.L., Bruford M.W., Woody A.D., Leroy G., Strand A. Waits L., Wang J. Genetic and genomic monitoring with minimally invasive sampling methods // *Evolutionary Applications*. – 2018. – № 11. – Pp. 1094-1119.