

МНОГОФАКТОРНОЕ НЕГАТИВНОЕ АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРНИТОФАУНУ. ОБЗОР

А. В. Лисовенко, кандидат биологических наук

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

Многофакторное негативное антропогенное воздействие на окружающую среду, происходящее с все возрастающей интенсивностью в течение последней сотни лет, приводит к накоплению деструктивных изменений во всех компонентах экосистем и на всех уровнях организации жизни. Вызванная таким воздействием деградация среды требует разработки новых подходов к обеспечению безопасности существования и человека, и самой окружающей среды.

Перечислить все возможные варианты антропогенного воздействия на окружающую среду едва ли представляется возможным, однако в целом, попытаемся свести их к следующим категориям: *изъятие ресурсов из среды; прямое разрушение природных экосистем и самое коварное – антропогенное загрязнение экосферы.*

Воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду почти во всех случаях не сводимо к действию 1-2 негативных факторов, а представляет собой давление на экосистему целой их совокупности, вызывающих как неспецифический отклик, так и в ряде случаев конкретные специфические реакции.

Природные экосистемы обладают значительной резистентностью, упругостью или обоими этими свойствами, которые помогают в ряде случаев переносить периодические острые нарушающие воздействия. Однако хронические (постоянные, продолжающиеся) нарушения могут привести к выраженным и устойчивым последствиям, когда эволюционная история адаптации не может помочь организмам (Одум, 1986).

Попробуем разобрать как в общих чертах, так и на конкретных примерах воздействие различных антропогенных факторов на такой важный элемент экосистем как орнитофауна, или фауна птиц.

Такой выбор объясняется следующим.

- Птицы играют важнейшую роль в жизни подавляющего числа наземных и водных экосистем, включаясь в трофические сети на высших уровнях.

- Среди высших животных птицы в биоценозах обладают, как правило, высокой численностью и разнообразием видов.

- Удобство наблюдения и возможность применения различных видов инструментальных исследований на всех стадиях жизненного цикла.

Вышеперечисленные факторы делают птиц отличным объектом для экологических исследований, как для профессионалов, так и для любителей.

Изучение изменений орнитофауны на различных уровнях организации жизни позволяют давать ряд оценок о состоянии экосистем и их благополучии.

Известно, что биоразнообразие орнитофауны и численность популяций очень многих видов птиц повсеместно снижается. Особенно это характерно для видов, обладающих невысокой экологической пластичностью, для стенобионтных видов, особенно для крупных хищников. Исключение составляют случаи, когда предпринимаются значительные усилия по сохранению и приумножению популяций редких видов.

Напротив, эврибионтные виды, типичные r-стратеги могут в ряде случаев увели-

чивать свою численность, вытесняя при этом менее «стойкие» виды.

Попробуем разобраться, какие негативные антропогенные факторы и каким образом приводят к деградации популяций птиц.

Прежде всего, птицам грозит **прямое уничтожение человеком**. Варварское истребление привело и приводит в настоящее время к потере не только редких видов, но даже тех, чья численность была некогда очень высока.

Печальный пример 19 века – полное истребление в Америке *странствующего голубя*. Численность этих птиц оценивалась несколькими миллиардами особей: это была одна из самых многочисленных птиц, когда-либо живших на Земле. Бесчинная охота, истребление колоний гнездящихся птиц (вплоть до поджога деревьев с жилыми гнездами) белыми переселенцами привели к тому, что в дикой природе уже к рубежу 19–20 вв. не осталось ни одной птицы. Последний странствующий голубь погиб в неволе в 1914 году.

Трагедия наших дней – история *дубровника*. Еще 20 лет назад этот вид считался обычным, в настоящее время находится под угрозой исчезновения. Главная причина катастрофического снижения численности – браконьерский отлов мигрирующих и зимующих птиц в Юго-восточной Азии. В Нижегородской области в последние годы дубровника встречали лишь в нескольких точках в Заволжье.

Второй фактор – **уничтожение мест обитания**, по значимости превышающий первый. Это может быть как **полное уничтожение биотопов в ходе хозяйственной деятельности**, например, при строительстве крупных объектов, так и **внесение серьезных нарушающих воздействий, меняющих характер растительности, рельефа, микроклимата** и проч.

По данным Международной организации по защите птиц и сохранению мест их обитания BirdLifeInternational по причине разрушения мест обитания за последние 10 лет вымерло 8 видов птиц, из которых 3 – остров-

ные эндемики, а 5 – по причине катастрофического уничтожения бразильской сельвы.

Стоит отметить, что некоторые биоценозы могут нуждаться в особой охране и сбережении. Это связано с тем, прежде всего, что после их уничтожения или значительной деградации их восстановление в первоначальном или хотя бы близком к таковому виде невозможно. Для нашей местности примером таких «ценных» биоценозов могут служить **хвойно-широколиственные леса**.

Селитебная зона ЗАТО г. Саров окружена высоковозрастными лесами, составляющими единый массив с территорией Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. ЗАТО вместе с Мордовским заповедником составляют **ключевую орнитологическую территорию международного (всемирного) значения «Мордовский государственный заповедник и прилегающие к нему территории»** (Ключевые..., 2000; Бакка и др., 2014; Бакка, Киселева, 2017). Примыкающий к г. Саров лесной массив – одно из ядер экологического каркаса Европейской России. Это один из самых крупных сохранившихся участков **восточно-европейских хвойно-широколиственных лесов**, где в последние 150–200 лет не было сплошных нарушений (Бакка, Киселева, 2008). Хотя стоит, конечно, отметить чрезвычайный ущерб, нанесенный этим лесам пожарами 2010 и особенно текущего года.

Примером биоценоза высоковозрастного хвойно-широколиственного леса в селитебной зоне ЗАТО может служить лес на территории **лесопарка «Северный»**. На большей его части в древостое доминирует липа сердцевидная, встречаются также ель европейская, клен платановидный, береза повислая, леснасосная, дуб черешчатый. На отдельных участках лесопарка хвойно-широколиственный лес сменился производным осинником. Многоярусный древостой и богатый травяной покров создают условия для высокого разнообразия фауны, в т. ч. фауны птиц.

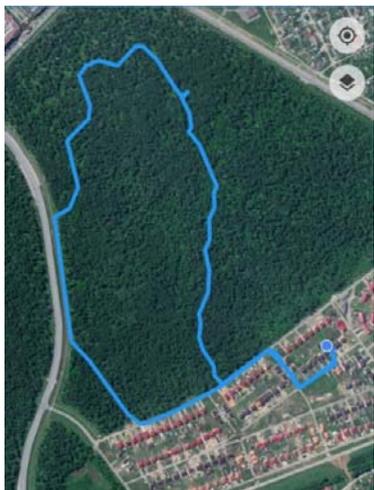


Рис. 1. Схема маршрута учетов птиц в лесопарке «Северный»



Рис. 2. Представитель лесных певчих птиц – певчий дрозд, обитатель лесопарка



Рис. 3. Типичные представители лесной орнитофауны, обитающие на территории лесопарка «Северный»: зяблик обыкновенный и поползень европейский



Рис. 4. Типичные представители мелких насекомоядных лесных птиц, обитающих на территории лесопарка «Северный»: лесной конек и серая мухоловка

Например, здесь встречаются все виды дятлообразных, обитающих в нашей местности: *большой пестрый* и *малый пестрый* дятлы, *черный дятел (желна)*, *белоспинный*

дятел, *вертишейка*, *седой* и *зеленый дятлы*, *трехпалый дятел*. Последние 3 вида – представители Красной книги Нижегородской области (Красная книга, 2014). Причем для

всех упомянутых видов, кроме 2 последних подтверждено гнездование на территории лесопарка «Северный».

О редких и охраняемых видах птиц, занесенных в Красную книгу Нижегородской области, обитающих на территории лесопарка «Северный».



Рис. 5. Представители отряда дятлообразных, обитающих на территории лесопарка «Северный»: черный дятел – желна (самка кормит птенца); белоспинный дятел (самец) и большой пестрый дятел (самец)



Рис. 6. Представители отряда дятлообразных, обитающих на территории лесопарка «Северный»: малый пестрый дятел (самец) и вертишейка (пара)



Рис. 7. Представители охраняемых видов дятлов, обитающих на территории лесопарка «Северный»: трехпалый дятел (самец); зеленый дятел (самка) и седой дятел (самка)

парка «Северный» стоит сказать особо. Здесь встречаются уже упомянутые 3 охраняемых вида дятлов, а также мухоловка-белошейка и клинтух (Лисовенко, 2021).



Рис. 8. Представители Красной книги Нижегородской области, обитающие на территории лесопарка «Северный»: мухоловка-белошейка (самец) и клинтух

Обитанию указанных видов в этом лесу способствует наличие старых дуплистых деревьев, необходимых для гнездования птиц-дуплогнездников. Стоит провести лесохозяйственные мероприятия по «облагораживанию» леса, в ходе которых будут вырублены такие деревья, и птицы не смогут уже найти себе подходящих мест для гнездования. Что касается трехпалого дятла, то его экология привязана к биотопам с мертвым древостоем: птицы «ошкуривают» мертвые деревья, добывая корм. Таким образом, даже наличие не просто старых, а именно мертвых деревьев в биотопе является для этого действительно редкого вида лимитирующим фактором.

Серьезное беспокойство вызывает проблема сохранения экосистемы лесопарка «Северный». Последнее десятилетие она подвергается существенной деградации, вызванной рядом причин: засуха 2010 года, буря 2020 года, приведшие к потерям части высоковозрастных деревьев. Наиболее значимым негативным фактором, нарушающим экосистему, является антропогенный: прежде всего, вытаптывание травяного покрова и замусоривание леса; возникновение локальных очагов возгорания, вследствие разведения костров. Перечисленные негативные воздействия приводят к сокращению численности растений и животных, снижению биоразнообразия в экосистеме лесопарка, и как следствие, к нарушению ее устойчивости.

Поддержание численности животных и растений, сохранение биоразнообразия и, что особенно важно, *успешное выживание и воспроизводство редких видов требует*

сохранения естественной экосистемы лесопарка. Прежде всего, необходимо ограничение антропогенного воздействия: снижение рекреационной нагрузки и полное прекращение хозяйственной деятельности, в т. ч. лесохозяйственных мероприятий. Такие ограничения продиктованы существующим природоохранным законодательством: *согласно закону «О животном мире» от 24.04.95 №52-ФЗ ст.24, действия, которые могут привести к гибели, сокращению численности или нарушению среды обитания объектов животного мира, занесенных в Красные книги, не допускаются.*

Кроме тотальных нарушений экосистем, приводящих к уничтожению мест обитания, могут происходить частичные нарушения, связанные с хозяйственной деятельностью человека, приводящие к негативным изменениям в биотопах.

Очень серьезный ущерб популяциям хищных птиц, в т. ч. краснокнижников, наносят ЛЭП. Используя их в качестве присады, птицы получают поражение электрическим током и гибнут. Проблему помогает решить использование птицевозрастных устройств.

Еще одну опасность представляет использование автокосилок для кошения травы. Косьба приходится на то время, когда птицы гнездятся и затем появляются слетки (птенцы, вылетевшие из гнезда, начинающие

самостоятельный образ жизни). Таким образом, потомство птиц гибнет под ножами автокосилок, не имея возможности спастись.

В урбозекосистемах (экосистемах городов) изменение облика городов приводит к трансформации орнитофауны. Уменьшение зеленых территорий, изменение структуры и свойств зеленых насаждений, все менее сходных с естественными биотопами, появление особенно высокой и плотной застройки и даже изменение архитектурных особенностей зданий приводит, прежде всего, к снижению разнообразия орнитофауны, сокращению популяций многих видов.

Примером может служить сокращение численности *городских ласточек (воронков)*. Для гнездования воронкам необходимы относительно невысокие здания, имеющие выступы крыш и балконов. Поэтому воронки вытесняются в районы со старыми зданиями. В свою очередь, при ремонте и реставрации старых зданий сбиваются жилые гнезда воронков, оставляя птиц без потомства. Такая ситуация привела к тому, что городские ласточки в нашем регионе оказались в КК. В Сарове воронки нашли себе пристанище, в основном, в районах малоэтажной застройки и в больничном городке. В последние 3 года разрослась коло-

вия на окружающую среду – антропогенное загрязнение. *Антропогенное загрязнение* может быть определено как неблагоприятная модификация естественной среды, имеющая своим следствием изменение сложившихся распределений потоков энергии, вещества, радиационного фона и проявляющееся в изменении состояния биоты (Безель, 2006).

Причем из всех видов загрязнения (токсическое, радиационное, электромагнитное, шумовое, микробиологическое и проч.), безусловно, наиболее опасным и всеобъемлющим является *токсическое загрязнение*. Под *токсикантами* окружающей среды понимают такие вредные вещества, которые распространяются в окружающей среде далеко за пределы своего первоначального местонахождения и, в связи с этим, оказывают более или менее скрытое вредное воздействие на животных или растения, а в ряде случаев и на человека (Eichler, 1982).

При этом наиболее опасны как для окружающей среды, так и для самого человека *ксенобиотики*, т. е. «чуждые живому» – новые химические вещества, синтезированные человеком, и к которым организмы и экосистемы не имеют эволюционной адаптации.



Рис. 9. Городские ласточки (воронки): начало постройки гнезда парой и выкармливание птенцов

ния воронков в Яблоневом саду. В этом году насчитано 44 жилых гнезда. При этом потенциал роста колонии не исчерпан.

Следует рассмотреть наиболее сложный и коварный вид антропогенного воздей-

Среди различных групп токсикантов, наибольшую опасность для биологических организмов представляют *стойкие органические загрязняющие вещества и тяжелые металлы*. Вещества этих групп харак-

теризуются чрезвычайно высокой персистенностью в окружающей среде, глобальной распространенностью, способностью к биоаккумуляции и токсичностью для живых организмов в чрезвычайно малых дозах.

Биоаккумуляция происходит вследствие того, что в пищевой цепи организмы-потребители обладают меньшей биомассой, чем те, которые служат им пищей. Меньшая биомасса вида-потребителя обусловлена тем, что особи этого вида используют для построения своего тела только часть потребляемой пищи, тогда как остальное расходуется в энергетическом обмене. Однако неразлагающиеся ядовитые вещества не используются в энергетическом обмене и большей частью накапливаются в организме, особенно в том случае, если данное вещество имеет длительный период биологического полураспада. Таким образом, у животных на высших уровнях трофических сетей негативное влияние токсичных веществ на организм становится критическим.

Под влиянием токсических факторов признаки поражения могут обнаруживаться на всех уровнях организации биологических систем: от молекулярно-генетического до биогеоценотического.

На молекулярно-генетическом уровне возможно нарушение генетических структур соматических и половых клеток, что проявляется в появлении мутаций.

Клеточно-тканевой уровень: происходит дифференциация токсического эффекта, специфичность которого проявляется по отношению к различным тканям и органам (Безель, 2006).

На онтогенетическом уровне под влиянием токсикантов происходят нарушения гомеостаза организмов и появление специфических заболеваний, этиология которых связана с накоплением токсинов, что особенно сказывается на стенобионтных видах (Моисеенко, 2000).

Популяционно-видовой уровень: токсический стресс требует «дополнительных энергетических трат» организмов на детоксикацию и поддержание гомеостаза. Это

приводит к повышенной элиминации особей из стада. Как ответ на «дополнительные энергетические траты» включаются механизмы регуляции роста и размножения:

- селекция особей, способных перестраивать метаболизм на детоксикацию и поддержание гомеостаза в ущерб пластическому росту, долгожительству и кратности размножения;

- селекция особей с более короткими жизненными циклами.

Селекция улучшает устойчивость популяции к токсикантам, но приводит к редуцированию генетического разнообразия. Платой за адаптацию также является снижение приспособленности к факторам среды. Таким образом, вырабатывается новая адаптационная норма (Моисеенко, 2008).

На биогеоценотическом уровне под действием токсикантов происходит деформация естественных потоков вещества и энергии и, как следствие этого, деградация среды, часто выходящая за рамки зоны прямого воздействия (Безель, 2006).

Основные структурно-функциональные изменения в сообществах в условиях токсического стресса следующие:

энергетические: ускорение дыхания сообществ и разбалансирование соотношения продукции к дыханию, увеличение значимости энергетических дотаций;

трофические: ускорение оборота элементов питания, сокращение их цикла в экосистеме, потери биогенных элементов;

продукционные: усиление синтеза и экспорта первичной продукции, более высокое потребление энергии на поддержание биомассы;

структурные: снижение видового разнообразия и упрощение сообществ, укорочение пищевых цепей, увеличение видовой доминантности, увеличение роли мелких форм (r-стратегов) в сообществе, обеспечивающий ускоренный оборот биомассы, изменение соотношения экологических ниш и соотношения эврибионтных видов и типичных обитателей региона (Одум, 1986; Моисеенко 2000; Моисеенко 2008).

Теперь стоит обратиться к нескольким примерам воздействия токсической нагрузки на орнитофауну.

Интересный и печальный пример – существенное сокращение, а на некоторых территориях и полное исчезновение крупных хищных птиц, питающихся преимущественно рыбой, таких как *скопа* и *орлан-белохвост* под воздействием хронического отравления ртутью. Дело в том, что ртуть, попадающая как непосредственно в водные объекты, так и вымываемая из почв в виде различных ее соединений, в водных экосистемах всегда переходит в свою самую токсичную форму – метилртуть. Благодаря процессам биоаккумуляции содержание этого токсиканта в рыбах может достигать критических величин: до 20 мг/кг (это летальная доза). Т. к. ртуть аккумулируется в жировой ткани рыб и плохо выводится из организма, с возрастом рыбы становятся все более «ядовитыми». Хронически отравленные рыбы страдают нарушением нервных реакций и поведения, поэтому при охоте рыбаодные птицы вылавливают, прежде всего, таких наиболее опасных для них самих рыб. Получая такие хронические заправки, птицы не погибают сразу, но отравление сказывается, прежде всего, на размножении: птицы иногда совсем не приступают к кладке, иногда отложенные яйца оказываются нежизнеспособными, страдает и качество потомства. Это естественно ведет как к качественному, так и к количественному негативному изменению в популяциях этих редких птиц (Eichler, 1982).

Подобная ситуация характерна и для *черных коршунов*, гнездящихся у водоемов и ведущих рыбаодный образ жизни. В настоящее время численность этого вида также сокращается.

История последствий применения инсектицидов, ставших стойкими органическими загрязнителями окружающей среды, в ключевых моментах примерно такова же. Накапливаясь в организмах и повышая на порядки концентрацию по мере движения по пищевым цепям, они также стали существенным фактором деградации популяций

животных, стоящих на высших звеньях этих цепей. Учитывая то, что начиная примерно с середины прошлого века эти яды все «совершенствовались», и в окружающую среду попадали все более опасные и токсичные вещества, а так же тот факт, что они обладают исключительной биохимической стойкостью, проблема хронического токсического воздействия СОЗ на биоту не уменьшилась даже после полного прекращения производства и использования многих из них. А ведь за изобретение ДДТ в свое время была присвоена Нобелевская премия! Конечно, его первичное применение в качестве инсектицида позволило достичь высоких результатов в борьбе с малярией и сыпным тифом, но те свойства ДДТ, которые ценились – широкий спектр инсектицидного действия, относительно низкая токсичность для теплокровных и химическая устойчивость – и стали его поистине исключительно коварными свойствами. Уже в конце 40-х гг. прошлого века почти сошла на нет популяция сапсанов в Британии: птицы, получавшие хронические заправки ДДТ с пищей, откладывали яйца с очень тонкой скорлупой, и последние просто разбивались при насиживании. Кроме того, в части яиц, содержание яда было столь высоко, что эмбрионы просто погибали (Eichler, 1982). Такая ситуация стала характерна и для других хищных птиц по всему миру, и не только в связи использованием ДДТ, но и вновь появлявшихся хлорорганических и фосфорорганических инсектицидов. Одними из наиболее опасных с экотоксикологической точки зрения можно считать полихлорированные бифенилы, которые попадают в окружающую среду не только как инсектициды, но и в результате деятельности химической промышленности.

Подобные эффекты токсического воздействия наблюдаются не только для хищников, но и для насекомоядных птиц, для птиц питающихся другими беспозвоночными, в экосистемах, подвергшихся загрязнению биоцидами. Однако эти эффекты не одинаковы для разных видов.

К настоящему времени накоплен значительный объем информации о содержании и

путях миграции и трансформации загрязняющих веществ в объектах окружающей среды. Однако, в конечном счете, важна оценка значимости этих показателей для состояния и судьбы экосистем. **Оценка состояния совокупности живых и неживых компонентов экосистем на соответствие экологической норме носит название экодиагностика.** Она позволяет выявить «узкие места»: как критически нарушенные и наименее устойчивые звенья самой системы, так и критически нарушенные территории, где деградация экосистемы переходит пределы устойчивости и обратимости изменений.

Поиск и анализ причин, вызывающих такую ситуацию, в свою очередь, позволяет разрабатывать нормативы, ограничивающие негативное воздействие, превышающее некий допустимый уровень, а также разрабатывать мероприятия по недопущению ухудшения и, если возможно, по улучшению состояния экосистем. **Без усилий, направленных на сохранение стабильности и эффективного функционирования экосистем, невозможно обеспечить экологическую безопасность и сохранение здоровья среды, в целом.**

Использование орнитофауны в экодиагностических целях имеет давние традиции. На уровне сообществ используют *показатели видового богатства, общей численности и структуры населения птиц.* На популяционном уровне информативны *численность популяции, плотность гнездования, соотношение возрастных групп размножающихся особей, смертность в холодный период года.* Стабильность популяций можно оценить по репродуктивным показателям: *количеству яиц в кладке, числу вылупившихся птенцов, числу слетков на гнездо, т. е. успешности гнездования.* На организменном уровне применяют *оценку разных характеристик яиц, динамику роста птенцов.* На органно-тканевом уровне – *параметры крови, гистологию органов, содержание в них токсикантов и проч.*

Интересной, как с точки зрения науки,

так и практики, могла бы стать работа по изучению орнитофауны промзоны ЗАТО г. Саров. Это позволило бы пополнить сведения о влиянии деятельности РФЯЦ-ВНИИЭФ на экосистему лесов, покрывающих эту территорию. В качестве фоновых территорий могли бы быть взяты аналогичные леса МГПЗ им. П. Г.Смидовича. Первичную оценку можно получить, проводя летние и зимние учеты птиц в динамике. Кроме того, выявление редких и охраняемых видов могло бы дать возможность осуществить конкретные мероприятия по сохранению таких птиц на основе рекомендаций Красной книги.

Подводя итог, следует обозначить подходы к сохранению орнитофауны как одного из важнейших звеньев экосистем. Прежде всего, требуется прекращение истребления птиц. Необходимо сохранение мест обитания и по возможности минимизация модификации среды (механическая, токсическая и проч.) в ходе хозяйственной деятельности человека, а также нейтрализация последствий уже накопившихся в среде негативных антропогенных воздействий. Кроме того, исключительную важность имеют биотехнические мероприятия, связанные с установлением искусственных гнездовий, зимней подкормкой; реинтродукция редких видов в естественную среду и др. Очень важную роль играет экологическое просвещение, научно-исследовательские работы по орнитологии и экодиагностике. Сейчас все чаще к этой деятельности привлекаются любители – бердвотчеры. Со стороны государства необходимы усилия, направленные на заключение соглашений по охране птиц со странами, куда птицы осуществляют сезонные миграции.

Список литературы

1. Бакка, С. В., Киселева, Н. Ю., Денисов, Д. А., Одрова, Л. Н. Ключевые орнитологические территории Нижегородской области. / Бакка, С. В. // Методическое пособие. -Н. Новгород: Экологический центр «ДронТ», -2014. 96 с.

2. Бакка, С. В., Киселева, Н. Ю. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области. Аннотированный перечень / Бакка, С.В. -Н. Новгород, – 2008. 560 с.
3. Бакка, С. В., Киселева, Н. Ю. Орнитофауна центра Европейской России: динамика, антропогенная трансформация, пути сохранения/ Бакка, С. В. // монография -М.: ФЛИНТА; Н. Новгород: Мининский университет, -2017. 260 с.
4. Безель, В. С. Введение в экологическую токсикологию: предмет, задачи, методы / Безель, В. С. // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VI / Под ред. Д. Б. Гелашвили. -Н.Новгород, издат-во ННГУ, -2006, -С.5–34.
5. Ключевые орнитологические территории России. Т. 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. М.: Союз охраны птиц России, -2000. 702 с.
6. Красная книга Нижегородской области / Т.1. Животные. -Н.Новгород: ДЕКОМ, -2014. 448 с.
7. Лисовенко, А. В. О встречах некоторых охраняемых видов птиц на территории лесопарка «Северный» в ЗАТО г. Саров Нижегородской области / Лисовенко, А. В. // Русский орнитологический журнал, -2021. т. 30, № 2065, -С. 2102–2106.
8. Моисеенко, Т. И. Вводно-экологические проблемы арктических регионов России / Моисеенко, Т. И.// Четвертый международный конгресс «Вода: экология и технология». «Экватек-2000». Тез. докл. – М.: 2000. –С. 140–141.
9. Моисеенко, Т. И. Водная экотоксикология в теории и практике / Моисеенко, Т. И // III Всероссийская конференция по водной токсикологии, посвященная памяти Б.А Флерова «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы», конференция по гидроэкологии «Критерии оценки качества вод и методы нормирования антропогенных нагрузок» и семинар «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки», мат-лыконф., -ч.1, -Борок, -2008, -С.127–136.
10. Одум, Ю. Экология / Одум, Ю. - т.1, –М: «Мир», -1986, -329 с.
11. Одум, Ю. Экология / Одум, Ю. – т.2, -М: «Мир», -1986, -377 с.
12. Eichler W. Gift in UnsererNahrung. Die Brisanz der Umweltgifte in NahrungskettenAusgewählteAspekte, Fakten und ArgumenteMiteinemallegorischenNachwort von Johann Wolfgang von Goethe / Eichler, W - Kilda-Verlag, -1982, -253 p.