

УДК 57.022

DOI 10.25688/2076-9091.2019.34.2.2

**С.В. Горюнова,
А.Л. Суздалева**

Создание управляемых природно-технических систем как один из путей сохранения биоразнообразия

В статье рассматривается процесс техногенной трансформации биологического компонента биосферы, исследуются основные формы биотехногенеза и факторы, создающие угрозу биоразнообразию. Изучаются проблемы урбанизационного биотехногенеза. Создание управляемых природно-технических систем на базе урбосистем может рассматриваться как одна из главных мер по сохранению биологического разнообразия видов.

Ключевые слова: техногенез; биотехногенез; биотехносфера; сохранение биоразнообразия; урбосистемы.

В результате человеческой деятельности естественная саморегулирующаяся система (биосфера Земли) превращается в неуправляемую деградирующую систему — биотехносферу.

Техногенез окружающей среды (т. е. ее техногенная трансформация) обычно не вызывает полного уничтожения экосистем, а приводит к созданию на их основе так называемых природно-технических систем, которые и становятся средой обитания живых организмов. Человеческая цивилизация, развиваясь, всегда сопровождалась образованием подобных систем, однако оставались и природные экосистемы, еще не подверженные воздействию человека. В современных условиях техногенным влияниям подвержены даже расположенные вдали от промышленных зон территории и акватории, а их экосистемы постепенно превращаются в природно-технические системы. Способствуют этому и глобальные климатические изменения, и атмосферный перенос загрязняющих веществ, спровоцированные антропогенной деятельностью. Усиление процессов техногенной трансформации среды и их глобализация привели к возникновению биотехносферы, находящейся под влиянием природных и техногенных факторов. Поэтому биотехносферу можно отнести к природно-технической системе глобального масштаба.

Человек, как и другие организмы, существует теперь в среде, подверженной различного рода техногенным воздействиям, которая становится все более

отличной от среды, сформировавшейся в ходе естественной эволюции. В настоящее время техногенной трансформации подвержены не только атмосфера, гидросфера и литосфера, но и биологическая составляющая биосферы — живые организмы и биологические системы. Этот процесс можно назвать биотехногенезом.

Можно выделить несколько *основных форм биотехногенеза*:

1. *Биотическим техногенезом* называют качественные и количественные изменения в составе биоты под воздействием техногенных факторов [17, с. 286–290]. Наиболее значимое отрицательное последствие проявляется в полном исчезновении отдельных видов и резком уменьшении биоразнообразия на огромных участках земли. При этом сами экосистемы и их структура могут остаться практически неизменными (например, лесные системы не исчезли, когда в XX в. почти полностью был уничтожен уссурийский тигр, обитавший в них). Однако иногда техногенные воздействия формируют благоприятную среду для отдельных видов организмов, которые были редкими или вообще не обитали в данном регионе. Появляется специфическая биота природно-технических систем — *технобиота* [16, с. 70], численность которой резко увеличивается.

Снижение биоразнообразия часто служит показателем снижения экономического развития регионов, занимающихся рыболовством, лесным или охотничьим хозяйством, приводит к нарушению сложившихся на протяжении длительного исторического периода условий жизнедеятельности людей, проживающих здесь [10, с. 20]. В ближайшем будущем при постоянном увеличении техногенной нагрузки на окружающую среду отрицательные последствия влияния биотического техногенеза будут получать все большее распространение и представлять серьезную опасность экологической ситуации и экономическому развитию территорий.

2. *Системным биотехногенезом* называют процесс нарушения структурно-функциональной организации экосистемы (например, смена доминирующих видов, разрушение ранее существовавших трофических связей). Такая форма биотехногенеза может быть как непреднамеренной, так и носить целенаправленный характер.

Примером непреднамеренного системного биотехногенеза может служить процесс эвтрофирования поверхностных водных объектов. Наблюдается массовое развитие фитопланктона (носит название «цветение воды», «красные приливы»). Основная причина — антропогенное поступление в водоемы азота и фосфора — биогенных элементов, лимитирующих развитие водных растений. Несбалансированность увеличения продуктивности зеленых растений ведет к деградации всей экосистемы водоема. Отмирая, огромная масса водорослей вызывает отравление воды, что приводит к гибели рыб и других водных организмов [5, с. 60].

При создании природно-технических систем, необходимых для разведения отдельных видов растений и животных (в лесоразведении, рыборазведении,

при создании лесопарков), происходит системный биотехногенез целенаправленного характера. Многие организмы, не встречавшиеся ранее в составе биоты, проходят специальную акклиматизацию к условиям нового района.

3. *Топический биотехногенез* представляет собой не только изменение в составе биоты, но и исчезновение природных экосистем под воздействием антропогенного влияния на окружающую среду и изменения естественных биотопов.

Существуют разные формы данного процесса. Основными можно считать аграрный и урбанизационный биотехногенез. В водоемах-охладителях АЭС и ТЭС меняется гидрологическая структура, приводящая к изменениям состава водной биоты и вызывающая нарушения в пространственном распределении организмов в водных сообществах [15, с. 47; 1, с. 36].

4. *Этологический техногенез* — под действием техногенных факторов вызывает изменения как в поведении, так и в образе жизни различных организмов. Так, например, утки (перелетные птицы) стали переходить к оседлому образу жизни, оставаясь на зимовку на водоемах Москвы, формируя устойчивые зимние популяции.

5. *Инвазионный биотехногенез* наблюдается при проникновении в среду организмов, ранее здесь не обитавших. Биологические инвазии могут привести к изменению структуры биологических сообществ или к исчезновению отдельных видов. Участки среды, благоприятные для обитания организмов, но отделенные различными преградами, были названы Л.П. Зенкевичем импедитными (т. е. непроходимыми). В современных условиях организмы-вселенцы достаточно легко преодолевают импедитные преграды: развитие транспортных перевозок возросло многократно, вырос и масштаб «техногенных биологических инвазий» [16, с. 70]. Кроме того, выращивание сельскохозяйственных культур, которые могут быть кормовой базой для инвазивных организмов, относится к непреднамеренной деятельности человека, создающего благоприятные условия для их развития в новой среде.

Иногда и естественные причины могут служить распространению биологических инвазий. Так, например, Саратовское водохранилище представляет собой своеобразный инвазионный коридор, позволяющий разным видам водных обитателей мигрировать в любых направлениях. Защищенные от волнобоя острова, мелководья и значительная изрезанность береговой линии создают условия для увеличения количества биотопов [11, с. 93].

6. Длительный эволюционный процесс, сопровождающийся появлением новых форм организмов, приспособленных к существованию в техногенно-измененной среде, носит название *генетический биотехногенез*. Однако последствия могут проявиться через десятилетия. Но отдельные явления наблюдаются уже и в наши дни. Давно описан такой феномен: в естественной среде обитания представители одного вида бабочек практически все были светлоокрашенными, а отдельные особи с темной окраской встречались редко.

Однако в районах сильного промышленного загрязнения стали массово появляться темноокрашенные бабочки, располагавшиеся на темных от копоти стволах деревьев. Шансы на выживание этих организмов в техногенной среде резко возрастают [9, с. 60].

Главное негативное последствие биотехногенеза — это появление разного рода угроз биологическому разнообразию видов. Могут наблюдаться угрозы исчезновения отдельных видов или их полное вымирание. Утрата биологического разнообразия резко возросла за последние столетия. В период 1600–1700 гг. за каждое десятилетие в среднем исчезал один вид, а уже в период 1850–1950 гг. отмечено вымирание одного вида за год [21, с. 155].

Любая техническая система, утратившая какой-либо элемент, испытывает нарушение в своей структурно-функциональной организации, а если частота таких событий увеличивается, то при достижении определенного предела наступает деградация и даже уничтожение данной системы. Биологические системы функционируют аналогично: из-за обеднения видового состава наблюдаются деградации разных по уровню наземных и водных экосистем [1, с. 25].

Каковы же основные пути сохранения биологического разнообразия видов?

Сохранение биоразнообразия — одна из главнейших проблем международного и национального уровня. Конференция ООН (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) приняла Конвенцию о биологическом разнообразии, в которой требовалось применение действенных мер по решению задач в этой сфере. Российская Федерация разработала Национальную стратегию сохранения биоразнообразия [8, с. 2].

Благодаря принятым мерам было спасено нескольких тысяч видов животных и растений. Но техногенное воздействие на экосистемы резко увеличивается, как и численность народонаселения планеты, в результате происходит резкое сокращение территорий с сохранившимися участками природной среды. Необходим поиск новых путей сохранения биологического разнообразия видов.

Впервые понятие «биологическое разнообразие» ввел в 1892 г. исследователь Г. Бэйтс в своей работе «Натуралист на Амазонке», где он рассказал, как в южноамериканской сельве всего лишь за час обнаружил почти 700 видов бабочек. Классификацию форм биоразнообразия предложил американский эколог Роберт Уиттекер [21, с. 220]. Хотя сам термин «биоразнообразие» (biodiversity) используется широко, существуют и определенные трудности, возникающие в ходе решения практических задач. Например, из-за недостаточной изученности многих групп организмов оценить их видовое разнообразие практически невозможно. Кроме того, исследование разнообразия отдельных групп возможно лишь узкими специалистами, которые могут изучить только небольшой участок среды. Поэтому работы по биоразнообразию часто носят отрывочный характер, а сами результаты исследований по отдельным таксономическим группам значимо различны у разных авторов. Оценивая гамма-разнообразие, часто учитывают численность крупных млекопитающих

и птиц, виды которых давно и подробно изучены, а сам учет достаточно просто осуществить. Другие же организмы могут быть малозаметны (например, почвенная мезофауна — совокупность мелких почвенных животных, главным образом членистоногих), для их определения необходима сложная техника. В результате они изучены меньше. Однако именно мелкие организмы могут иногда играть в экологических системах значительно большую роль в отличие от копытных млекопитающих или хищных птиц. Меры же по сохранению животного мира предлагаются только для заметных видов животных. Ставятся задачи предотвращения вымирания крупноразмерных организмов: при ограничении сроков охоты на определенный вид антилоп достаточно быстро происходит восстановление численности данного вида. Восстановление же биологического разнообразия видов почвенных членистоногих, обитающих на эродированных почвах, требует воссоздания потерянных (уничтоженных) элементов почвенных экосистем.

Для определения мер по сохранению биологического разнообразия видов требуется проведение анализа факторов, влияющих на биоразнообразие, представляющих угрозу видам (т. е. исследование факторов биотического техногенеза). Любые техногенные воздействия, обладая определенными специфическими чертами, вызванными местными особенностями, оказывают влияние на всей территории планеты [10, с. 128]. В нашей стране в роли основных факторов рассматриваются [13, с. 74]:

1. Разрушение привычных местообитаний животных и растений в результате освоения новых территорий (например, урбанизация).
2. Загрязнение окружающей среды (с преобладанием химического вида загрязнений).
3. Фрагментация ландшафтов и «островизация» природных экосистем.
4. Изменение традиционного аграрного ландшафта.
5. Угроза изменения аборигенного биоразнообразия из-за внедрения инвазийных видов.
6. Переэксплуатация биологических ресурсов, рост браконьерства.
7. Лесные пожары, повреждения лесных массивов вредными организмами и болезнями деревьев.

Изучим один из факторов биотического техногенеза — *урбанизационный биотехногенез*. По определению Г.М. Лаппо, «городская среда — это совокупность условий для жизнедеятельности населения» [7, с. 35]. Урбанизированные территории отличаются от неурбанизированных тем, что представляют собой результат целенаправленного изменения природной среды для создания условий проживания здесь людей. Возникает урбосистема — изолированный от неблагоприятных природных условий участок. Однако контакт с природой — естественная потребность человека, поэтому рядом с городскими поселениями сохранялись участки естественной среды — заповедные леса, священные рощи, которые с ростом городов включались в состав объектов

застройки (например, парки). Благодаря созданию определенной городской инфраструктуры (системы водоснабжения, канализации) экологические условия в урбанизированных системах всегда были управляемы. Можно констатировать, что первые урбанизированные территории являлись управляемыми природно-техническими системами, включающими природные, природно-техногенные и отдельные техногенные объекты [14, с. 54].

В современном мире происходит быстрое освоение все новых и новых территорий. Урбанизация перестала представлять собой расширяющуюся городскую застройку — она стала захватывать пространство на новых территориях, пригодных для жизни человека (иногда вовлекая в урбосистемы и непредназначенные для нормальной жизни участки).

Интенсивный биотехногенез всегда сопутствовал процессу урбанизации. Многие виды растений и животных начинают приспосабливаться к городским условиям, находят на участках городской и промышленной застройки благоприятную для обитания среду: происходит синантропизация видов растений и животных. Биота современных урбосистем отличается достаточным разнообразием. Например, в 1960–1980 гг. на территории нашей столицы постоянно обитало более пятидесяти видов птиц. Многие виды изменяют характер поведения и образ жизни и начинают осваивать несвойственные им биотопы: в летнее время на газонах вокруг МГУ им. М.В. Ломоносова были обнаружены обыкновенные и сизые чайки, а кряквы и серые утки обитали и даже спаривались здесь, совершая весенний пролет [12, с. 110]. Следует подчеркнуть, что урбобиота — это не упрощенный вариант биоты естественных ландшафтов, окружающих урбанизированную территорию. Формирование ее происходит двумя путями. С одной стороны, при изменении биотопов, под воздействием химических факторов или при увеличении шумового загрязнения среды исчезает ряд видов, характерных для естественных местообитаний данной территории. В то же время отмечается обогащение видового состава, происходящего или в результате появления занесенных сорных организмов, или благодаря специальной интродукции видов. Такие виды, несвойственные данной местности, но распространившиеся в результате антропогенной деятельности, называют адвентивными (от лат. *adventicius* — чуждый) [6, с. 25]. Наши городские голуби освоили постройки, деревянные и каменные здания, различные сооружения, в то время как местообитанием их диких предков служили скалистые ландшафты. В процессе урбанизации количество этих видов увеличивается: так, в Москве в начале XIX в. отмечалось 50 адвентивных видов растений, к настоящему времени их количество возросло до 300. Схожие результаты зафиксированы и в других городах [4, с. 55]. Своеобразные урбосенозы (биологические сообщества растений и животных городских территорий) можно обнаружить везде — это и обочины дорог, свалки, кладбища и даже участки около проезжих магистралей. Отмечается схожесть состава урбобиоты на урбанизированных территориях — экологические ниши городов очень

специфичны. Так, во всех городах Европы насчитывается до 15 % видов растений, общих для них [20, с. 97].

На основании анализа источников литературы и проведенных исследований можно сделать следующее заключение: урбанизационный биотехногенез вызывает ряд проблем, требующих специального изучения.

Основные значимые проблемы:

1. Роль биологических сообществ — урбоценозов, формирующихся в расширяющихся и занимающих все большие территории урбосистемах, становится более значимой в экосистеме планеты. Урбанизационный биотехногенез превращается в ведущий фактор, формирующий биотехносферу. Появляются новые биологические сообщества, влияющие на вещественные и энергетические потоки. Сейчас достаточно трудно определить долю всей наземной растительности, которая произрастает на урбанизированных территориях. Но предварительные подсчеты свидетельствуют о том, что и общая площадь, занимаемая ею, и общая биопродуктивность городских экосистем сравнимы с показателями, полученными для сохранившихся природных экосистем некоторых стран Западной Европы [19, с. 118].

2. Спонтанно сформировавшиеся урбоценозы иногда могут ухудшать видеозоологические характеристики городской территории. На городских пустырях появляются заросли рудеральной растительности, в поймах малых рек существуют заброшенные участки территорий, на которых невозможно осуществить строительство городских объектов. Городское население часто стихийно использует эти места для массового отдыха, здесь же поселяются и лица без определенного места жительства. Как результат, на этих участках складывается неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая обстановка.

3. Ряд организмов, быстро заселяющих урбосистемы, может оказывать негативное влияние на жизнедеятельность людей, проживающих в городах. Это могут быть и переносчики опасных инфекций — грызуны, и кровососущие насекомые, обитающие в сырых подвальных помещениях, и бродячие собаки, объединенные в стаи и агрессивные к жителям.

4. Некоторые организмы, обитающие как на поверхности, так и поселяющиеся внутри технических агрегатов, способны вызывать в результате своей жизнедеятельности биопомехи — нарушения и сбои в работе технических систем, что может спровоцировать аварийные ситуации и даже ЧС техногенного характера. Ряд других организмов вызывает биоповреждения, в результате которых происходит механическое и химическое разрушение различных материалов и отдельных изделий (конструкций) из них [2, с. 12].

В целом озеленение городов и рост биоразнообразия являются позитивными процессами. Предложены и реализуются программы по привлечению в города тех компонентов урбобиоты, которые могут представлять интерес для жителей и приносить определенную пользу для экосистем, в то же время разрабатываются новые подходы для борьбы с нежелательными организмами. Целью

принимаемых мер по охране городской среды является повышение позитивного влияния урбобиоты на жителей городов и ограничение негативных воздействий. Однако часто эти меры принимают по отношению к определенной группе организмов, рассчитывая на сиюминутный успех. Такая деятельность либо кратковременна, либо не приносит результата. Например, непродуманная попытка поселить ланей в национальном парке «Лосиный остров» закончилась быстрым уничтожением всех особей бродячими собаками [5, с. 80].

Формирование урбобиоты как элемента управляемой природно-технической системы позволит избежать подобных ситуаций. Состав урбоценозов должен создаваться исходя не из желания видеть в урбосистеме отдельные фрагменты естественных биоценозов или акклиматизированные виды, радующие глаз в городских парках, а на основе научно обоснованных решений по созданию сообществ организмов, соответствующих условиям целенаправленно создаваемой управляемой системы [18, с. 194]. Для этого необходимо:

- сформировать некий набор урбоценозов, в котором каждый ценоз способен к устойчивому существованию на конкретной территории промышленной или городской застройки (подбор биологических объектов при составлении планов озеленения городов и промышленных зон должен осуществляться с учетом существующего уровня загрязненности почв и атмосферного воздуха);
- разработать механизмы по управлению биологическими объектами, предназначенными для улучшения экологической, санитарной и эпидемиологической ситуаций в городах, а также продумать возможные подходы по обеспечению их стабильного состояния.

Итак, уменьшение биоразнообразия на планете является результатом создания в разных регионах природно-технических систем. Освоение новых регионов приводит к разрушению местообитаний различных организмов, сохранившиеся же экологические системы трансформируются в природно-технические. «Островитизация», приводящая к изоляции отдельных групп организмов, которые неспособны к поддержанию стабильной численности при нарушении возможности осуществления миграционных процессов и обмена генетическим материалом, является результатом градостроительной деятельности или работ по прокладке различных коммуникаций. Данное явление также способствует формированию природно-технических систем.

Сохранение биоразнообразия — это не попытка предупредить развитие различных форм биотехногенеза (что практически невозможно), а разработка мер по эффективному управлению ими. Создание управляемых природно-технических систем поможет выполнить данную задачу.

Такие системы в процессе своего функционирования не смогут решить все проблемы по предотвращению угрозы биологическому разнообразию видов, однако могут придать такой деятельности целенаправленный, системный, стабильный характер. В настоящее время уже существуют управляемые природно-технические системы, отличающиеся высоким уровнем

биологического разнообразия. При изучении нами водоемов — охладителей АЭС было установлено, что разнообразие водной биоты в них практически не отличалось от разнообразия природных водных объектов, расположенных в тех же регионах [18, с. 132].

В современных условиях непрерывно расширяются площади урбанизированных территорий, захватывающих новые регионы, постоянно повышается их роль в структурно-функциональной организации экологической системы Земли. Поэтому формирование на базе урбосистем управляемых природно-технических систем может уже в недалеком будущем стать одной из главных мер по сохранению биологического разнообразия видов.

Литература

1. Горюнова С.В. Закономерности процесса антропогенной деградации водных объектов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУ, 2006. 50 с.
2. Горюнова С.В., Попов А.В., Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Чрезвычайные экологические и биологические ситуации в техногенных водных экосистемах // Вестник РУДН. Серия: «Сельскохозяйственные науки. Агрономия». 2002. № 8. С. 10–16.
3. Горюнова С.В., Суздалева А.Л. Малые городские водные объекты: экологические проблемы, пути решения: монография. Palmarium Academic Publishing, Deutschland. 2017. 106 с.
4. Ильминских Н.Г. Обзор работ по флоре и растительности городов // Географический вестник. 2011. № 1. С. 49–65.
5. Карасева Е.В., Куликов В.Ф., Мелкова В.К. и др. Экологические формы млекопитающих крупного города на примере Москвы // Экологические исследования в Москве и Московской области: Животный мир. М.: Наука, 1995. С. 71–96.
6. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
7. Лаппо Г.М. География городов. М.: Владос, 1997. 480 с.
8. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия в России. М., 2001. 76 с.
9. Одум Е. Экология. М.: Просвещение, 1968. 168 с.
10. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с.
11. Романова Е.П., Горюнова С.В., Кузнецова С.П. Многолетняя динамика инвазийных видов зоопланктона в Саратовском водохранилище // Гетеротрофное звено внутренних и контурных сообществ пресноводных экосистем. Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. Ярославль: Филигрань, 2016. Вып. 74 (77). С. 93–99.
12. Симкин Г.Н. Изменение видового состава и поведение птиц большого города // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов Московской области. М.: Московск. филиал Геогр. об-ва СССР, 1977. С. 109–111.
13. Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации. Пятый национальный доклад. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2015. 124 с.
14. Суздалева А.Л. Создание управляемых природно-технических систем. М.: Энергия, 2016. 160 с.

15. Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Изменение гидрологической структуры водоемов и сукцессия водных биоценозов при их превращении в водоемы-охладители атомной (тепловой) электростанции // Инженерная экология. 2000. № 2. С. 47–55.
16. Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Горюнова С.В. Биологические инвазии в природно-технических системах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2015. № 3. С. 67–78.
17. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов: монография. М.: Энергия, 2014. 456 с.
18. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Биотехносфера: экология и безопасность жизнедеятельности: монография. М.: МГПИУ, 2017. 240 с.
19. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2006. 336 с.
20. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем. СПб.: Наука, 1998. 328 с.
21. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press, 1995. 1152 p.
22. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity // Taxon. 1972. № 2. P. 213–251.

Literatura

1. Goryunova S.V. Zakonomernosti processa antropogennoj degradacii vodny'x ob'ektov: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. M.: MGU, 2006. 50 s.
2. Goryunova S.V., Popov A.V., Suzdaleva A.L., Beznosov V.N. Chrezvy'chajny'e e'kologicheskie i biologicheskie situacii v texnogenny'x vodny'x e'kosistemax // Vestnik RUDN. Seriya: «Sel'skoxozyajstvenny'e nauki. Agronomiya». 2002. № 8. S. 10–16.
3. Goryunova S.V., Suzdaleva A.L. Maly'e gorodskie vodny'e ob'ekty': e'kologicheskie problemy', puti resheniya: monografiya. Palmarium Academic Publishing. Deutschland. 2017. 106 s.
4. Il'minskix N.G. Obzor rabot po flore i rastitel'nosti gorodov // Geograficheskij vestnik. 2011. № 1. S. 49–65.
5. Karaseva E.V., Kulikov V.F., Melkova V.K. i dr. E'kologicheskie formy' mlekopitayushhix krupnogo goroda na primere Moskvy' // E'kologicheskie issledovaniya v Moskve i Moskovskoj oblasti: Zhivotny'j mir. M.: Nauka, 1995. S. 71–96.
6. Klausnitser B. E'kologiya gorodskoj fauny'. M.: Mir, 1990. 246 s.
7. Lappo G.M. Geografiya gorodov. M.: Vldos, 1997. 480 s.
8. Nacional'naya strategiya soxraneniya bioraznoobraziya v Rossii. M., 2001. 76 s.
9. Odum E. E'kologiya. M.: Prosveshhenie, 1968. 168 s.
10. Primak R. Osnovy' soxraneniya bioraznoobraziya. M.: Izd-vo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo centra, 2002. 256 s.
11. Romanova E.P., Goryunova S.V., Kuzneczova S.P. Mnogoletnyaya dinamika invazijny'x vidov zooplanktona v Saratovskom vodoxranilishhe // Geterotrofnoe zveno vnutrennix i konturny'x soobshhestv presnovodny'x e'kosistem. Trudy' Instituta biologii vnutrennix vod im. I.D. Papanina. Yaroslavl': Filigran', 2016. Vy'p. 74 (77). S. 93–99.
12. Simkin G.N. Izmenenie vidovogo sostava i povedenie pticz bol'shogo goroda // Oхрана природы' i racional'noe ispol'zovanie prirodny'x resursov Moskovskoj oblasti. M.: Moskovsk. filial Geogr. ob-va SSSR, 1977. S. 109–111.

13. Soxranenie bioraznoobraziya v Rossijskoj Federacii. Pyaty'j nacional'ny'j doklad. M.: Ministerstvo prirodny'x resursov i e'kologii Rossijskoj Federacii, 2015. 124 s.
14. *Suzdaleva A.L.* Sozdanie upravlyaemy'x prirodno-texnicheskix sistem. M.: Energiya, 2016. 160 s.
15. *Suzdaleva A.L., Beznosov V.N.* Izmenenie gidrologicheskoy struktury' vodoemov i sukcessiya vodny'x biocenozov pri ix prevrashhenii v vodoemy-oxladiteli atomnoj (teplovoj) e'lektrostantsii // Inzhenernaya e'kologiya. 2000. № 2. S. 47–55.
16. *Suzdaleva A.L., Beznosov V.N., Goryunova S.V.* Biologicheskie invazii v prirodno-texnicheskix sistemax // Vestnik Rossijskogo universiteta družby' narodov. Seriya: «E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti». 2015. № 3. S. 67–78.
17. *Suzdaleva A.L., Goryunova S.V.* Texnogenez i degradaciya poverxnostny'x vodny'x ob'ektov: monografiya. M.: E'nergiya, 2014. 456 s.
18. *Suzdaleva A.L., Goryunova S.V.* Biotexnosfera: e'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: monografiya. M.: MGPU, 2017. 240 s.
19. *Tetior A.N.* Gorodskaya e'kologiya: ucheb. posobie dlya vuzov. M.: Akademiya, 2006. 336 s.
20. *Frolov A.K.* Okruzhayushhaya sreda krupnogo goroda i zhizn' rastenij v nem. SPb.: Nauka, 1998. 328 s.
21. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press, 1995. 1152 p.
22. *Whittaker R.H.* Evolution and measurement of species diversity // *Taxon*. 1972. № 2. P. 213–251.

S.V. Goryunova,
A.L. Suzdaleva

Creation of Manageable Natural-Technical Systems as One of the Ways to Preserve Biodiversity

The process of technogenic transformation of the biological component of the biosphere are considered in the article. The main forms of biotechnogenesis and the factors that threaten biodiversity are investigated. The problems of urban biotechnogenesis are studied. The creation of controlled natural-technical systems based on urban ecosystems can be considered as one of the main measures for the conservation of biological diversity of species.

Keywords: technogenesis; biotechnogenesis; biotechnosphere; biodiversity conservation; urban systems.