

УДК 911.52

*В.Б. Михно, А.С. Горбунов, О.П. Быковская, В.Н. Бевз***ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Акцентируется внимание на геосистемной концепции предпроектных исследований ландшафтов, применительно к организации единой стабилизирующей ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья. Сформулированы принципы структурно-динамического подхода организации ландшафтно-экологических каркасов локального, регионального и межрегионального уровней. В качестве основных принципов конструирования экологических сетей обозначены динамический, позволяющий рассматривать формируемую экосеть как единую парадинамическую систему региональных и типологических ландшафтов, бассейновый, предусматривающий организацию сети с учетом структурно-морфологических особенностей и динамических связей ландшафтов речных бассейнов, структурно-функциональный, отвечающий за выполнение экосетью возложенных на нее средостабилизирующих функций и оптимизирующий, определяющий возможности создаваемой экосети оказывать оптимизирующее воздействие на природную среду региона. Наряду с этим в статье рассмотрена организация элементов ландшафтно-экологических каркасов разных уровней.

Ключевые слова: геосистема, ландшафтно-экологический каркас, структурно-динамический подход, организация ландшафта, ландшафтно-экологическая сеть, парадинамические ландшафты.

К постановке вопроса. Актуальность формирования стабилизирующей ландшафтно-экологической сети (ЛЭС) очевидна для Центрального Черноземья и уже поднималась в научной литературе, о чем свидетельствуют работы Ф.Н. Милькова [1]. Она связана с потребностями практики и, прежде всего, с необходимостью поддержания благоприятной экологической обстановки и сохранения природно-ресурсного потенциала региона. Вызвано это тем, что в результате длительного, преимущественно сельскохозяйственного, использования природных ресурсов, а также проявления негативных естественных и антропогенных факторов здесь в историческое время произошло сокращение природно-ресурсного потенциала, снизилось ландшафтное разнообразие, возросла экологическая напряженность. Свидетельство тому – деградация лесных и степных комплексов, пойменных лугов, снижение плодородия почв, обмеление и исчезновение рек, интенсивное проявление эрозионных, оползневых и карстовых процессов. В ряде мест наблюдается загрязнение почвы, воды, воздуха вредными химическими и радиоактивными веществами.

В конечном результате неблагоприятные в экологическом отношении условия негативно сказываются на жизни и деятельности населения региона. Учитывая это обстоятельство, необходимо принятие мер, способных оптимизировать и стабилизировать здесь ландшафтно-экологическую обстановку. В решении этой проблемы основное внимание следует сосредоточить на создании единой оптимальной экологической сети, охватывающей всю территорию Центрального Черноземья [2; 3]. В данном случае под стабилизирующей ландшафтно-экологической сетью понимается сконструированная геосистема тесно взаимосвязанных в процессе функционирования естественных и антропогенных ландшафтов, способная обеспечить оптимальное экологическое состояние, социально-экономическую ценность и устойчивое развитие ландшафтов региона. Базовыми элементами ее выступают экологические каркасы различного таксономического уровня.

Формирование оптимальной ЛЭС возможно на основе детальной информации о структурно-динамической организации, особенностях развития и современном состоянии ландшафтов Центрального Черноземья. Получение такого рода данных необходимо, прежде всего, для обоснования целесообразности создания и определения параметров конструируемой ландшафтно-экологической сети. Однако проведение ландшафтного анализа и формирование банка данных для реализации этих задач затруднено вследствие слабой разработанности методических приемов исследований структурно-динамических и функциональных особенностей природно-территориальных комплексов. Все это предопределяет актуальность рассмотрения и обоснования наиболее приемлемых методических подходов ландшафтных исследований применительно к проектированию ЛЭС Центрального Черноземья.

Анализ результатов исследований, связанных с совершенствованием системы природопользования, сохранением ландшафтного разнообразия и оптимизацией ландшафтно-экологической обстановки Центрального Черноземья, позволяет сделать вывод о том, что в качестве методологической

основы формирования единой ландшафтно-экологической сети региона целесообразно избрание структурно-динамического подхода, базирующегося на геосистемной концепции ландшафтоведения.

Структурно-динамический подход формирования оптимальной ЛЭС Центрального Черноземья способен наиболее полно раскрыть не только морфолого-генетические, но и функционально-динамические особенности ландшафтных комплексов, что чрезвычайно важно учитывать при проектировании ландшафтно-стабилизирующих систем.

С позиций геосистемной концепции Центральное Черноземье предстает как единая хорошо структурированная парадинамическая система тесно взаимосвязанных потоками вещества и энергии региональных и типологических ландшафтных комплексов различного таксономического ранга. Принимая это во внимание, управление природной средой региона и, прежде всего, поддержание устойчивого развития ее при помощи ландшафтно-экологической сети, должно осуществляться с учетом структурной организации и динамических взаимосвязей ландшафтных комплексов. Эти признаки предопределяют дифференцированный подход к формированию основных элементов сети и, прежде всего, ландшафтно-экологических каркасов (ЛЭК) различного типа (таб.).

Структурно-динамическая организация единой ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья

Ландшафтная структура сети	Динамические взаимосвязи ландшафтов	Типы каркасов ландшафтно-экологической сети		
		локальные	региональные	межрегиональные
Региональные ПТК				
Зоны	Парадинамические	–	Зональные	Межзональные
Провинции		–	Провинциальные	Межпровинциальные
Районы		–	Районные	Межрайонные
Типологические ПТК				
Местности	Парадинамические	Типов местности	–	–
Урочища	Парагенетические	Урочищ	–	–
Фации		Фаций	–	–

Вместе с тем структурно-динамический анализ ландшафтов региона необходим для установления наиболее оптимального варианта проектируемой сети, определения ее параметров и функциональных свойств.

Исходными материалами для решения этих задач могут служить данные ландшафтных исследований, проведенных сотрудниками кафедры физической географии и оптимизации ландшафта Воронежского государственного университета. Выполненное ими физико-географическое районирование, ландшафтно-типологическое картографирование и описание ландшафтов Центрального Черноземья содержит основную информацию о природной специфике региона.

Естественно, формирование ландшафтно-экологической сети, охватывающей всю территорию Центрального Черноземья, требует проведения углубленных исследований, способных установить современное состояние, динамику и ландшафтообразующую роль природно-территориальных комплексов всех категорий. Восполнение недостающей информации возможно на основе повторного крупномасштабного ландшафтного картографирования, системных и балансовых исследований ландшафтных комплексов, моделирования и прогнозирования процессов и возможных ситуаций.

Реализация структурно-динамического подхода к формированию единой ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья во многом зависит от разработанности, обоснования и соблюдения соответствующих принципов исследований. Учитывая актуальность этих требований, авторами предпринята попытка определить и сформулировать основные принципы формирования ЛЭС рассматриваемого региона. К их числу отнесены динамический, ландшафтно-бассейновый, структурно-функциональный и ландшафтно-оптимизирующий принципы.

Динамический принцип формирования ландшафтно-экологической сети. При проектировании стабилизирующей ландшафтно-экологической сети региона особое внимание должно уделяться выявлению и учету специфики взаимодействия ландшафтных комплексов. Достижение этой цели возможно на основе учения о парадинамических ландшафтных системах – пространственно смежных,

взаимодействующих между собой, лишенных генетического единства комплексов, частным случаем которых являются парагенетические ландшафтные комплексы – системы пространственно смежных, генетически сопряженных ПТК.

Научная концепция о парадинамических и парагенетических ландшафтных системах, разработанная Ф.Н. Мильковым [4; 5], получила дальнейшее развитие в трудах его учеников и последователей, нашла достаточно широкое применение при изучении структурно-динамической организации ландшафтов Центрального Черноземья. Наиболее детально освещены в литературе овражно-балочные, долинные и карстовые парагенетические ландшафтные системы [6–8]. Многие положения этих работ могут быть использованы при формировании ЛЭС Центрального Черноземья.

Рассмотрение парадинамических и парагенетических ландшафтных комплексов как своеобразных ландшафтных систем позволяет выявить и учесть не только их ярко выраженные морфолого-генетические, но и порой совершенно скрытые связи со структурными элементами региона. Это открывает более широкие возможности для установления ландшафтообразующей роли потоков вещества, поддерживающих связи и развитие ландшафтных комплексов. Необходимость в такой информации вызвана тем, что проектирование стабилизирующей ландшафтно-экологической сети требует учета не только количественных, но и качественных показателей ландшафтообразующих факторов, например, поверхностного и твердого стоков, миграции химических элементов переноса снежных масс, перемещения продуктов водной и ветровой эрозии. Получение в данном случае необходимой информации возможно на основе детальных морфолого-генетических исследований ландшафтных комплексов и определении их динамических взаимосвязей, поддерживаемых потоками вещества, особую роль в установлении ландшафтообразующей специфики которых призваны сыграть системный и балансовый методы исследований, а также моделирование. Д.А. Арманд [9. С. 89], рассматривая сущность метода балансов, справедливо подчеркивает: «... метод балансов может послужить не только орудием познания, но и орудием управления природными процессами».

Установление на основе системного и балансового методов исследований величины и разнообразия потоков вещества, поступающего на территорию ландшафтных комплексов различного генезиса необходимо в первую очередь для выявления особенностей динамики и прогнозирования их развития, что важно учитывать при формировании ЛЭС, способной выполнять запрограммированные функции.

Таким образом, привлечение динамического принципа – неотъемлемое условие предпроектных ландшафтных исследований применительно к созданию единой ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья. Объясняется это, прежде всего, ведущей ролью таких исследований в установлении характера непосредственных и опосредованных взаимосвязей природно-территориальных комплексов проектируемой сети, а также определение потенциала ландшафтообразующих потоков вещества.

Ландшафтно-бассейновый принцип предусматривает конструирование и компоновку сети с учетом структурно-морфологических особенностей и динамических связей ландшафтных комплексов речных бассейнов. В данном случае речные бассейны рассматриваются как функционально целостные парадинамические ландшафтные системы, структурными элементами которых могут выступать как типологические, так и региональные ландшафтные комплексы различного генезиса, тесно взаимосвязанные в границах площади водосбора реки однонаправленными системообразующими потоками вещества [10].

Соблюдение ландшафтно-бассейнового принципа открывает более широкие возможности для формирования функционально взаимосвязанных звеньев единой управляемой ЛЭС Центрального Черноземья. Совместно ландшафтный и бассейновый подход могут глубже раскрыть особенности структурно-динамической организации и направленности развития природно-территориальных комплексов. Привлечение такой информации будет способствовать проектированию устойчивой и эффективно выполняющей свои функции ландшафтно-экологической сети [11].

Реализация ландшафтно-бассейнового принципа возможна на основе анализа структурной организации, современного состояния и функционирования ландшафтов речных бассейнов. Все это предопределяет необходимость установления ландшафтных особенностей речных бассейнов Центрального Черноземья, выявления динамических связей ПТК и определения ландшафтообразующей роли основных потоков вещества на территории речных водосборов.

Полевые наблюдения, анализ картографического материала и литературных источников позволяют сделать вывод о том, что структурная организация ландшафтов речных бассейнов Центрально-Черноземного региона носит индивидуальный характер. Свойственная речным бассейнам ландшафтная неоднородность проявляется не только на локальном, но и региональном уровне. Кроме того, речным бассейнам присущи свои особенности парадинамических взаимосвязей. Все это указывает на необходимость индивидуального подхода к исследованию структурно-динамической организации реч-

ных бассейнов. С целью систематизации таких исследований уместно использовать классификацию речных бассейнов, основанную на гидрологических параметрах речной сети региона, согласно которой на территории Центрального Черноземья в зависимости от величины площади водосбора водотоков условно различают малые, средние и большие реки. К малым рекам относят водотоки, имеющие сток в течение всего года и обладающие площадью водосбора от 50 км² до 2000 км², к средним рекам – принадлежат водотоки с площадью водосбора от 2000 км² до 50000 км², к большим – отнесены реки, площадь водосбора которых превышает 50000 км² [12]. В соответствии с размерами речных бассейнов могут быть выделены ландшафтно-экологические каркасы локального, регионального и межрегионального уровня.

Речным бассейнам любой размерности свойственны свои физико-географические и ландшафтно-типологические особенности, которые проявляются в специфике парадинамических взаимосвязей природно-территориальных комплексов речных бассейнов. В соответствии с представлениями Ф.Н. Милькова [13] бассейн реки – парадинамическая ландшафтная система, состоящая из генетически разнородных подсистем: долинно-речной и водораздельной. Каждая из них обычно включает ландшафтные комплексы различного генезиса. Особую разновидность парадинамических систем образуют сходные в генетическом отношении ландшафты речных бассейнов, тесно взаимосвязанные потоками вещества и предстающие в виде парагенетических систем ландшафтных комплексов: эрозионных, карстовых, оползневых, суффозионных и другие. Неслучайно в основу коллективной монографии «Долинно-речные ландшафты среднерусской лесостепи» (1987 г.) положен подход к речным долинам как парагенетическим ландшафтным системам [7]. В дальнейшем специфика ландшафтных комплексов бассейнов рек региона нашла достаточно полное отражение в монографиях: «Прихоперье» (1979 г.), «Поосколье» (1980 г.), «Поченье» (1981 г.), «Долина Дона: природа и ландшафты» (1982 г.), «Посеймье» (1983 г.).

В ряде работ акцентируется внимание на необходимости дифференцированного подхода к установлению динамических связей ПТК речных бассейнов, учитывая при этом, что в поддержании динамических связей ландшафтных комплексов речных бассейнов основная роль принадлежит направленным потокам вещества и, прежде всего, поверхностному стоку, системообразующая функция которого проявляется практически повсеместно на площади водосбора каждой реки [14]. Объем стока, его состав и интенсивность выступают важнейшими факторами воздействия на природно-территориальные комплексы речных бассейнов. Учет этого обстоятельства – важнейшее условие проектирования объектов ЛЭС, способной управлять природной обстановкой региона.

Таким образом, несмотря на свою известную самостоятельность, бассейновый и ландшафтный подходы при формировании стабилизирующей ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья наибольшую результативность могут дать при совместном их применении. Исключительная важность учета этого положения показана на примере анализа приемов проектирования оптимального ЛЭК рассматриваемого региона [15].

Структурно-функциональный принцип главной своей целью предусматривает научное обоснование структурной организации и определение функциональных возможностей создаваемой ЛЭС. Конструирование ландшафтно-экологической сети требует учета местных физико-географических условий и природных особенностей ландшафтных комплексов, избранных в качестве ее элементов. При этом особое внимание также должно уделяться динамике и особенностям функционирования ландшафтов, поскольку их познание – путь к выявлению как внутренних, так и внешних взаимосвязей ПТК, установлению взаимодействия элементов сети и воздействия их на соседние комплексы.

К сожалению, функционально-динамические свойства ландшафтов слабо изучены, что затрудняет проведение необходимых исследований. В ряде случаев они могут быть осуществлены на основе представлений, сформулированных в функционально-динамическом направлении ландшафтоведения и в обобщенном виде изложенных И.И. Мамай [16].

С позиций структурно-динамического подхода ландшафтно-экологическая сеть – управляемая геосистема функционально взаимосвязанных ландшафтно-экологических каркасов различного уровня, состоящих из взаимодействующих групп элементов: ядер (или узлов), экологических коридоров, буферных зон, малоразмерных объектов охраны природы (МРОО).

Каркасы образуют остов ландшафтно-экологической сети. От их структурно-функциональных свойств зависит возможность выполнения ландшафтно-экологической сетью ландшафтно-стабилизирующей роли. Все это предопределяет необходимость ландшафтного обоснования избрания объектов в качестве тех или иных элементов каркаса.

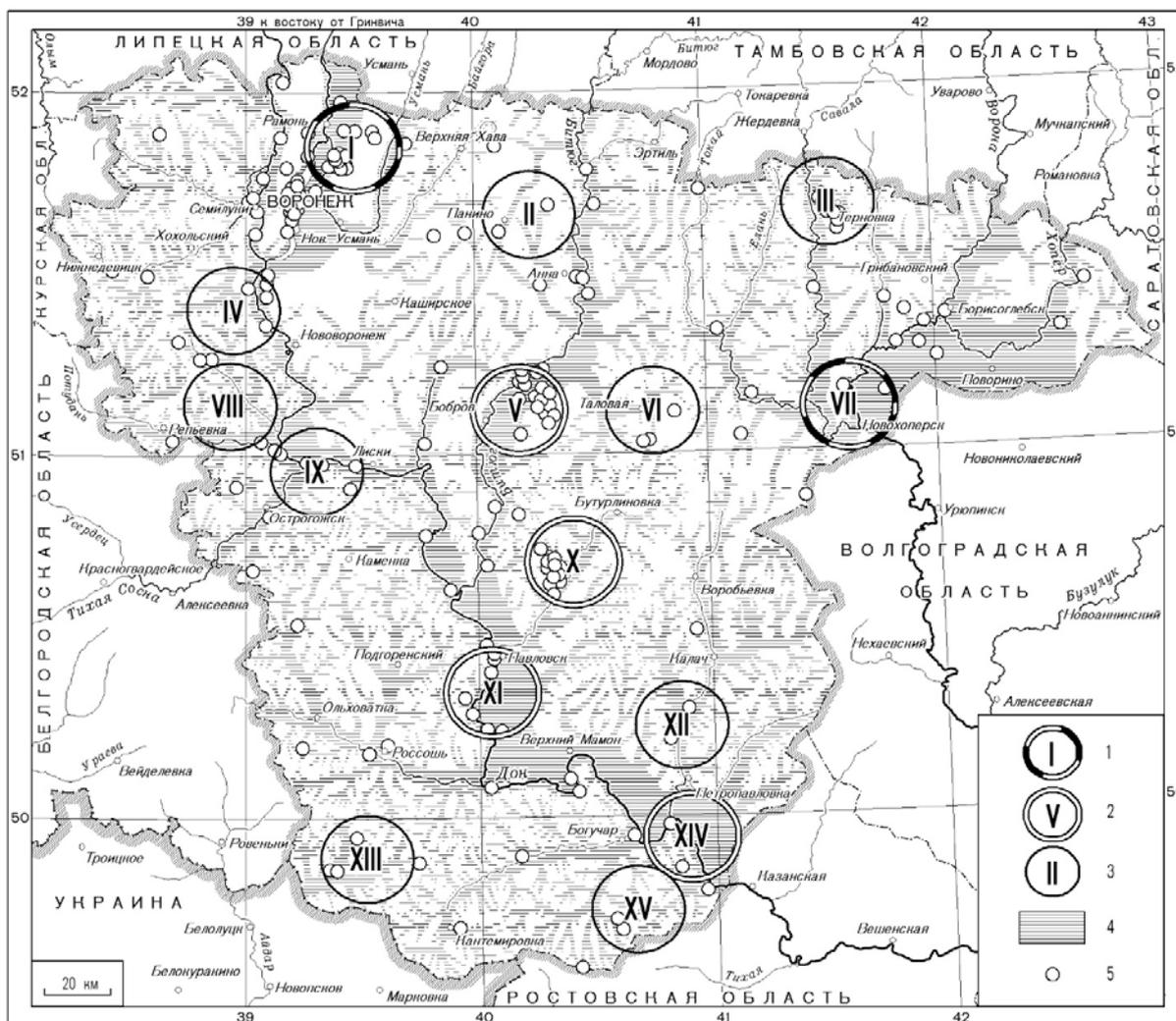


Рис. 1. Ландшафтно-экологический каркас Воронежской области [18]

Условные знаки: 1 – ядра ландшафтно-экологического каркаса межрегионального уровня (I – Дно-Воронежско-Усманский лесной придолинно-террасовый комплекс; VII – Хоперский аквально-лесной комплекс); 2 – ядра ландшафтно-экологического каркаса регионального уровня (V – Хреновской лесной комплекс Прибитюжья; X – Шиповская нагорная дубрава южной лесостепи; XI – Белогорский южно-лесостепной комплекс меловых ландшафтов с элементами реликтовой растительности; XIV – Петропавловский флювиогляциальный комплекс с псаммофитной флорой); 3 – ядра ландшафтно-экологического каркаса локального уровня (II – Панинское недrenированное плоскомерье с западными комплексами; III – Савальский междуречный лесной комплекс типичной лесостепи; IV – Костенковско-Сторожевой лугово-степной комплекс Среднего Подонья; VI – Каменно-степной комплекс залежных степей и оптимизированных лесоаграрных ландшафтов; VIII – Потуданский эрозионно-меловой комплекс с элементами реликтовой растительности; IX – Дивногорско-Коротоякский комплекс меловых и аквальных ландшафтов с элементами реликтовой биоты; XII – Калачеевский эрозионно-меловой комплекс с группировками нагорных ксерофитов; XIII – Волоконовско-Новобелянский долино-речной комплекс с элементами реликтовой растительности; XV – Богучарский останцово-водораздельный комплекс с ковыльными степями); 4 – основные ландшафтно-экологические коридоры; 5 – микроразмерные объекты охраны.

Наиболее ответственным является избрание объектов, способных выполнять функции «ядер» каркаса – территорий или акваторий, обладающих более высоким ландшафтообразующим потенциалом, чем смежные с ними ПТК. В пределах центрального Черноземья к ним могут быть отнесены заповедники, заказники, хорошо сохранившиеся долино-речные комплексы, инсультные лесные массивы, зональные эталонные ландшафты в виде конкретных местностей и урочищ, то есть объекты, выполняющие преимущественно средообразующие функции, непосредственно обеспечивающие поддержание экологического баланса, биоразнообразия и оказывающие влияние на значительные площади прилегающих территорий [17].

В зависимости от структурной организации и функциональных свойств, характера взаимосвязей и масштабности оказывать воздействие на смежные ландшафты, ядра каркасов целесообразно подразделить на три уровня: локальный, региональный и межрегиональный (рис. 1).

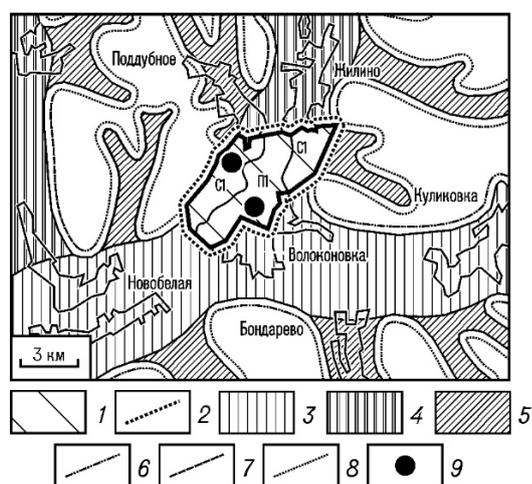


Рис. 2. Волконовско-Новобелеянское локальное ядро ландшафтно-экологического каркаса

Условные знаки: 1 – ядро ЛЭК; 2 – буферная зона ядра. Ландшафтно-экологические коридоры, протяженностью: 3 – 50-100 км; 4 – 10-50 км; 5 – 1-10 км. Буферные зоны коридоров, шириной: 6 – 200 м; 7 – 100 м; 8 – 50 м; 9 – малоразмерные объекты охраны. С1 – суглинисто-меловые с глубоко-врезанной эрозионной сетью лесополево-степные с почвами овражно-балочных склонов; П1 – параллельно-гривистые песчано-суглинистые пониженные лугово-лесные со слоисто-зернистыми почвами.

локального уровня, они могут оказывать непосредственное или косвенное воздействие на ландшафтно-экологическую обстановку региональных ландшафтных комплексов. Ядрам каркасов регионального уровня свойственны сравнительно большие размеры, достаточно высокая степень ландшафтного разнообразия и многообразие взаимосвязей структурных элементов.

Ландшафтную структуру ядер каркасов регионального уровня обычно образуют конкретные ландшафтные местности – территориально единые, геоморфологически, литологически и биологически сходные группы урочищ или фрагменты типов местности. Примером может служить структурная организация Хреновского регионального ядра ландшафтно-экологического каркаса, включающего наиболее расширенный отрезок долины реки Битюг с аллювиальным террасированным левобережьем, занятым преимущественно борами, обширной болотно-лугово-лесной сегментной песчано-суглинистой поймой и суглинистыми остепненными склонами правобережья. Совместно они образуют своеобразный долинно-речной парадинамический комплекс групп урочищ пойменного, надпойменно-террасового и склонового типов местности в пределах Южного Битюго-Хоперского физико-географического района типичной лесостепи Окско-Донской равнины (рис. 3).

Ядра ЛЭК межрегионального уровня выступают в роли системоформирующих элементов единых ландшафтно-экологических сетей смежных регионов. В соответствии с таксономическим рангом регионов, взаимосвязанных единой ЛЭС, ядра могут быть подразделены на межрайонные, межпровинциальные и межзональные. Ядрам межрегиональных ландшафтно-экологических каркасов разного таксономического уровня присущи свои возможности формирования, регулирования и поддержания системообразующих потоков вещества, оказывающих воздействие на экологическую обстановку смежных регионов.

Ядра локального уровня способны в наибольшей мере выполнять средообразующие функции в рамках типологических ландшафтных комплексов низкого таксономического ранга – в пределах фаций, урочищ, местностей (рис. 2). В роли ядер каркасов локального уровня могут выступать ООПТ сравнительно небольших размеров – мезо- и микрозаповедники, заказники, ландшафтные памятники природы, ландшафтно-мелиоративные системы и другие объекты, при помощи которых возможно управление ландшафтно-экологической ситуацией природно-территориальных комплексов локального уровня [19].

Структурная организация ЛЭК локального уровня в условиях Центрального Черноземья может быть сформирована на основе крупномасштабного ландшафтного картографирования и полевых исследований ландшафтных комплексов. Информативность материалов, полученных при помощи этих методов исследований, позволяет обосновать избрание природных объектов в качестве ядер каркаса, установить их границы, а также определить параметры буферных зон и экологических коридоров [20].

Ядра ландшафтно-экологических каркасов регионального уровня предстают в виде элементов ЛЭС, способных поддерживать связи между каркасами локального уровня региональных ПТК (физико-географических районов, провинций, зон). Обладая более высокой энергетикой ландшафтообразующих факторов, по сравнению с энергетикой ядер каркасов

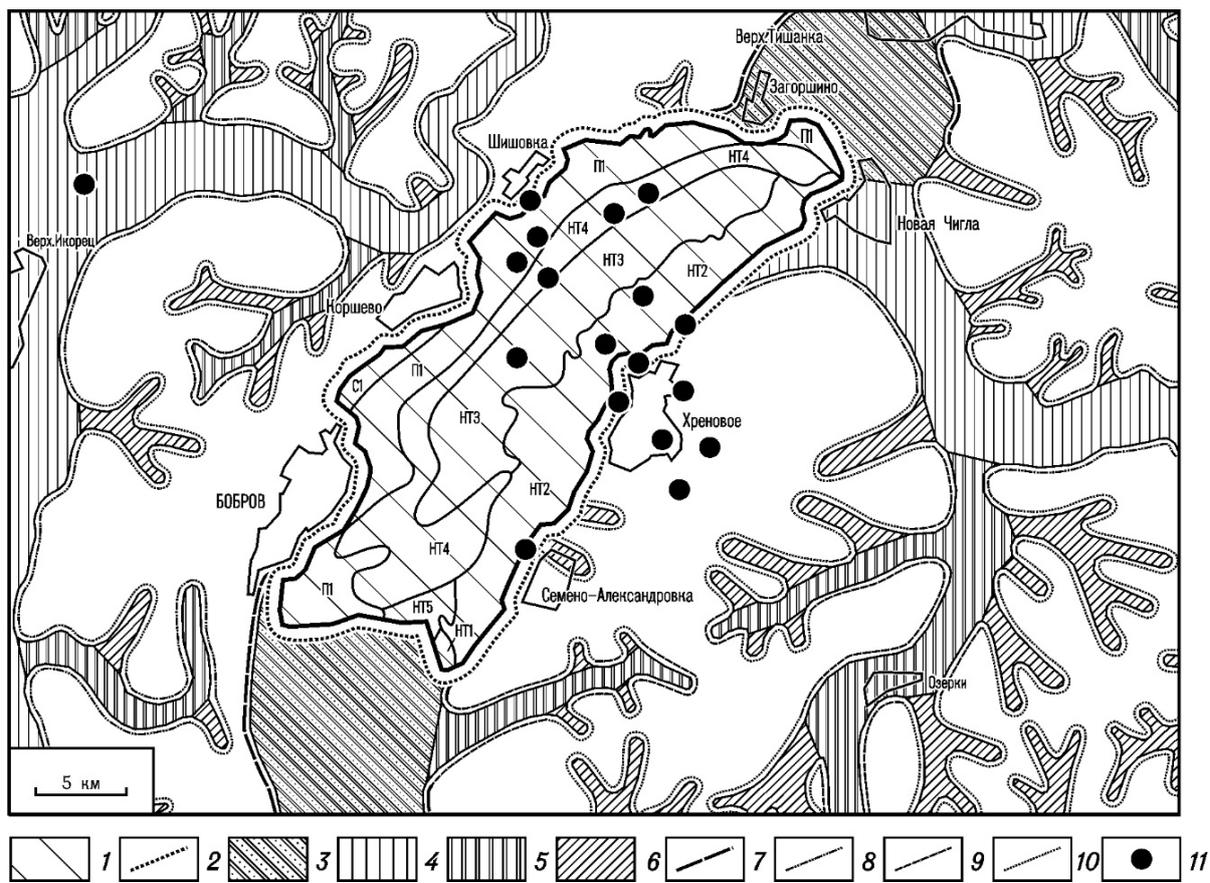


Рис. 3. Хреновское региональное ядро ландшафтно-экологического каркаса

Условные знаки: 1 – Ядро регионального уровня: лесной, лугово-болотный и степной долинно-речной парадинамический ландшафтный комплекс надпойменно-террасовых, пойменных и склоновых местностей; 2 – буферная зона ядра ландшафтно-экологического каркаса. Ландшафтно-экологические коридоры: 3 – протяженностью от 200 до 500 км; 4 – протяженностью от 50 до 100 км; 5 – протяженностью от 10 до 50 км; 6 – протяженностью от 1 до 10 км. Буферные зоны ландшафтно-экологических коридоров: 7 – шириной 400 м; 8 – шириной 200 м; 9 – шириной 100 м; 10 – шириной 50 м; 11 – малоразмерные объекты охраны природы; Буквенно-числовыми индексами на карте обозначены ландшафтные местности: Склоновые: С1 – суглинистые с глубоковрезанной эрозионной сетью лесостепные с черноземами типичными; Надпойменно-террасовые: НТ1 – песчано-суглинистые ложбинно-лощинные высокие полево-лесные с лугово-черноземными почвами; НТ2 – песчаные бугристо-котловинные высокие лесные с дерново-лесными почвами; НТ3 – песчаные бугристо-котловинные низкие лесные с дерново-лесными почвами; НТ4 – песчаные ложбинно-западинные низкие лесные с дерново-лесными почвами; НТ5 – песчано-суглинистые ложбинно-западинные низкие полевые с лугово-черноземными почвами; Пойменные: П1 – сегментные иловато-торфяные низкие лесно-лугово-болотные с иловато-болотными почвами.

Функции ядер ЛЭЖ межрегионального уровня способны выполнять значительные по площади природные заповедники и заказники, высокобонитетные лесные массивы, хорошо сохранившиеся долинно-речные ландшафты крупных рек, меловые белогорья с группировками кальцефитной реликтовой растительности, крупные водохранилища, зандровые местности (Воронежский оз) и другие природные объекты.

Структурная организация ядер межрегиональных ландшафтно-экологических каркасов достаточно сложная. Чаще всего они располагаются на стыке региональных ПТК и предстают в виде обособленных ландшафтных участков, состоящих из конкретных парадинамически взаимосвязанных местностей, в формировании которых ведущую роль сыграл определенный тип ландшафтогенеза (тектогенез, литогенез, биогенез, гидрогенез).

Ландшафтные участки, выступающие в роли ядер каркасов межрегионального уровня, обычно приурочены к новейшим локальным тектоническим поднятиям, значительным по площади обнажениям мело-мергельных пород, флювиогляциальным грядам, крупным лесным массивам и другим

природным объектам, способным оказывать воздействие на формирование и регулирование ландшафтообразующих потоков вещества на территории смежных регионов.

Например, такие функции способно выполнять Доно-Воронежско-Усманское ядро межрегионального ландшафтно-экологического каркаса, расположенного на границе лесостепной провинции Среднерусской возвышенности и лесостепной провинции Окско-Донской равнины. Ядро включает четыре смежных ландшафтных участка, входящих в систему ООПТ: Воронежский биосферный заповедник и природные заказники: Воронежский, Воронежская нагорная дубрава, Семилукский (рис. 4).

Ландшафтную структуру ядра образуют преимущественно плоские и бугристые песчаные лесные местности междуречий с сосновыми и дубово-сосновыми лесами, долинно-речные местности с надпойменными песчаными террасами и пойменными болотно-лугово-лесными комплексами. Структурные элементы ядра тесно взаимосвязаны в процессе функционирования направленными к руслу Дона потоками вещества, миграциями химических элементов, растений и животных. Сформировавшаяся парадинамическая система ландшафтных местностей межрегионального ядра обладает достаточно значительным природным потенциалом и способна оказывать воздействие на ландшафты смежных и достаточно удаленных территорий.

При формировании ЛЭС региона необходимо выявление объектов, способных выполнять функции экологических коридоров – магистралей вещественно-энергетического обмена между ядрами каркасов [17].

Роль экологических коридоров в Центральном Черноземье выполняют долины рек, балки, лесные полосы, бросовые поля и другие объекты. Однако, в результате воздействия антропогенных факторов, они не всегда способны в полной мере функционировать в этом качестве. К примеру, в долинах многих рек миграции животных и растений сильно затруднены вследствие располагающихся в ряде мест их водоохраной зоны селитебных комплексов. В такой ситуации требуется создание искусственных коридоров в обход препятствий. На некоторых участках для этой цели потребуется изъятие земель и придание им статуса охраняемых природных территорий.

Проектирование коридоров ландшафтно-экологической сети требует установления особенностей транзита по ним основных потоков вещества, определения связей коридоров с элементами каркасов и ландшафтами смежных территорий. В зависимости от функциональных возможностей коридоры могут быть подразделены на локальные, региональные и межрегиональные.

С целью снижения негативного воздействия на экологическую сеть природных и антропогенных факторов обязательным условием является создание по периметру ядер, коридоров и МРОО буферных зон, выполняющих функции своеобразной биомембраны, сдерживающей проникновение инородных элементов и негативных процессов внутрь ландшафтно-экологической сети. Создание буферных зон сопряжено с полным или частичным ограничением хозяйственного использования их территории. В этой связи необходимо решение проблем нормативно-правового характера. Не менее сложной задачей является определение оптимальных размеров буферных зон, ширина которых, по мнению ряда исследователей, зависит от конфигурации и размеров резерватов [21]. Для определения размеров буферной зоны элементов проектируемой экологической сети могут быть использованы методические приемы, получившие отражение в работах В.В. Суханова [21], К.Н. Дьяконова и А.В. Дончевой [17], В.Б. Михно и А.В. Кучина [22]. Эти приемы апробировались в процессе создания ландшафтно-экологического каркаса Задонского района Липецкой области и формирования оптимального ЛЭК Воронежской области [22; 23].

В условиях Центрального Черноземья особую роль в формировании экологически сбалансированной структурно-динамической организации оптимальной ЛЭС призваны сыграть малоразмерные объекты охраны природы, что было отмечено в работах Ф.Н. Милькова [1] и В.Н. Двуреченского [24]. Включение МРОО в качестве элементов экологической сети – давно назревшая задача. Решение ее особенно актуально для усиления природоохранных и стабилизирующих функций ландшафтно-экологической сети в условиях открытых сельскохозяйственно-освоенных пространств плакоров региона, занятых преимущественно агроландшафтами. Вместе с тем малоразмерные объекты охраны природы необходимы для восстановления нарушенных ландшафтов склонового, надпойменно-террасового, зандрового и пойменного типов местности. Полевые наблюдения свидетельствуют о том, что роль МРОО в поддержании локального экологического баланса в агроландшафтах наиболее эффективна в том случае, когда размеры, расположение и функциональные свойства объектов способны обеспечить устойчивые связи ЛЭК со смежными ландшафтами.

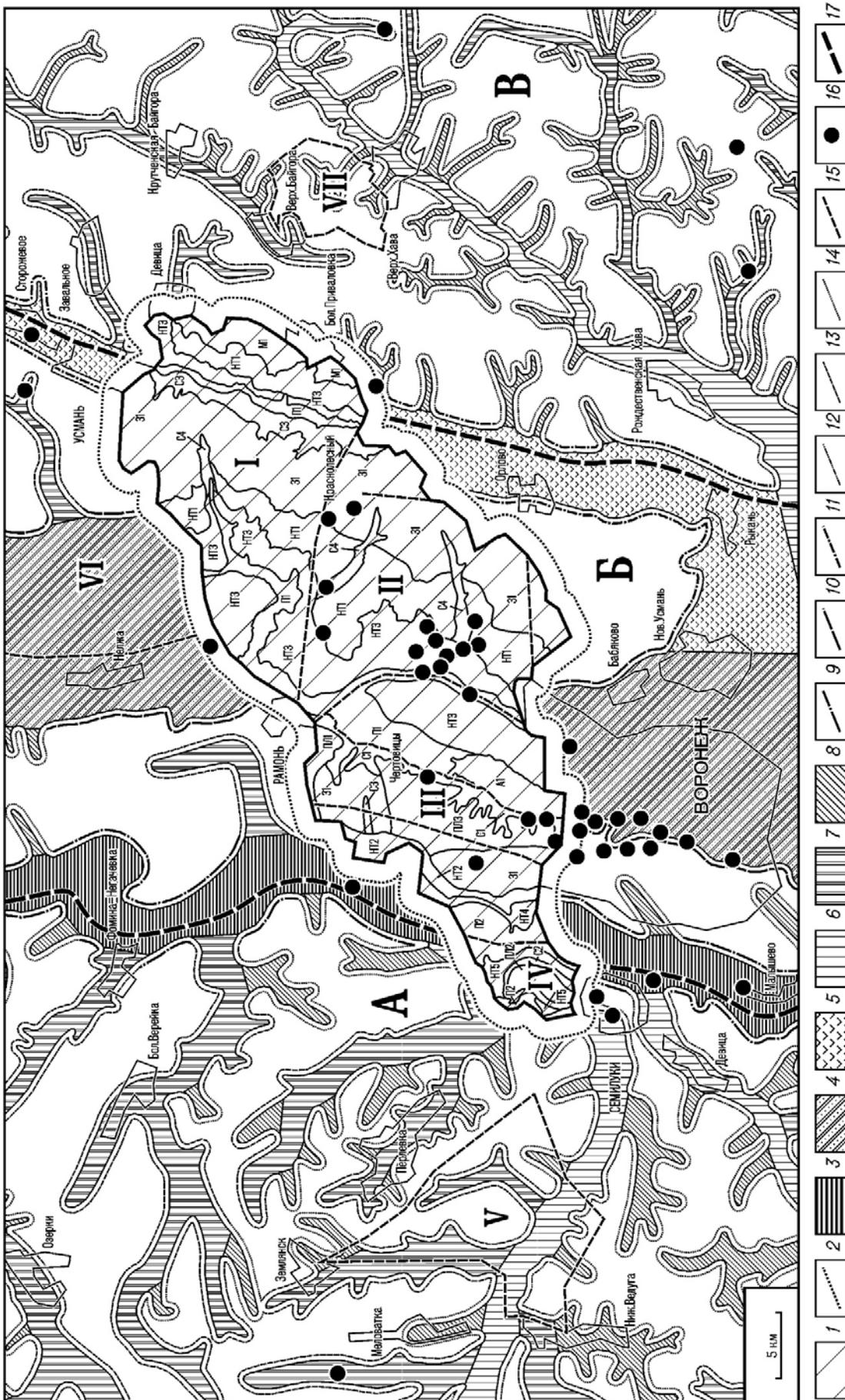


Рис. 4. Доно-Воронежско-Усманское межрегиональное ядро ландшафтно-экологического каркаса

Условные знаки: 1 – Ядро межрегионального уровня: лугово-лесной, болотно-аквальный и полево-степной парадинамический ландшафтный комплекс пойменных, надпойменно-террасовых, плакорных, водораздельно-зандровых и склоновых местностей; 2 – буферная зона ядра ландшафтно-экологического каркаса. Ландшафтно-экологические коридоры: 3 – протяженностью более 500 км; 4 – протяженностью от 200 до 500 км; 5 – протяженностью от 100 до 200 км; 6 – протяженностью от 50 до 100 км; 7 – протяженностью от 10 до 50 км; 8 – протяженностью от 1 до 10 км. Буферные зоны ландшафтно-экологических коридоров: 9 – шириной 500 м; 10 – шириной 400 м; 11 – шириной 300 м; 12 – шириной 200 м; 13 – шириной 100 м; 14 – шириной 50 м; 15 – границы ООПТ; 16 – малоразмерные объекты охраны природы; 17 – границы физико-географических районов. Буквами на карте обозначены физико-географические районы: А – Придонской меловой типичной лесостепи, провинции Среднерусской возвышенности; Б – Левобережный придолинно-террасовый типичной лесостепи, провинции Окско-Донской равнины; В – Центральный плоскостный типичной лесостепи, провинции Окско-Донской равнины. Цифрами на карте обозначены ООПТ: 1 – Воронежский государственный природный биосферный заповедник; Государственные природные заказники: 2 – Воронежский; 3 – Воронежская нагорная дубрава; 4 – Семилукский; 5 – Землянский; 6 – Усманский; 7 – Байгоровский. Буквенно-числовыми индексами на карте обозначены ландшафтные местности: Плакорные: ПЛ1 – плоские песчано-суглинистые пониженные полевые с черноземами типичными; ПЛ2 – пологоволнистые суглинистые пониженные полевые с черноземами выщелоченными; ПЛ3 – пологоволнистые суглинистые пониженные полевые с серыми лесными почвами; Междуречно-недренированные: М1 – плоские суглинистые пониженные лесные с лугово-черноземными почвами; Водораздельно-зандровые: З1 – волнисто-бугристые пониженные лесные с дерново-лесными почвами; Склоновые: С1 – суглинистые со средневрезанной эрозионной сетью лесные с серыми лесными почвами; С2 – суглинистые со средневрезанной эрозионной сетью лесополево-степные с черноземами типичными; С3 – песчано-суглинистые со средневрезанной эрозионной сетью лесополево-степные с серыми лесными почвами; С4 – песчано-суглинистые со слабоврезанной эрозионной сетью лесные с дерново-лесными почвами; Надпойменно-террасовые: НТ1 – песчаные бугристо-котловинные высокие лесные с дерново-лесными почвами; НТ2 – песчаные овражно-балочные высокие лесополево-степные с черноземовидными песчаными почвами; НТ3 – песчаные бугристо-котловинные низкие лесные с дерново-лесными почвами; НТ4 – песчаные ложбинно-западинные низкие лесополевые с черноземовидными песчаными почвами; НТ5 – песчано-суглинистые ложбинно-западинные низкие полевые с лугово-черноземными почвами; Пойменные: П1 – сегментные суглинистые пониженные лугово-лесные с серыми пойменно-лесными почвами; П2 – сегментные суглинистые пониженные лугово-полевые со слоисто-зернистыми почвами; Аквальные: А1 – мелководные подпруженных рек с водной растительностью.

Принято считать, что для обеспечения локального экологического баланса в агроландшафте МРОО должны занимать около 10 % территории. При этом не требуется изъятие ценных сельхозугодий. Для этой цели могут быть использованы бросовые земли, закарстованные участки, суффозионные котловины, лугово-степные залежи, незначительные по площади лесные массивы и другие природные объекты, не использующиеся эффективно в хозяйстве. Как правило, это объекты небольших размеров (до 10 га).

Практика убеждает в том, что при формировании сети МРОО необходимо учитывать региональные и ландшафтно-типологические особенности территории. Объясняется это тем, что ландшафтостабилизирующая роль микрообъектов в различных физико-географических зонах и в условиях разных типов местности проявляется не одинаково. В связи с этим к формированию сети МРОО необходим дифференцированный подход, учитывающий зональные и ландшафтно-типологические условия Центрального Черноземья. Для агроландшафтов среднерусской лесостепи, приуроченных преимущественно к плакорному и надпойменно-террасовому типам местности, рекомендуются создавать МРОО в расчете один на 2 км², в степной зоне – один на 1 км² [24].

Естественно, густота создаваемой сети МРОО должна изменяться в зависимости от ландшафтно-типологических условий зон. В любом случае при формировании ее необходимо учитывать функциональное назначение и возможности его реализации при минимальном выводе из хозяйственного использования территорий для организации сети МРОО.

Ландшафтно-оптимизирующий принцип формирования ландшафтно-экологической сети.

При проектировании сети должно быть предусмотрено важнейшее ее свойство – оказывать оптимизирующее воздействие на природную среду. В процессе функционирования она должна не только поддерживать устойчивое состояние и разнообразие ландшафтов, но и способствовать нейтрализации негативных естественных и антропогенных факторов, улучшению свойств ПТК и экологической обстановки Центрального Черноземья.

Особую роль в решении этих задач призвано сыграть ландшафтно-мелиоративное проектирование, теоретические и методологические основы которого в наибольшей мере приближены к научному обоснованию оптимизации ландшафтов [25].

Формирование стабилизирующей ЛЭС с целью управления экологическим состоянием ландшафтных комплексов и положительного влияния на окружающую среду требует не только установления взаимосвязей элементов ландшафтно-экологической сети со смежными ландшафтами, но и конструирование элементов сети, способных оптимизировать эти ландшафты. Например, проектируемые экологические коридоры в виде лесных полос должны создавать не только необходимые условия для миграции животных, но и выполнять функции фитомелиоративных систем, оптимизируя агроландшафты смежных территорий.

Установление возможностей использования элементов ЛЭС для оптимизации ландшафтов, а также конструирование структурных элементов сети, способных выполнять определенные функции, связанные с оптимизацией ПТК, требует специальных исследований, основанных на анализе парадинамических связей элементов экологической сети с ландшафтами. Особую роль призваны сыграть системные и балансовые исследования функциональных особенностей и возможностей проектируемых элементов сети, обладающих свойствами оптимизирующих систем.

Таким образом, сформулированный структурно-динамический подход к формированию оптимальной ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья, базирующийся на геосистемной концепции ландшафтной географии, позволяет систематизировать, существенно расширить и углубить исследования ландшафтов для целей проектирования единой ЛЭС региона. Особую роль в этом призвано сыграть внедрение в практику исследований парадинамического, ландшафтно-бассейнового, структурно-функционального и ландшафтно-оптимизирующего принципов, основанных на анализе региональных и ландшафтно-типологических особенностей, а также учете современного состояния, тенденций развития и парадинамических взаимосвязей природно-территориальных комплексов. Реализация этих приемов в процессе исследований будет способствовать получению более полной информации, необходимой для научного обоснованного проектирования стабилизирующей ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мильков Ф.Н. Природные памятники Воронежской области: ландшафтный принцип их размещения и охраны // Заповедные уголки Воронежской области. Воронеж, 1983. С. 42-50.
2. Михно В.Б. Ландшафтное планирование как фактор экологически устойчивого развития Центрального Черноземья // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. № 2. С. 10-19.
3. Михно В.Б., Бевз В.Н. Основные принципы проектирования ландшафтно-экологического каркаса Центрального Черноземья // Геоэкология и природопользование. Труды XII съезда Русского географического общества. Т.4. Санкт-Петербург, 2005. С. 283-287.
4. Мильков Ф.Н. Парагенетические ландшафтные комплексы // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. 1966. С. 3-7.
5. Мильков Ф.Н. Принцип контрастности в ландшафтной географии // Известия АН СССР. Сер. Географическая. 1977. № 6. С. 93-101.
6. Дроздов К.А. Ландшафтные парагенетические комплексы Среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1978. 160 с.
7. Долинно-речные ландшафты Среднерусской лесостепи / под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1987. 256 с.
8. Михно В.Б. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1990. 200 с.
9. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 286 с.
10. Бевз В.Н. Факторы развития и общие признаки бассейновых динамико-генетических систем склоновых ландшафтов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2005. №1. С. 34-42.
11. Бевз В.Н., Горбунов А.С., Быковская О.П. Структурно-функциональное зонирование территории как метод оптимизации ландшафтов (на примере Калачской лесостепи) // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2017. №2. С. 49-58.
12. Дмитриева В.А. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. 225 с.
13. Мильков Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природные ресурсы. 1981. №4. С. 11-18.
14. Козин В.В. Парагенетический ландшафтный анализ речных долин. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 1979. 88 с.
15. Михно В.Б. Бассейновый подход и вопросы проектирования ландшафтно-экологического каркаса Центрального Черноземья // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: Материалы Второй всерос. науч.-практ. конф. Воронеж, 2004. С. 150-153.
16. Мамай И.И. Динамика и функционирование ландшафтов. М.: Изд-во Московского ун-та, 2005. 138 с.

17. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект Пресс, 2002. 394 с.
18. Михно В.Б., Горбунов А.С. Ландшафтно-экологический каркас // Эколого-географический атлас-книга Воронежской области. Воронеж, 2013. С. 2016-218.
19. Бевз В.Н. Склоновые ландшафты как элемент ландшафтно-экологического каркаса (на примере территории Воронежской области) // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2006. № 1. С. 21-26.
20. Бевз В.Н., Горбунов А.С. Методические аспекты конструирования ландшафтно-экологического каркаса Калачской лесостепи // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана. Пенза, 2013. С. 358-359.
21. Суханов В.В. К расчету оптимальной буферной зоны заповедника // Экология. 1993. №1. С. 100-102.
22. Михно В.Б., Кучин А.В. К вопросу создания ландшафтно-экологического каркаса Задонского района Липецкой области // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2005. №2. С. 19-28.
23. Михно В.Б. Ландшафтные аспекты оптимизации экологической обстановки Воронежской области // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2005. №2. С. 29-43.
24. Двуреченский В.Н. Тотальная поляризация агроландшафтов – актуальное направление геоэкологического обустройства ландшафтов ЦЧО // Природа Липецкой области и ее охрана. Липецк, 2000. С. 17-27.
25. Михно В.Б., Горбунов А.С. Ландшафтно-мелиоративное проектирование: учеб. пособие. Воронеж: Истоки, 2015. 243 с.

Поступила в редакцию 08.02.18

V.B. Mikhno, A.S. Gorbunov, O.P. Bykovskaya, V.N. Bevz

GEOSYSTEM APPROACH TO THE FORMATION OF THE STABILIZING LANDSCAPE-ECOLOGICAL NETWORK OF CENTRAL CHERNOZEM REGION

The article focuses attention on the geosystem concept of pre-project studies of landscapes, and applies to the organization of a single stabilizing landscape-ecological network of the Central Chernozem Region. The principles of the structural-dynamic approach of organization of landscape-ecological network of local, regional and interregional levels are formulated. As the basic principles of the design of ecological networks, a dynamic one is designated, which allows us to consider the econet as a single paradynamic system of regional and typological landscapes, a basin one that provides for the organization of the network, taking into account the structural and morphological features and dynamic relationships of the river basin landscapes, structural-functional one, responsible for the implementation of the eco-network assigned to it by the environment-stabilizing functions, and optimizing one, determining the possibilities of the created econet to have an optimizing effect on the natural environment of the region. Along with this, the article considers the organization of elements of landscape-ecological frameworks of different levels.

Keywords: geosystem, landscape-ecological framework, structural-dynamic approach, landscape organization, landscape-ecological network, paradynamical landscapes.

REFERENCE

1. Mil'kov F.N. *Prirodnye pamyatniki Voronezhskoy oblasti: landshaftnyy princip ih razmeshcheniya i ohrany* [Natural monuments of the Voronezh region: the landscape principle of their location and protection] in *Zapovednye ugolki Voronezhskoy oblasti*. Voronezh, 1983, pp. 42-50.
2. Mihno V.B. *Landshaftnoe planirovanie kak faktor ehkologicheskoi ustojchivogo razvitiya Central'nogo Chernozem'ya* [Landscape planning as a factor of environmentally sustainable development of the Central Chernozem Region] in *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*. vol. 2, pp. 10-19.
3. Mihno V.B., Bevz V.N. *Osnovnye principy proektirovaniya landshaftno-ehkologicheskogo karkasa Central'nogo Chernozem'ya* [Basic principles of designing the landscape-ecological network of the Central Chernozem Region] in *Geoehkologiya i prirodoopol'zovanie. Trudy XII s'ezda Russkogo geograficheskogo obshchestva*, vol. 4, Sankt-Peterburg, 2005, pp. 283-287.
4. Mil'kov F.N. *Parageneticheskie landshaftnye komplekсы* [Paragenetic landscape complexes] in *Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshchestva SSSR*, 1966, pp. 3-7.
5. Mil'kov F.N. *Princip kontrastnosti v landshaftnoj geografii* [The principle of contrast in landscape geography] in *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geograficheskaya*, 1977, vol. 6, pp. 93-101.
6. Drozdov K.A. *Landshaftnye parageneticheskie komplekсы Srednerusskoy lesostepi* [Landscape paragenetic complexes of the Central Russian forest-steppe], Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 1978, 160 p.
7. *Dolinno-rechnye landshafty Srednerusskoy lesostepi* [The valley-river landscapes of the Middle Russian forest-steppe], Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 1987, 256 p.
8. Mihno V.B. *Karstovo-melovye geosistemy Russkoy ravniny* [Karst-Cretaceous geosystems of the Russian Plain] Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 1990, 200 p.
9. Armand D.L. *Nauka o landshafte* [The science of landscape], Moscow: Mysl', 1975. 286 p.
10. Bevz V.N. *Faktory razvitiya i obshchie priznaki bassejnovykh dinamiko-geneticheskikh sistem sklonovykh landshaftov* [Factors of development and general features of basin dynamico-genetic systems of slope landscapes] in *Vestnik*

- Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*, 2005, vol. 1, pp. 34-42.
11. Bezv V.N., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. *Strukturno-funkcional'noe zonirovaniye territorii kak metod optimizatsii landshaftov (na primere Kalachskoy lesostepi)* [Structurally functional zoning of the territory as a method for optimizing landscapes (on the example of the Kalach steppe forest)] in *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*, 2017, vol. 2, pp. 49-58.
 12. Dmitrieva V.A. *Gidrologicheskaya izuchennost' Voronezhskoy oblasti. Katalog vodotokov*. [Hydrological study of the Voronezh region. Catalog of watercourses], Voronezh: IPC VGU, 2008, 225 p.
 13. Mil'kov F.N. *Bassejn reki kak paradinamicheskaya landshaftnaya sistema i voprosy prirodopol'zovaniya* [River basin as a paradyamic landscape system and nature management issues] in *Geografiya i prirodnye resursy*, 1981, vol. 4, pp. 11-18.
 14. Kozin V.V. *Parageneticheskij landshaftnyj analiz rechnyh dolin* [Paragenetic landscape analysis of river valleys], Tyumen': Izdatel'stvo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 1979, 88 p.
 15. Mihno V.B. *Bassejnovyj podhod i voprosy proektirovaniya landshaftno-ehkologicheskogo karkasa Central'nogo Chernozem'ya* [Basin approach and design issues of the landscape-ecological framework of the Central Chernozem Region] in *Ehkologo-geograficheskie issledovaniya v rechnyh bassejnakh*, Voronezh, 2004, pp. 150-153.
 16. Mamaj I.I. *Dinamika i funkcionirovaniye landshaftov* [Dynamics and functioning of landscapes], Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2005. 138 p.
 17. D'yakonov K.N., Doncheva A.V. *Ehkologicheskoe proektirovaniye i ehkspertiza* [Ecological design and expertise] Moscow: Aspekt Press, 2002, 394 p.
 18. Mihno V.B., Gorbunov A.S. *Landshaftno-ehkologicheskij karkas* [Landscape-ecological frame] in *Ehkologo-geograficheskiy atlas-kniga Voronezhskoy oblasti*, Voronezh, 2013, pp. 2016-218.
 19. Bezv V.N. *Sklonovyye landshafty kak ehlement landshaftno-ehkologicheskogo karkasa (na primere territorii Voronezhskoy oblasti)* [Slope landscapes as an element of a landscape-ecological framework (for example, the territory of the Voronezh region)] in *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*, 2006, vol. 1. pp. 21-26.
 20. Bezv V.N., Gorbunov A.S. *Metodicheskie aspekty konstruirovaniya landshaftno-ehkologicheskogo karkasa Kalachskoy lesostepi* [Methodical aspects of designing the landscape-ecological framework of the Kalach forest-steppe] in *Lesostep' Vostochnoj Evropy: struktura, dinamika i ohrana*, Penza, 2013, pp. 358-359.
 21. Suhanov V.V. *K raschetu optimal'noj bufernoj zony zapovednika* [To the calculation of the optimal buffer zone of the reserve] in *Ehkologiya*, 1993, vol. 1, pp. 100-102.
 22. Mihno V.B., Kuchin A.V. *K voprosu sozdaniya landshaftno-ehkologicheskogo karkasa Zadonskogo rajona Lipeckoj oblasti* [On the issue of creating a landscape-ecological framework of the Zadonsky district of the Lipetsk region] in *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*, 2005, vol. 2. pp. 19-28.
 23. Mihno V.B. *Landshaftnye aspekty optimizatsii ehkologicheskoy obstanovki Voronezhskoy oblasti* [Landscape aspects of optimization of the ecological situation in the Voronezh Region] in *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoehkologiya*, 2005, vol. 2. pp. 29-43.
 24. Dvurechenskij V.N. *Total'naya polarizatsiya agrolandshtafiov – aktual'noye napravleniye geoehkologicheskogo obustrojstva landshaftov CCHO* [The total polarization of agrolandscapes is a topical direction of geoecological arrangement of landscapes of the Central Chernozem Region] in *Priroda Lipeckoj oblasti i ee ohrana*, Lipeck, 2000, pp. 17-27.
 25. Mihno V.B., Gorbunov A.S. *Landshaftno-meliorativnoye proektirovaniye: uchebnoye posobie* [Landscape-meliorative design: a manual] Voronezh: Istoki, 2015, 243 p.

Михно Владимир Борисович,
доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой
физической географии и оптимизации ландшафта
E-mail: fizgeogr@mail.ru

Горбунов Анатолий Станиславович,
кандидат географических наук, доцент кафедры
физической географии и оптимизации ландшафта
E-mail: gorbunov.ol@mail.ru

Быковская Ольга Петровна,
кандидат географических наук, доцент кафедры
физической географии и оптимизации ландшафта
E-mail: drumlina2012@yandex.ru

Бевз Валерий Николаевич,
кандидат географических наук, доцент кафедры
физической географии и оптимизации ландшафта
E-mail: snark61@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
394018, Россия, г. Воронеж, ул. Университетская пл., 1

Mikhno V.B.,
Doctor of Geography, Professor, Head of Department
of physical geography and landscape optimization
E-mail: fizgeogr@mail.ru

Gorbunov A.S., Candidate of Geography,
Associate Professor at Department
of physical geography and landscape optimization
E-mail: gorbunov.ol@mail.ru

Bykovskaya O.P., Candidate of Geography,
Associate Professor at Department
of physical geography and landscape optimization
E-mail: drumlina2012@yandex.ru

Bezv V.N., Candidate of Geography,
Associate professor at Department
of physical geography and landscape optimization
E-mail: snark61@mail.ru

Voronezh State University
Universitetskaya sq., 1, Voronezh, Russia, 394018