

Интеграция охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства: технический подход и практика

GAN Jing, WANG Mo, LIU Xiao, GUO Guangpu, LIU Xiangxu, ZHOU Yanni

Аннотация. Интеграция охраны биоразнообразия в территориально-пространственное планирование является одновременно стратегическим требованием глобальной природоохранной повестки и неотъемлемой частью строительства экологической цивилизации в Китае. Муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства выступают ключевым уровнем, на котором задачи охраны биоразнообразия переводятся в пространственное управление. В статье анализируются потребности охраны биоразнообразия на этом уровне, формируется рабочая рамка включения и усиления природоохранных требований на всех этапах подготовки планов, а также предлагается технический путь: «формирование общетерриториальной пространственной сети охраны — определение иерархического пространственного регулирования, ориентированного на охрану, — разработка мер восстановления важных местообитаний». На примере уезда Юньлун провинции Юньнань рассматриваются конкретные сценарии практического применения. В заключение показано, что данный технический путь нуждается в дальнейшей проверке и уточнении на основе эмпирических данных из разных регионов; в дальнейшем необходимо усилить мониторинг биоразнообразия и создание пространственных баз данных, унифицировать технические стандарты планирования и продвигать согласованное управление между экологическими регионами.

Ключевые слова: охрана биоразнообразия; муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства; технический подход; практика; Юньлун.

Классификационный индекс CLC: TU984. Код документа: A. DOI: 10.16361/j.upf.202503012. Номер статьи: 1000-3363 (2025) 03-0094-09.

* Исследование выполнено при совместной поддержке Национальной ключевой программы НИОКР Китая периода 14-й пятилетки «Ключевые технологии и демонстрация раннего предупреждения и предотвращения городских экологических рисков и повышения экологической устойчивости» (2024YFF1307000); проекта Shanghai Tongji Urban Planning & Design Institute «Технический путь подготовки раздела по охране биоразнообразия в генеральном плане территориального пространства: пример уезда Юньлун, провинция Юньнань» (KY-2022-YB-A15); а также проекта Всемирного банка и Глобального экологического фонда, фаза 7 (GEF7), «Исследование руководящих принципов территориально-пространственного планирования на основе охраны городского биоразнообразия» (P173316).

1 Предпосылки и значение интеграции охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства

Биоразнообразие имеет решающее значение для поддержания стабильности и равновесия экосистем и является основой выживания и развития человечества [1]. На пятнадцатом совещании Конференции сторон Конвенции о биологическом разнообразии (CBD-COP15) в 2022 г. была принята Куньминско-Монреальская глобальная рамочная программа в области биоразнообразия (далее — «Куньминско-Монреальская рамка»). В ней установлен знаковый пространственный природоохранный ориентир «30×30»: к 2030 г. 30% наземных, внутренних водных, прибрежных и морских территорий

планеты должны находиться под эффективной охраной и управлением. Расширение площади эффективной охраны за счет комплексных пространственных мер является ключевым способом достижения этой цели.

Приоритет экологической цивилизации является базовой ценностью построения китайской системы территориально-пространственного планирования [2-3]. Куньминско-Монреальская рамка и другие глобальные повестки по охране биоразнообразия, а также национальные стратегии Китая, включая «Мнения о дальнейшем усилении охраны биоразнообразия», подчеркивают необходимость включения охраны биоразнообразия в пространственное планирование (табл. 1). В Китае уже создана система наземных природоохранных территорий, охватывающая около 18% площади суши; она играет важную роль в защите ключевых экосистем и охраняемых видов. Однако пробелы охраны сохраняются. В условиях высокой плотности населения и давления экономического развития дальнейшее создание очень крупных охраняемых территорий будет затруднено; поэтому не менее важно укреплять охрану биоразнообразия *in situ* за пределами формальных охраняемых территорий [9]. Территориально-пространственное планирование способно содействовать достижению цели «30×30», формируя более целостную пространственную сеть охраны биоразнообразия и усиливая меры локальной охраны на всей территории вне охраняемых участков.

Таблица 1. Требования к интеграции охраны биоразнообразия в пространственное планирование в глобальной природоохранной повестке и национальных стратегиях Китая

Документ	Дата выпуска	Орган, выпустивший документ	Требование к включению биоразнообразия в территориально-пространственное планирование
Позиционный документ Китая к Саммиту ООН по биоразнообразию «Совместное построение сообщества жизни на Земле: Китай в действии»	сентябрь 2020 г.	Министерство иностранных дел; Министерство экологии и окружающей среды	«Интегрировать охрану биоразнообразия в планы экономического и социального развития, планы экологической защиты и восстановления, территориально-пространственные планы и соответствующие специальные планы» [4].
Куньминская декларация сегмента высокого уровня Конференции ООН по биоразнообразию 2020 г. (первая часть)	октябрь 2021 г.	Конференция сторон Конвенции о биологическом разнообразии	«Укреплять и создавать эффективные системы охраняемых территорий; применять иные эффективные природоохранные меры, основанные на территориях, и инструменты пространственного планирования; повышать эффективность региональной охраны и управления и расширять охват охраны в глобальном масштабе для защиты видового и

			генетического разнообразия и сокращения или устранения угроз биоразнообразию» [5].
Куньминско-Монреальская глобальная рамочная программа в области биоразнообразия (GBF)	декабрь 2022 г.	Конференция сторон Конвенции о биологическом разнообразии	«Обеспечить, чтобы все территории находились в рамках партисипативного, интегрированного и учитывающего биоразнообразие пространственного планирования и/или иных эффективных управленческих процессов, направленных на решение проблем изменения землепользования и морепользования» [6].
Мнения о дальнейшем усилении охраны биоразнообразия	октябрь 2021 г.	Канцелярия ЦК КПК; Канцелярия Государственного совета	«Включить охрану биоразнообразия в средне- и долгосрочные планы всех регионов и соответствующих сфер» и «постоянно оптимизировать пространственную структуру охраны биоразнообразия» [7].
Стратегия и план действий Китая по охране биоразнообразия (2023-2030)	январь 2024 г.	Министерство экологии и окружающей среды	«Оптимизировать структуру освоения и охраны территориального пространства и сделать охрану биоразнообразия важной частью территориально-пространственного планирования» [8].

В системе территориально-пространственного планирования Китая «пяти уровней и трех типов» муниципальные и уездные генеральные планы представляют собой ориентированные на реализацию местные документы, которые организуют деятельность по освоению и охране территории. Они отвечают за соблюдение нижних пределов местной экологической безопасности и за первоочередное определение пространств, где строительство и освоение запрещены или ограничены. Поэтому именно этот уровень является ключевым для перевода охраны биоразнообразия в пространственное регулирование [10-11]. «Руководство по подготовке муниципальных генеральных планов территориального пространства (пробное)», изданное Министерством природных ресурсов, а также руководства многих провинций для муниципального и уездного уровней подчеркивают необходимость формирования важных экологических барьеров, коридоров и сетей, создания непрерывной, целостной и системной структуры экологической охраны, поддержания экологической безопасности и биоразнообразия [12-14]. «Три зоны и три линии» служат основой пространственной сети охраны биоразнообразия. Экологические красные линии уже охватывают многие редкие и

охраняемые виды и ключевые местообитания, однако долговременная и эффективная структура охраны биоразнообразия на всей территории все еще должна формироваться через генеральное планирование.

До реформы системы территориально-пространственного планирования некоторые города и уезды разрабатывали планы охраны биоразнообразия на основе «Уведомления об усилении охраны городского биоразнообразия», изданного бывшим Министерством строительства [15], и «Порядка подачи заявок и оценки национальных садовых городов» [16]. Тем не менее такие планы часто уделяли растениям больше внимания, чем животным, акцентировали охрану при недостатке мер улучшения и фокусировались на отдельных участках, а не на всей территории [17]. В текущем цикле подготовки генеральных планов многие муниципалитеты и уезды откликнулись на новые требования охраны биоразнообразия. Например, в соответствии с «Руководством по оценке ресурсно-экологической несущей способности и пригодности территориального пространства к освоению (пробное)» [18] они оценивали важность функций поддержания биоразнообразия. Однако по-прежнему отсутствует общетерриториальная координация пространственных элементов охраны биоразнообразия. Из-за недостатка исходных данных и поддерживающих исследований часто не анализируются поведение, охранные требования и пространственные потребности ключевых охраняемых видов. В результате территориально-пространственное планирование еще не полностью раскрывает свою роль в повышении «благополучия» местообитаний дикой природы и в балансировании экологической охраны с высококачественным развитием. На этом фоне статья исходит из потребностей охраны биоразнообразия на уровне муниципальных и уездных генеральных планов, рассматривает рабочую рамку и технический путь такой охраны и, на примере уезда Юньлун в провинции Юньнань, анализирует конкретные сценарии практического применения.

2 Потребности и рабочая рамка охраны биоразнообразия на уровне муниципальных и уездных генеральных планов территориального пространства

2.1 Потребности охраны биоразнообразия на муниципальном и уездном уровне планирования

С точки зрения планирования городские и сельские пространства могут защищать и усиливать биоразнообразие двумя основными путями: оптимизацией структуры и качества экологических земель и сокращением нарушающего воздействия человеческой деятельности [19]. Генеральное планирование является макростратегическим уровнем, который координирует общий объем распределяемых пространственных ресурсов и их структурную организацию. Поэтому потребности охраны биоразнообразия на этом уровне не ограничиваются согласованием «трех зон и трех линий». Необходимы также более глубокий анализ общетерриториальной пространственной системы охраны видов [20, 21], создание сети охраны множества местообитаний на всей территории [22-24] и разработка мер охраны местообитаний с разными градиентами регулирования в зависимости от значимости природоохранной ценности [25]. Эффективное распределение пространственных ресурсов и рациональный контроль использования должны согласовывать местообитания видов с человеческой деятельностью. В частности, это включает следующие задачи:

(1) Определение пространственных нижних пределов: рациональное распределение «прав» на земельно-пространственные ресурсы между человеческой деятельностью и биологическими местообитаниями, а также, по возможности, обеспечение доли территорий, основной экосистемной функцией которых является охрана биоразнообразия.

(2) Выявление важных местообитаний: с учетом поведенческих и экологических особенностей целевых охраняемых видов определять важные естественные и близкие к естественным участки

местообитаний, незаменимые для охраны биоразнообразия, и рассматривать их как приоритетные охраняемые пространства.

(3) Формирование общетерриториальной сети: соединять природные, близкие к природным и полуприродные участки разных уровней и размеров с помощью коридоров и «ступенчатых» опорных участков вдоль основных природных границ, формируя сетевую и многоуровневую пространственную систему охраны. Человеческая деятельность должна быть надлежащим образом отделена, чтобы уменьшить нарушения в основных природных местообитаниях и обеспечить выживание, миграцию и эволюцию видов [17].

2.2 Рабочая рамка охраны биоразнообразия на муниципальном и уездном уровне планирования

Исходя из этих потребностей, ключевые задачи интеграции охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства можно свести к трем направлениям: формирование общетерриториальной сети охраны, определение иерархического пространственного регулирования, ориентированного на охрану, и разработка мер восстановления важных местообитаний. Эти задачи должны согласовываться с местными стратегиями и планами действий по биоразнообразию (Local Biodiversity Strategy and Action Plan, LBSAP), которые разрабатываются органами экологии и окружающей среды, а также с границами охраняемых территорий и требованиями к охране и восстановлению, находящимися в ведении разных ведомств. В составе базовых работ и содержательных разделов муниципальных генеральных планов территориального пространства [7] с охраной биоразнообразия наиболее тесно связаны «двойная оценка», общая пространственная структура, нижние ограничения, городские функции, инфраструктура, а также рекультивация и восстановление. Рабочая рамка включения и усиления охраны биоразнообразия на каждом этапе подготовки плана показана на рисунке 1.

(1) «Двойная оценка»: на основе анализа ресурсов биоразнообразия и их пространственного распределения на уровнях экосистем, видов и генетических ресурсов выявляются важные и особо важные зоны охраны биоразнообразия. Они служат ключевым основанием для определения «трех зон и трех линий» и оптимизации структуры территориального пространства.

(2) Общая пространственная структура: выявлять пробелы охраны, формировать пространственную сеть охраны, координировать охраняемые элементы «гор, вод, лесов, полей, озер и лугов» и включать сеть охраны местообитаний в общую структуру освоения и защиты территориального пространства.

(3) Нижние ограничения: оптимизировать экологические красные линии с учетом важности природоохранных территорий, выявлять потенциальные ОЕСМс — иные эффективные природоохранные меры, основанные на территориях, за пределами охраняемых участков, и укреплять барьеры экологической безопасности.

(4) Городские функции: оптимизировать пространственную структуру городов и деревень в соответствии с требованиями пространственного управления охраной биоразнообразия и обеспечивать сопряжение городской структуры с экологической сетью.

(5) Инфраструктура: усиливать оценку воздействия инфраструктурного строительства на биоразнообразие и оптимизировать размещение инфраструктуры.

(6) Рекультивация и восстановление: в ответ на утрату биоразнообразия и деградацию местообитаний определять цели, ключевые районы и крупные проекты охраны и восстановления биоразнообразия, а также предлагать меры восстановления важных местообитаний.

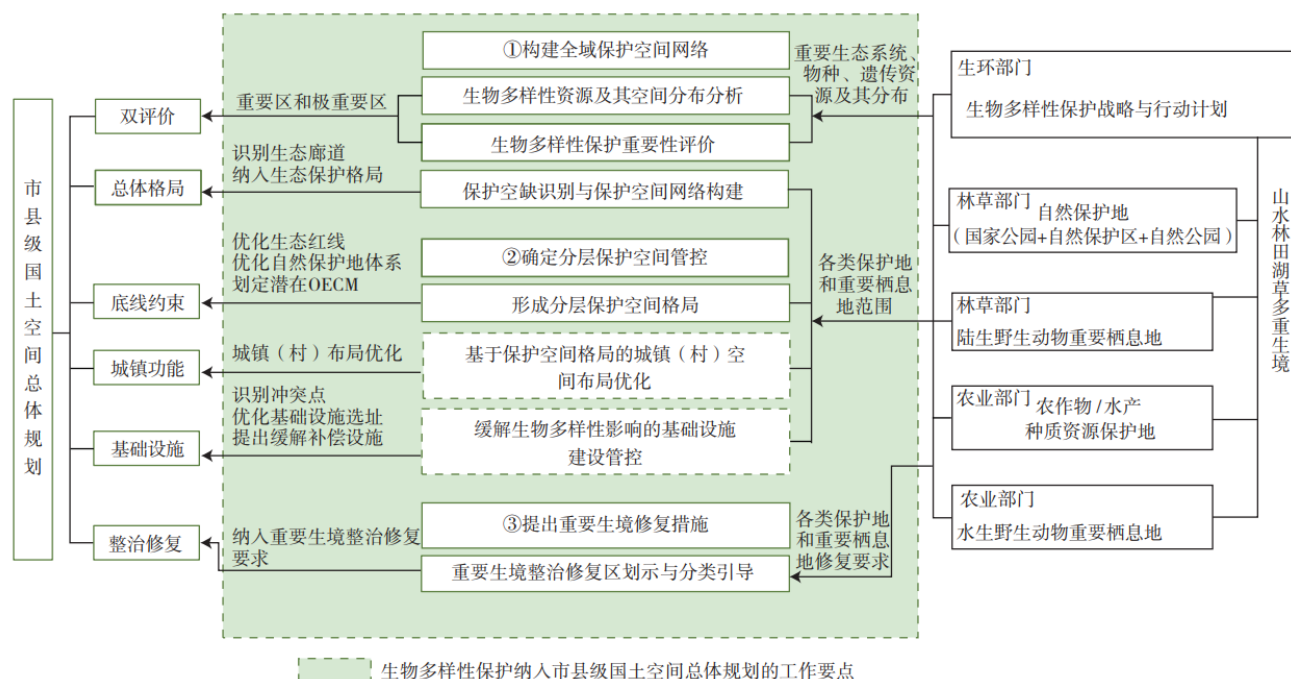


Рис. 1. Рабочая рамка интеграции охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства

3 Технический путь интеграции охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства

3.1 Оценка состояния ресурсов и формирование общетерриториальной сети охраны

3.1.1 Анализ ресурсов биоразнообразия и их пространственного распределения

Научная система оценки биоразнообразия, основанная на текущем распределении ресурсов, позволяет количественно выразить природоохранную ценность. Поскольку системные и полные обследования биоразнообразия требуют значительных трудовых и временных затрат, прежде всего следует собрать существующие данные. Их источниками могут быть, помимо прочего, материалы мониторинга и обследований групп животных и растений, учетные записи, видовые списки, определители, научные статьи и книги, предоставленные местными органами экологии и окружающей среды и другими отраслевыми ведомствами, университетами и научно-исследовательскими учреждениями, НКО и гражданскими научными инициативами, а также видовые данные из профессиональных экологических баз. При наличии времени и финансирования можно выбрать крупные экологические участки для дополнительных полевых обследований видового разнообразия с опорой на технические правила обследования и оценки биоразнообразия, изданные Министерством экологии и окружающей среды. На основе геопространственной информации имеющихся материалов следует подготовить карты распределения ресурсов биоразнообразия по таксономическим группам.

3.1.2 Оценка важности охраны биоразнообразия

Действующие «Руководство по оценке ресурсно-экологической несущей способности и пригодности территориального пространства к освоению (пробное)» и «Руководство по определению экологических красных линий» задают относительно четкие требования к оценке важности охраны биоразнообразия на уровне экосистем, но недостаточно учитывают факторы качества местных местообитаний. На основе соответствующих исследований рекомендуется дополнить оценку качества местообитаний такими показателями, как факторы типа поверхности (вид землепользования),

экологические факторы (покрытие растительностью, расстояние до источников воды) и факторы антропогенного влияния (расстояние до дорог) [26-30].

Помимо уровня экосистем, следует учитывать видовой и генетический уровни оценки биоразнообразия. Первым шагом видовой оценки является определение ключевых объектов охраны. В приоритетных районах охраны биоразнообразия такие объекты можно выбирать с учетом охранного статуса (национальные охраняемые животные I или II класса, виды из приложений IUCN и CITES), уникальности (национальные или региональные эндемики), экологической функции в экосистеме (зонтичные виды), а также влияния и общественной узнаваемости (флагманские виды) [31-32]. За пределами приоритетных районов ключевые объекты можно определять, исходя из репрезентативности местных типов местообитаний и охранного, редкого или угрожаемого статуса видов. В регионах с выраженной культурой биоразнообразия могут учитываться и местные культурные факторы. После определения объектов охраны известные точки присутствия видов могут использоваться в моделях распределения видов (species distribution models, SDM), таких как MaxEnt, GARP и Bioclim, для моделирования и прогнозирования потенциально пригодных местообитаний [33-34].

На уровне генетических ресурсов основные природные ареалы важных диких генетических ресурсов сельскохозяйственных культур, водных биоресурсов и животноводства могут определяться как зоны исключительной важности для поддержания биоразнообразия [35]. В целом важные экосистемы и ключевые местообитания видов являются основными пространственными носителями охраны биоразнообразия. Генетический уровень обычно рассматривается совместно с экосистемным или видовым уровнем и не обязательно должен служить самостоятельным основанием оценки.

3.1.3 Выявление пробелов охраны и формирование пространственной сети охраны

Ключевые природоохранные зоны могут быть выявлены через моделирование пригодных местообитаний ключевых охраняемых видов [36]. Результаты такого моделирования следует наложить на оценки важности охраны на экосистемном и генетико-ресурсном уровнях, а также на существующие охраняемые территории и земельный покров. Так определяются участки, обладающие природоохранной ценностью, но остающиеся вне существующей охраны, то есть пробелы охраны.

На основе ключевых природоохранных зон, полученных путем моделирования и оценки, метод MSPA позволяет с позиции ландшафтной структуры выявить компоненты ядра ландшафта с наилучшими экологическими функциями. Далее индексы ландшафтной связности помогают определить участки, пригодные в качестве экологических источников [37-38]. Модель минимального накопленного сопротивления, теория электрических цепей и другие методы могут использоваться для построения поверхностей сопротивления и моделирования экологических коридоров [39-42]. Экологические узлы выделяются в точках пересечения коридоров, пересечениях коридоров с водными системами и на ключевых поворотах протяженных коридоров [43]. В результате формируется пространственная сеть охраны биоразнообразия, способная содействовать обмену и миграции видов и повышать связность и устойчивость экосистем [44].

3.2 Определение требований пространственного регулирования, ориентированного на охрану

3.2.1 Формирование иерархической пространственной структуры охраны

На основе выявления и определения экологических источников, коридоров и узлов, а также в увязке с «тремя зонами и тремя линиями», планировочным зонированием и требованиями контроля использования в территориально-пространственном планировании, пространственная сеть охраны биоразнообразия должна быть уточнена и внедрена в разные виды территориальных зон. В результате

формируется скорректированная и оптимизированная иерархическая структура охраны: «природные охраняемые территории + экологические красные линии + ОЕСМs + структурные экологические коридоры + ключевые экологические участки».

Районы с исключительно высокой значимостью для охраны биоразнообразия, которые одновременно являются пробелами охраны, должны управляться в соответствии с требованиями к охраняемым территориям. На основе результатов оценки важности охраны биоразнообразия и выявления экологических источников следует реализовать, уточнить и проверить схему экологических красных линий, установленную территориально-пространственным планом. Земли внутри и вне охраняемых территорий, которые по результатам оценки важности обладают природоохранными функциями, целесообразно рассматривать как единый «совместимый с охраной» континуум. За пределами охраняемых территорий должны предлагаться иерархические и градиентные требования регулирования в зависимости от значимости охраны, что способствует внедрению ОЕСМs. Важные природоохранные пространства внутри и вне охраняемых территорий, ныне фрагментированные, необходимо соединять структурными экологическими коридорами и ключевыми экологическими участками, повышая связность охраняемых территорий и совершенствуя охранную сеть.

3.2.2 Оптимизация пространственной структуры городов и деревень на основе требований охраны биоразнообразия

Землепользование, совместимое с охраной, следует включать в планирование пространственной структуры городов и деревень, учитывая промышленное позиционирование, численность населения и потребности строительства и развития в разных кольцевых зонах: экологических пространствах внутри и вне охраняемых территорий, сельскохозяйственных пространствах и городских пространствах. Для деревень, прилегающих к охраняемым территориям, особое внимание следует уделять влиянию конфликтов между человеком и дикой природой на средства к существованию жителей, а также преобразованию ценности экологических продуктов, основанных на охране, что позволит согласовать цели охраны биоразнообразия с производственными и бытовыми функциями городов и деревень.

3.2.3 Контроль инфраструктурного строительства для смягчения воздействия на биоразнообразие

Помимо строгого контроля экологических красных линий и природных охраняемых территорий, пространственное регулирование следует усиливать в важных местообитаниях диких животных, на миграционных путях птиц, в важных районах распространения рыбных и водных генетических ресурсов, а также в местах распространения редких и исчезающих растений. Необходимо выявлять пространственные конфликты между важными местообитаниями и крупной инфраструктурой, включая дороги, ветроэнергетику и фотоэлектрические объекты; корректировать размещение инфраструктуры; а также предлагать меры смягчения и компенсации.

3.3 Разработка мер восстановления важных местообитаний

В зависимости от типа и степени деградации поврежденных местообитаний следует определять зоны рекультивации и восстановления важных местообитаний. С учетом различий между экосистемами могут предлагаться дифференцированные требования восстановления лесных, речных, луговых, водно-болотных и иных экосистем [45-46], что будет направлять последующее формирование перечней проектов охраны и восстановления биоразнообразия в специальных планах территориального экологического восстановления.

4 Практическое исследование интеграции охраны биоразнообразия в территориально-пространственное планирование уезда Юньлун

Уезд Юньлун расположен на северо-западе Дали-Байского автономного округа провинции Юньнань. Он находится на южной оконечности одного из 36 мировых очагов биоразнообразия — Гор Юго-Западного Китая, а также в районе гор Юньлин южной части Хэндуаньских гор, входящих в число 32 приоритетных наземных районов охраны биоразнообразия Китая. Площадь уезда составляет 4 400,95 км², при этом горные территории занимают 90% [47]. Юньлун включает разные типы местообитаний — леса, водно-болотные угодья, сельхозугодья и луга. Здесь высокое видовое разнообразие и множество редких и исчезающих видов; это самая южная область распространения юньнаньской курносой обезьяны и самая северная область распространения западного чернохотлого гиббона. В последние годы Юньлун был определен как экологический демонстрационный уезд западной Юньнани и ключевой район охраны биоразнообразия в Дали. Система природных охраняемых территорий уже предварительно сформирована, однако фрагментированные охраняемые участки еще не увязаны с пространственным планированием всей территории. На фоне нового этапа городско-сельского развития и возрождения села развитие земледелия и животноводства может нарушать охрану ключевых видов, таких как юньнаньская курносая обезьяна, что усиливает давление баланса между развитием и охраной.

Учитывая богатые ресурсы биоразнообразия Юньлуна, его исключительно высокую природоохранную ценность и существующее охранное давление, уезд выбран как репрезентативный пример для углубленного анализа технического пути и реализации интеграции охраны биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства.

4.1 Формирование общетерриториальной пространственной сети охраны биоразнообразия на основе многовидовой оценки пригодности

Были собраны исторические материалы и более 3 000 записей инфракрасных камер, систематизированы данные о животном и растительном мире уезда Юньлун, а также перечни ключевых охраняемых растений и охраняемых видов животных и растений. Поскольку исторические записи обследований биоразнообразия в основном сосредоточены в природных охраняемых территориях, для оценки потенциально пригодных местообитаний была выбрана модель максимальной энтропии MaxEnt. Она позволяет эффективно прогнозировать распространение видов даже при сравнительно небольшом числе точек присутствия [48] и подходит для моделирования пригодности местообитаний в районах с неполными данными о биоразнообразии [36, 49].

В районах, где флагманским видом выступает юньнаньская курносая обезьяна, одновидовая оценка пригодности является распространенным методом регионального природоохранного планирования и определения охраняемых территорий [50-51]. Однако из-за больших перепадов высот и разнообразия местообитаний в пределах всего уезда Юньлун в данном исследовании применена многовидовая оценка пригодности. С учетом охранного статуса видов, их экологической функции, состояния популяций в Юньлуэ и известных точек присутствия были выбраны 14 целевых видов: юньнаньская курносая обезьяна, азиатский черный медведь, бенгальская кошка, макак-резус, ассамский макак, короткохвостый макак, черный мунтжак, гималайская малая панда, харза, черношейниковый длиннохвостый фазан, краснобрюхий трагопан, серебряный фазан, алмазный фазан и краснопятнистый тритон (рис. 2). Все 14 видов относятся к национально охраняемым животным I или II класса, а их местообитания охватывают все высотные градиенты и типы местообитаний уезда. Были отобраны четыре группы экологических переменных: климат, рельеф, растительность и водные объекты, а также антропогенные факторы. Для каждого вида было смоделировано пригодное пространство распространения и проведен наложенный анализ. По сравнению с одновидовой оценкой многовидовой подход повышает эффективность охвата пригодных

местообитаний целевых видов на 29,16% [52]. Используя пригодность распределения видов как основу оценки важности охраны биоразнообразия, зоны средней и высокой пригодности были определены как ключевые районы охраны биоразнообразия (рис. 3).

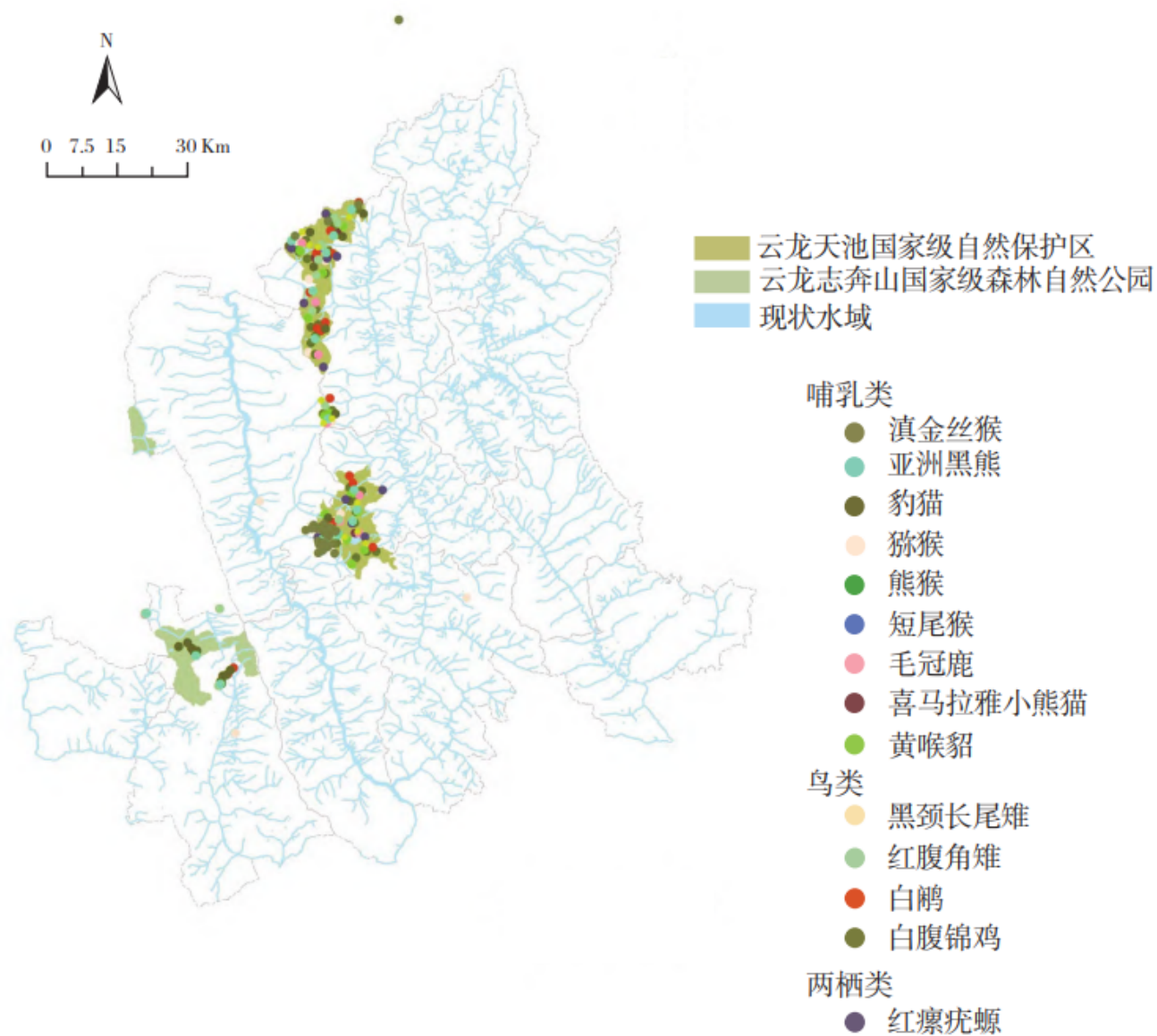


Рис. 2. Точки распространения целевых видов в уезде Юньлун

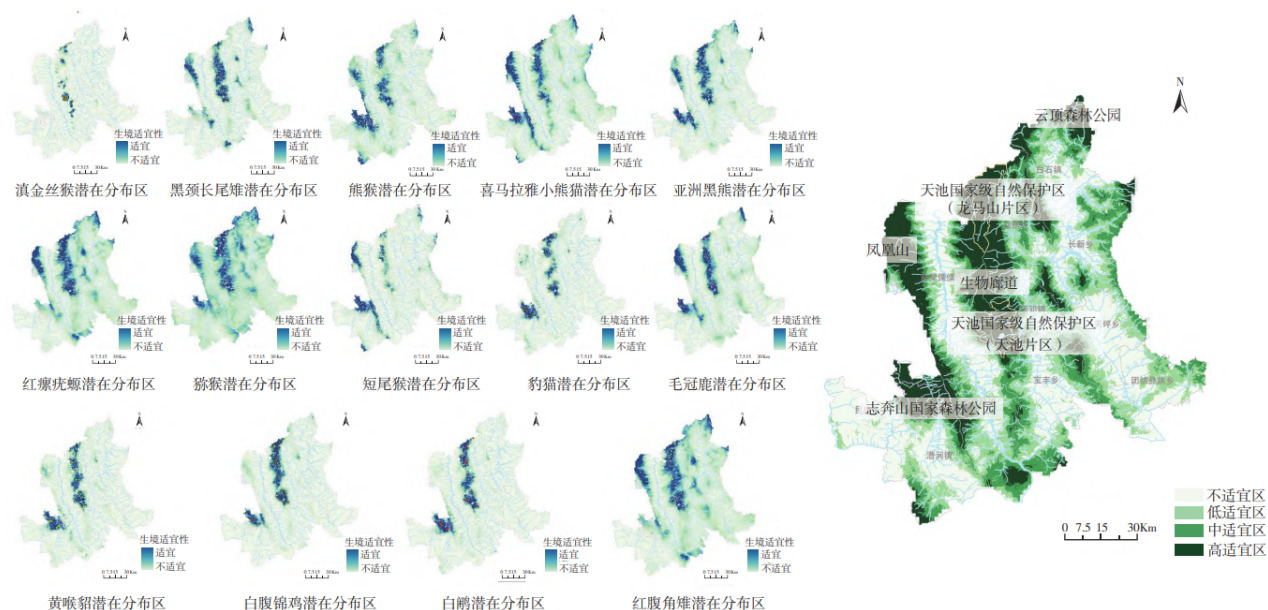


Рис. 3. Результаты моделирования пригодных ареалов отдельных целевых видов (слева) и оценки пригодности многовидового распределения (справа)

Ключевые районы охраны биоразнообразия были сопоставлены с границами природных охраняемых территорий и экологических красных линий до планирования, что позволило выявить пробелы существующей охраны (рис. 4). Районы высокой природоохранной важности, которые еще не были охвачены, рекомендованы к включению в природные охраняемые территории.

Ключевые районы охраны биоразнообразия были определены как экологические источники. С помощью метода минимальных затрат была построена поверхность сопротивления, выявлены экологические коридоры и сформирована пространственная сеть охраны биоразнообразия (рис. 5). Она восполняет пробелы коридоров между участками Лунмашань и Тяньчи в национальном природном заповеднике Юньлун Тяньчи, а также пробелы охраны в районе гор Фэнхуаншань, Чжибэньшань и лесного парка Юньдин. Это укрепляет пространственные границы экологических узлов и способствует созданию более полной пространственной сети охраны биоразнообразия.

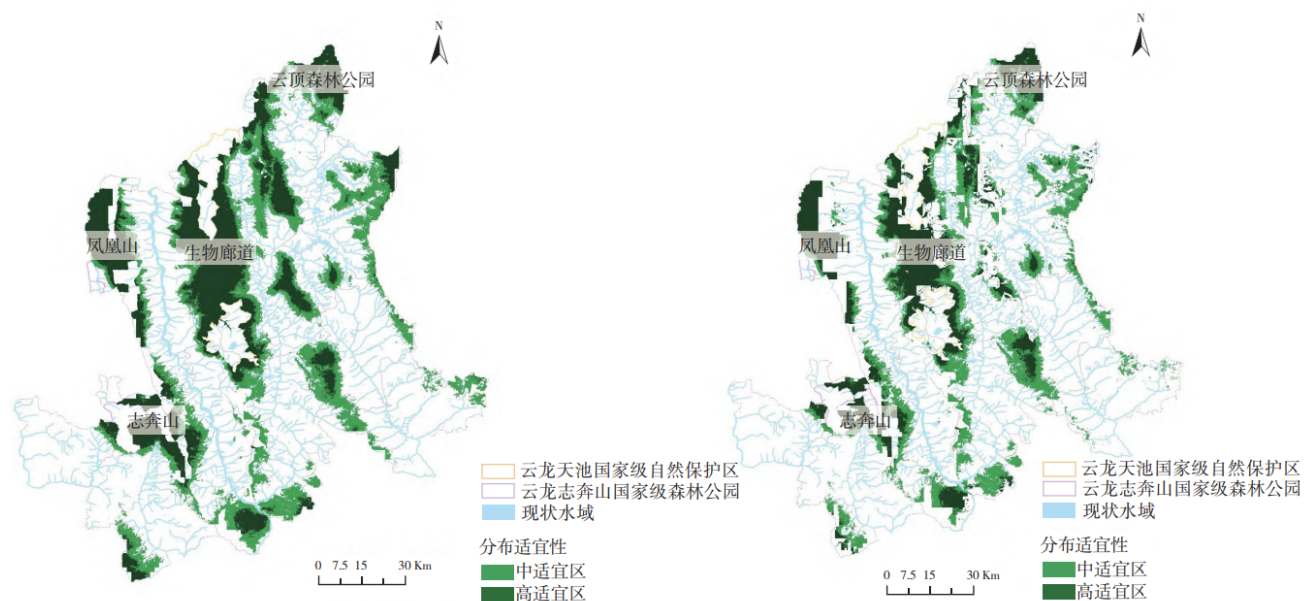


Рис. 4. Пробелы охраны природных охраняемых территорий (слева) и экологических красных линий (справа)

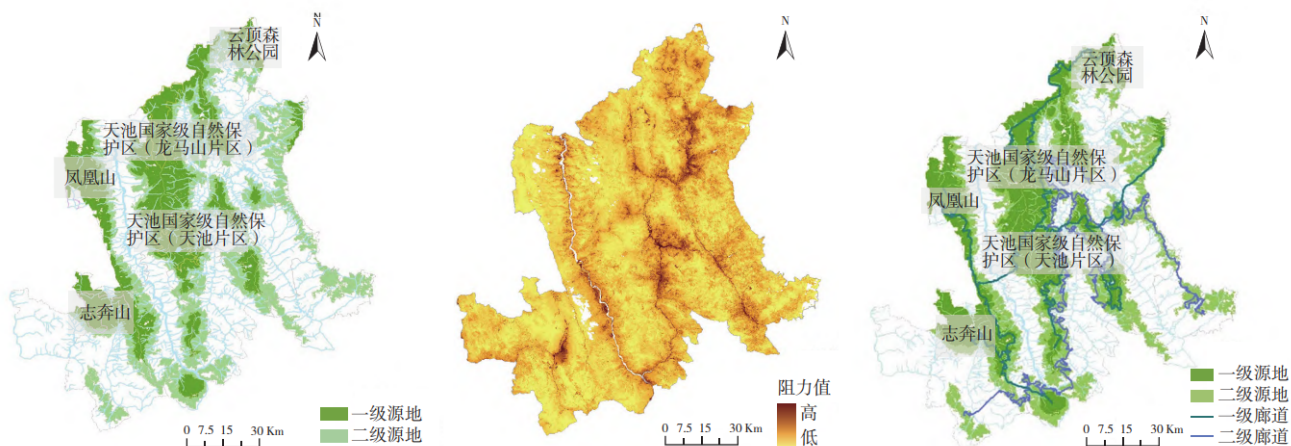


Рис. 5. Экологические источники (слева), поверхность сопротивления (в центре) и пространственная сеть охраны (справа)

4.2 Многоуровневое пространственное регулирование охраны биоразнообразия на основе континуума «совместимости с охраной»

В зависимости от важности охраны биоразнообразия был построен континуум «совместимости с охраной», включающий природные охраняемые территории, неохраняемые участки внутри экологических красных линий, другие высокопригодные зоны, а также прилегающие города и деревни. Затем было реализовано общетерриториальное многоуровневое пространственное регулирование охраны биоразнообразия, включающее следующие направления:

(1) Уточнение и проверка схемы экологических красных линий и экологической пространственной структуры, установленных территориально-пространственным планом. В текущем цикле планирования экологические красные линии были оптимизированы в увязке с научно оцененными ключевыми районами охраны биоразнообразия. Согласно требованию общей стабильности красных линий при возможности локальной точной настройки, пробелы охраны, соответствующие критериям включения, например районы Фэнхуаншань и Чжибэньшань, были включены в красные линии общей площадью около 80 га. Одновременно из красных линий были исключены территории, соответствующие критериям вывода, включая площадки ближайших провинциальных ключевых проектов, общей площадью около 156 га. Тем самым была достигнута согласованная оптимизация охранного и развивающегося пространства.

Кроме того, экологические источники, ориентированные на охрану биоразнообразия, были включены в экологические контрольные зоны в системе зонирования использования суши и моря. Это позволило восполнить пробелы охраны в коридорах между двумя участками заповедника Тяньчи, а также в районах Фэнхуаншань, Чжибэньшань и лесного парка Юньдин. Пространственное регулирование экологических пространств в экологических контрольных зонах было усилено, чтобы сократить воздействие человеческой деятельности на биоразнообразие.

(2) Определение уездных приоритетных районов охраны биоразнообразия. На основе результатов выявления экологических источников и пробелов охраны были определены восемь приоритетных районов охраны биоразнообразия, включая Лунмашань, Тяньчи, Фэнхуаншань и Чжибэньшань (рис. 6). Продвигалось создание ОЕСМс, например лесного коридора Убаошань между двумя участками заповедника Тяньчи. Были предложены виды жизнедеятельности, совместимые с охраной, в том

числе органическое, экологическое и устойчивое сельскохозяйственное производство, чтобы одновременно защищать биоразнообразие и поддерживать производственные и бытовые функции жителей.

(3) Кольцевая структура и классифицированное регулирование деревень, дружественных биоразнообразию. В зависимости от типов экологического зонирования предложены классифицированные ориентиры размещения таких деревень (рис. 7, табл. 2).

(4) Требования к оценке воздействия при выборе площадок для объектов зеленой энергетики. Поскольку Юньлун является ключевым уездом зеленой энергетики в Дали, размещение новой энергетической инфраструктуры может создавать риски для биоразнообразия. Поэтому генеральный план предложил проводить комплексную оценку размещения крупных объектов зеленой энергетики. Следует избегать важных местообитаний, таких как национальный природный заповедник Юньлун Тяньчи, и важных экологических пространств, например коридоров между двумя участками заповедника. При оценке потенциальных рисков инфраструктурного строительства для биоразнообразия необходимо учитывать разрушение и фрагментацию местообитаний, косвенные межэкосистемные воздействия и угрозы инвазивных видов. Если воздействие на важные охраняемые районы неизбежно, следует применять экологические компенсационные меры, включая реконструкцию местообитаний и переселение видов в целях охраны.

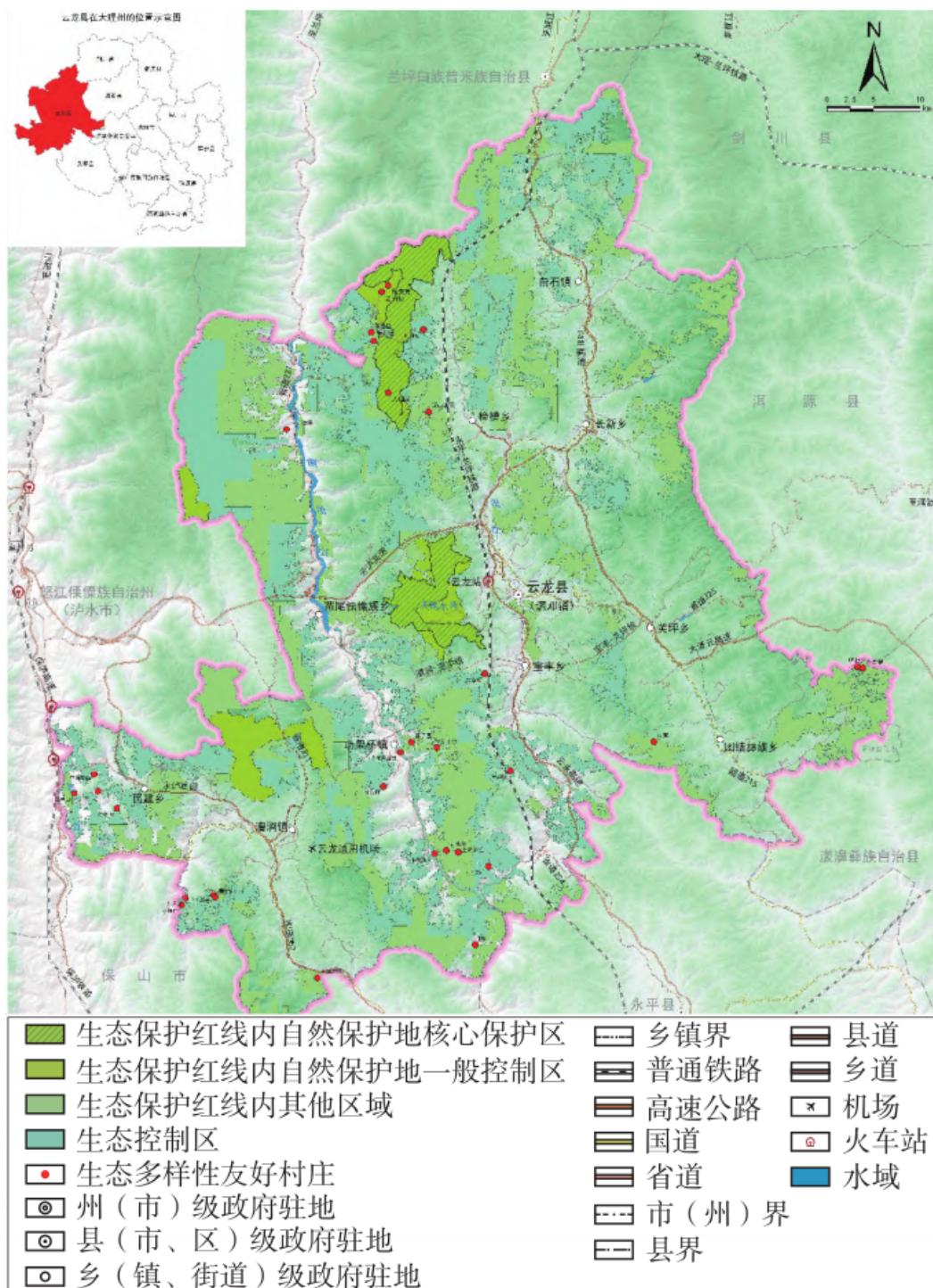


Рис. 7. Размещение деревень, дружественных биоразнообразию

Таблица 2. Классификация и регулирование деревень, дружественных биоразнообразию

Кольцевая категория	Деревни, дружественные биоразнообразию	Соответствующие меры
Ядра охраны природных охраняемых территорий внутри экологических красных линий	Дачучан, деревня Цинлан, волость Цзяньчао	Ввести строгий контроль и поэтапно организовать переселение существующих деревень.
Общие контрольные зоны природных охраняемых территорий внутри экологических красных линий	Луцзячжай и Лаосяньчан, деревня Шицзин, волость Цзяньчао	Строго контролировать численность населения, интенсивность промышленного развития и масштабы инфраструктурного строительства.
Прочие территории внутри экологических красных линий и экологические контрольные зоны	Майцзыди в деревне Шаньси, Шанлаоячжуан в деревне Миньчжу, Иньшань в деревне Гунго, поселок Гунгоцяо; Амяньдидзи в деревне Дапин и Хуанчжушань в деревне Лушань, поселок Цаоцзянь; Янмаодэн в деревне Дагунчан и Ляншаньпо, деревня Цинлан, волость Цзяньчао; Убанда и Шаолуоцзо в деревне Фэншоу, Туаньцзе-Ийская волость; Сягангоупин в деревне Сунпин, Мяовэй-Лисуская волость	Разрешать ограниченную человеческую деятельность. При условии согласования могут допускаться экономическая деятельность, научный мониторинг и строительство бытовых объектов, если они не затрагивают охрану биоразнообразия; направлять умеренное развитие деревень, дружественных биоразнообразию.
Деревни, дружественные биоразнообразию	Даякоу и Ганьтан в деревне Лушань, поселок Цаоцзянь; Сяладязчжуан в деревне Миньчжу и Сямчжуанпин в деревне Шаньси, поселок Гунгоцяо; Юаньсяоцин в деревне Чжуанпин и Дяоцзялоу в деревне Наньсинь, волость Баофэн; Саньцзяошань в деревне Чахуа и Бэйиньшань в деревне Чжига, волость Миньцзянь	Активно формировать демонстрационные деревни, дружественные биоразнообразию; развивать интеграцию сельского хозяйства, культуры и туризма; координировать земли для интегрированного развития первичного, вторичного и третичного секторов в сельской местности; направлять жителей к развитию самобытных экологических отраслей.

4.3 Ориентиры многотипных мер рекультивации и восстановления экосистем для важных узлов местообитаний

Для деградированных растительных сообществ в охранных пространствах следует применять искусственное лесоразведение, закрытие горных участков для естественного лесовосстановления, перевод пашни в леса и луга и другие меры восстановления растительного покрова. Например, лесовосстановление в экологическом коридоре Убаошань способно эффективно защищать целостность окружающих экосистем и видовое разнообразие. Для восстановления луговых экосистем в поселениях с относительно сильной деградацией пастбищ, таких как Мяовэй-Лисуская волость и поселок Цзяньчао, следует реализовывать проекты перевода пашни в луга, улучшения пастбищ и восстановления поврежденной луговой растительности. Для водно-болотных экосистем, включая речные водно-болотные угодья бассейнов Ланьцанцзян и Нуцзян, а также озерные угодья Тяньчи, целесообразно применять перехват и очистку загрязнений, экологическое пополнение водой и восстановление водно-болотных угодий, чтобы восстановить их функции сохранения биоразнообразия. Следует усиливать предотвращение и контроль сельскохозяйственного диффузного загрязнения, повышать роль сельхозугодий как местообитаний, создавать сети полезащитных лесополос и формировать агролесомелиоративные системы, укрепляя функцию сельхозугодий как соединительных коридоров в районах с высоким биоразнообразием.

5 Заключение и перспективы

Куньминско-Монреальская рамка рассматривает пространственное планирование как новый инструмент действий. В цели 1 прямо указано, что «все территории» должны находиться в рамках партисипативного, интегрированного и учитывающего биоразнообразие пространственного планирования и/или иных эффективных управленческих процессов, решающих проблемы изменения землепользования и морепользования. Как председатель CBD-COP15 и активный инициатор Куньминско-Монреальской рамки Китай должен срочно усилить охрану биоразнообразия в муниципальном и уездном пространственном устройстве и контроле использования. В статье выполнено предварительное исследование рамки и технического пути включения биоразнообразия в муниципальные и уездные генеральные планы территориального пространства, а также показано его применение в планировочной практике уезда Юньлун провинции Юньнань. С учетом различий между регионами по богатству биоразнообразия и характеру взаимодействия с жилой средой случай Юньлуна может рассматриваться только как типичный пример приоритетного района охраны. В будущем технические методы должны постоянно совершенствоваться на основе эмпирических данных из многих регионов. Через пространственную передачу в специальных и детальных планах и дальнейшую детализацию мер необходимо усиливать согласование источниковых территорий внутри и вне охраняемых участков, коридорную связанность и взаимодействие узлов, повышая роль пространственного планирования в охране биоразнообразия.

В настоящее время технический путь пространственного планирования охраны биоразнообразия все еще сталкивается с дефицитом исходных данных, технических стандартов и согласованного межрегионального управления. Чтобы лучше обеспечить комплексную общетерриториальную координацию и размещение охраны биоразнообразия и повысить ее эффективность пространственными средствами, необходимо срочно усилить следующие направления.

5.1 Усиление мониторинга биоразнообразия и построения пространственных баз данных

Современный мониторинг биоразнообразия обычно сосредоточен на природных охраняемых территориях и важных местообитаниях диких животных, но не обеспечивает полного охвата

местообитаний разных градиентов и типов. Государственная статистика часто труднодоступна. Фрагментарные обследования разных ведомств и исследовательских организаций обычно не имеют единой проектной координации на верхнем уровне; типы данных, форматы и методы обработки различаются; высокоточная пространственная информация часто отсутствует. В результате данные недостаточно поддерживают анализ, требуемый пространственным планированием. Данные гражданской науки могут служить ориентиром для исследований биоразнообразия, однако их качество неоднородно из-за недостатка профессиональной проверки и зависимости от навыков и предпочтений наблюдателей.

В будущем необходимо оптимизировать сети мониторинга биоразнообразия. Технологии дистанционного зондирования, видео и сенсорных сетей могут обеспечивать непрерывные наблюдения за распределением видов и их предпочтениями местообитаний. Некоторые учреждения уже изучают интеллектуальные платформы мониторинга; например, удаленная система командования обследованиями дикой природы на основе Интернета вещей [53] отображает информацию об обследователях, физическом оборудовании и видах дикой природы на интеллектуальной платформе, обеспечивая интегрированное «небо-космос-земля» интеллектуальное управление полевыми обследованиями и сбором информации. В дальнейшем следует усилить связь с потребностями территориально-пространственного планирования, создать сети мониторинга, увязанные с пространственной информацией, и совершенствовать платформы совместного использования данных о биоразнообразии.

5.2 Усиление унификации технических стандартов планирования

В настоящее время выбор показателей в моделях оценки пригодности местообитаний остается отчасти субъективным; это касается, например, экологических переменных в моделях распределения видов и факторов поверхности сопротивления для экологических коридоров. Также отсутствует единый стандарт минимального порога площади экологических источников, а основания для таких порогов не унифицированы [45].

В будущем планирование должно активнее опираться на фундаментальные исследования экологических процессов. Например, интеграция многоканальных данных и междисциплинарные исследования могут помочь прояснить механизмы сопряжения ландшафтной структуры и экологических процессов, определить параметры и пороговые ряды в моделях оценки биоразнообразия и эффективно улучшить методы выявления экологических источников и коридоров.

5.3 Усиление согласованного управления между экологическими регионами

Существующая практика планирования обычно исходит из административных границ. Такая модель имеет определенные преимущества для получения данных и помогает местным ведомствам вести природоохранную работу. Однако перемещения видов не ограничиваются административными границами или географическими единицами. Поэтому в пространственном регулировании, ориентированном на охрану, необходимо в полной мере учитывать целостность связей между регионами [54] и развивать планирование охраны биоразнообразия в масштабе речных бассейнов, горных областей и озерных регионов.

В дальнейшем следует учитывать функциональную связанность экологических зон между соседними муниципалитетами и уездами, формировать полноценную региональную экологическую сеть и тем самым повышать уровень биоразнообразия в регионе в целом.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Управлению национального природного заповедника Юньлун Тяньчи, лесному хозяйству Цаоцзянь уезда Юньлун, Бюро природных ресурсов

уезда Юньлун и Бюро лесного и степного хозяйства уезда Юньлун за предоставление данных и поддержку местных полевых исследований по случаю Юньлуна.

Список литературы

- [1] UCHIDA K, BLAKEY R V, BURGER J R, et al. Urban biodiversity and the importance of scale [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2021, 36(2): 123-131.
- [2] YANG Baojun, CHEN Peng, DONG Ke, et al. Построение системы территориально-пространственного планирования в контексте экологической цивилизации [J]. Urban Planning Forum, 2019(4): 16-23. [на кит. яз.]
- [3] WU Zhiqiang, GUO Renzhong, ZHANG Bing, et al. Академический форум по «системному построению национальной системы пространственного планирования» [J]. Urban Planning Forum, 2024(5): 1-11. [на кит. яз.]
- [4] Ministry of Ecology and Environment, Ministry of Foreign Affairs. Building a shared future for all life on Earth: China in action [EB/OL]. (2020-9-21) [2024-12-10]. https://www.fmprc.gov.cn/web/zyxw/202009/t20200921_348510.shtml. [на кит. яз.]
- [5] High-Level Segment of the 2020 UN Biodiversity Conference (Part One). Kunming Declaration: Ecological civilization—building a shared future for all life on Earth [EB/OL]. (2021-10-24) [2024-10-24]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-10/14/content_5642362.htm. [на кит. яз.]
- [6] United Nations Environment Programme. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework [EB/OL]. (2022-12-18) [2024-12-10]. <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>.
- [7] General Office of the CPC Central Committee, General Office of the State Council. Opinions on further strengthening biodiversity conservation [EB/OL]. (2021-10-14) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/19/content_5643674.htm. [на кит. яз.]
- [8] Ministry of Ecology and Environment. China Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan (2023-2030) [EB/OL]. (2024-1-18) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content_6926868.htm. [на кит. яз.]
- [9] LÜ Zhi. Охрана биоразнообразия в Китае и цель «30 by 30» [J]. Frontiers, 2022(4): 24-34. [на кит. яз.]
- [10] ZHAO Yi, ZHENG Jun, XU Chen, et al. Ключевые вопросы подготовки уездных генеральных планов территориального пространства [J]. Urban Planning Forum, 2022(2): 54-61. [на кит. яз.]
- [11] WANG Xinzhe, QIAN Hui, LIU Zhenyu. Позиционирование уездного генерального планирования территориального пространства с позиции управления [J]. Urban Planning Forum, 2020(3): 65-72. [на кит. яз.]
- [12] General Office of the Ministry of Natural Resources. Guidelines for preparing municipal territorial spatial master plans [EB/OL]. (2020-8) [2024-12-10]. <https://m.mnr.gov.cn/gk/tzgg/202008/P020200820547720783027.pdf>. [на кит. яз.]
- [13] Yunlong County Natural Resources Bureau. Yunlong County Territorial Spatial Master Plan (2021-2035) [EB/OL]. (2023-4-24) [2025-1-13]. <http://www.ylx.gov.cn/ylxrmzf/c106966/202305/ac4a4c47e7684ca6b00ab692ab97c97f/files/e0b660fe6f104c59b0f65044e84af207.pdf>. [на кит. яз.]
- [14] Shouxian Natural Resources and Planning Bureau. Shouxian Territorial Spatial Master Plan (2021-2035) [EB/OL]. (2024-7-1) [2025-1-13]. <https://www.shouxian.gov.cn/public/118322767/1260264458.html>. [на кит. яз.]

- [15] Ministry of Construction. Notice on strengthening urban biodiversity conservation [EB/OL]. (2002-11-6) [2024-12-10]. <https://www.chinacourt.org/law/detail/2002/11/id/81262.shtml>. [на кит. яз.]
- [16] Ministry of Construction. Notice on issuing the Measures for Application and Evaluation of National Garden Cities and the Standards for National Garden Cities [EB/OL]. (2005-3-25) [2024-12-10]. <http://chla.com.cn/html/c106/2006-04/6210.html>. [на кит. яз.]
- [17] GAN Jing, WU Zhiqiang. Обзор исследований по планированию городского биоразнообразия и меры реагирования [J]. Planners, 2018, 34(1): 87-91. [на кит. яз.]
- [18] General Office of the Ministry of Natural Resources. Guidelines for the evaluation of resource and environmental carrying capacity and territorial spatial development suitability (Trial) [EB/OL]. (2020-1-19) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/22/content_5471523.htm. [на кит. яз.]
- [19] GAN Jing. Факторы влияния городской застроенной среды на биоразнообразие и пути оптимизации [J]. Urban Planning International, 2018, 33(4): 67-73. [на кит. яз.]
- [20] SHA Ou, FANG Zhou, XIONG Yaoping. Стратегии охраны биоразнообразия в системе территориально-пространственного планирования: на примере охраны птиц [J]. Planners, 2022, 38(S1): 31-36. [на кит. яз.]
- [21] MOU Xuejie, RAO Sheng, ZHANG Xiao, et al. Оценка приоритетных структур охраны биоразнообразия на уездном уровне и оптимизация охранной системы: пример города Уишань [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2021, 37(6): 769-777. [на кит. яз.]
- [22] FEI Fan, WU Jie, LI Xiaohui, et al. Формирование и восстановление городской сети биоразнообразия на основе процесса «местообитание-миграция» индикаторных видов с позиции территориально-пространственного планирования: пример Гуанчжоу [C]//Proceedings of the 2020/2021 Annual National Planning Conference and 2021 China Urban Planning Academic Season, 2021. [на кит. яз.]
- [23] LONG Nao, HE Ge, FEI Fan, et al. Формирование сети охраны городского биоразнообразия в Гуанчжоу [J]. Environmental Ecology, 2023, 5(10): 75-80. [на кит. яз.]
- [24] LIU Yang, OU Xiaoyang, ZHENG Xi. Планирование охраны городского биоразнообразия на основе интеграции структуры зеленых пространств и анализа функциональной связности [J]. Landscape Architecture, 2022, 29(1): 26-33. [на кит. яз.]
- [25] XUE Fei, LANG Yuexi, CAO Yue, et al. Реуайлдинг: практика Берлина в городских экологических пространствах [J]. Urban Planning Forum, 2023(6): 79-86. [на кит. яз.]
- [26] CAI Zhuo, DING Meichen. Многоаспектная оценка и корректировка наземных экологических красных линий: пример Чжанчжоу, провинция Фуцзянь [J]. Planners, 2021, 37(2): 28-33. [на кит. яз.]
- [27] GAO Mengwen, HU Yecui, LI Xiang, et al. Построение структуры экологической безопасности в карстовых горных районах на основе важности экосистемных услуг и экологической чувствительности: пример Хэчи, Гуанси [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(7): 2596-2608. [на кит. яз.]
- [28] TAN Huaqing, ZHANG Jinting, ZHOU Xisheng. Построение структуры экологической безопасности Нанкина на основе модели минимального накопленного сопротивления [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020, 40(3): 282-288. [на кит. яз.]
- [29] WANG Hao, MA Xing, DU Yong. Построение структуры экологической безопасности провинции Гуандун на основе важности экосистемных услуг и экологической чувствительности [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(5): 1705-1715. [на кит. яз.]
- [30] LUO Qiaoling, MA Jie, ZHENG Zhenhua, et al. Практическое исследование оценки важности экологической охраны на муниципальном и уездном уровне в территориально-пространственном

планировании: пример района Цзянся, Ухань [J]. Chinese Landscape Architecture, 2022, 38(6): 97-102. [на кит. яз.]

- [31] QU Yi, LU Ming. Построение структуры городской экологической безопасности с позиции охраны биоразнообразия [J]. Urban Development Studies, 2017, 24(4): 134-137. [на кит. яз.]
- [32] GAN Jing, YAN Wentao. Территориально-пространственное экологическое планирование [M]. Шанхай: Tongji University Press, 2024. [на кит. яз.]
- [33] AUSTIN M P, VAN NIEL K P. Improving species distribution models for climate change studies: variable selection and scale [R]. Wiley Online Library, 2011.
- [34] DUFLOT R, AVON C, ROCHE P, et al. Combining habitat suitability models and spatial graphs for more effective landscape conservation planning: an applied methodological framework and a species case study [J]. Journal for Nature Conservation, 2018, 46: 38-47.
- [35] Department of Natural Resources of Guangdong Province. Technical guidelines for evaluating resource and environmental carrying capacity and territorial spatial development suitability in Guangdong Province (Trial) [EB/OL]. (2020-12) [2024-12-10]. <https://nr.gd.gov.cn/attachment/0/408/408632/3162101.pdf>. [на кит. яз.]
- [36] MA Xing, WANG Hao, YU Wei, et al. Пробелы распространения и охраны очагов разнообразия птиц в провинции Гуандун на основе модели MaxEnt [J]. Biodiversity Science, 2021, 29(8): 1097-1107. [на кит. яз.]
- [37] ZHANG Dou, QU Liping, ZHANG Jiehao. Построение и оптимизация структур экологической безопасности с позиции экологического спроса и предложения: пример дельты Янцзы [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(20): 7525-7537. [на кит. яз.]
- [38] LIU Xiangling, GUO Jinping. Структура экологической безопасности для охраны биоразнообразия в городе Люлян [J]. Journal of Forest and Environment, 2021, 41(3): 290-297. [на кит. яз.]
- [39] YANG Kai, CAO Yingui, FENG Zhe, et al. Обзор исследований по построению структур экологической безопасности на основе модели минимального накопленного сопротивления [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2021, 37(5): 555-565. [на кит. яз.]
- [40] SUN Feng, ZHANG Jinhe, WANG Peijia, et al. Построение и оценка структур городской экологической безопасности: пример городской территории Сучжоу [J]. Geographical Research, 2021, 40(9): 2476-2493. [на кит. яз.]
- [41] PENG J, YANG Y, LIU Y, et al. Linking ecosystem services and circuit theory to identify ecological security patterns [J]. Science of the Total Environment, 2018, 644: 781-790.
- [42] LIU Jiping, LÜ Xianguo, YANG Qing, et al. Проектирование структуры экологической безопасности водно-болотных угодий северо-восточной равнины Саньцзян [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1083-1090. [на кит. яз.]
- [43] ZHAN Longsheng, CHEN Kexin, LI Qianqian, et al. Экологическая охрана и восстановление в территориально-пространственном планировании: пример Вэйхая, провинция Шаньдун [J]. Intelligent City, 2021, 7(11): 107-112. [на кит. яз.]
- [44] SYNES N W, PONCHON A, PALMER S C, et al. Prioritising conservation actions for biodiversity: lessening the impact from habitat fragmentation and climate change [J]. Biological Conservation, 2020, 252: 108819.
- [45] WU Zhilong, YANG Jiyu, XIE Hualin. Построение и оптимизированное восстановление структуры экологической безопасности в южных холмисто-горных районах: пример города Жуйцзинь [J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(10): 3998-4010. [на кит. яз.]

- [46] ZHANG Xiao, MOU Xuejie, WANG Xiahui, et al. Зонирование территориального экологического восстановления: пример острова Хайнань [J]. *Ecological Economy*, 2021, 37(2): 183-189. [на кит. яз.]
- [47] Yunlong County People's Government. Overview of Yunlong [EB/OL]. (2024-11-19) [2024-12-10]. <http://www.ylx.gov.cn/ylxrmzf/c102587/zjyl.shtml>. [на кит. яз.]
- [48] PHILLIPS S J, ANDERSON R P, SCHAPIRE R E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions [J]. *Ecological Modelling*, 2006, 190(3-4): 231-259.
- [49] LUO Qiqi, HU Huijian, XU Zhengchun, et al. Очаги разнообразия водоплавающих птиц в Большом заливе Гуандун-Гонконг-Макао на основе модели MaxEnt [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(19): 7589-7598. [на кит. яз.]
- [50] SHEN L, WANG W, QI Y, et al. Habitat suitability for the Yunnan snub-nosed monkey *Rhinopithecus bieti* (Milne-Edwards, 1897) (Primates: Cercopithecidae) based on the MaxEnt model [J]. *Acta Zoologica Bulgarica*, 2023, 75(3).
- [51] ZHANG G, ZHU A-X, HE Y-C, et al. Integrating multi-source data for wildlife habitat mapping: a case study of the black-and-white snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) in Yunnan, China [J]. *Ecological Indicators*, 2020, 118: 106735.
- [52] WANG M, GAN J, GUO G, et al. Identifying conservation gap in biodiversity hotspot area: single flagship species or multi-species? [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2025, 75: 1-12.
- [53] Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences. Public registration of key technology achievements in intelligent terrestrial wildlife survey and monitoring [EB/OL]. (2022-8-5) [2024-12-10]. <http://www.giabr.gd.cn/xxgk/tzgg/t6412.html>. [на кит. яз.]
- [54] PENG Jian, ZHAO Huijuan, LIU Yanxu, et al. Прогресс и перспективы исследований по формированию региональных структур экологической безопасности [J]. *Geographical Research*, 2017, 36(3): 407-419. [на кит. яз.]

Переработано: июнь 2025 г.

Перевод при содействии ИИ