

*На правах рукописи*

**СОБОЛЬКОВА Марина Николаевна**

**ТРАНСГРАНИЧНАЯ ГЕОСИСТЕМА БАССЕЙНА РЕКИ  
ТУМАННАЯ: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ  
СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 1.6.21. Геоэкология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Владивосток – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель:** **Ганзей Кирилл Сергеевич**, член-корреспондент РАН, доктор географических наук, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:** **Крюкова Мария Викторовна**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, директор Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Хабаровск).

**Мядзелец Анастасия Викторовна**, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, заведующая Лабораторией теоретической географии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск).

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Чита).

Защита диссертации состоится 24 апреля 2026 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.500.01, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Радио 7, зал заседаний, 2-ой этаж; email: geogr@tigdvo.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в отделе Центральной научной библиотеки при Тихоокеанском институте географии ДВО РАН и на сайте <http://www.tigdvo.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» 2026 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Родникова Илона Мироновна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** В настоящее время большое внимание уделяется развитию Дальнего Востока, в том числе в аспекте развития международных отношений. Юг Дальнего Востока является одной из ключевых зон для развития отношений России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). В свою очередь развитие интеграционных процессов определяет важность географических научных исследований трансграничных территорий.

Особенностью трансграничного бассейна р. Туманная является пересечение границ трех государств и интересов стран Северо-Восточной Азии и АТР. Бассейн р. Туманная разделен государственными границами на неравные части. Пограничные для Приморского края административные единицы в Китае и КНДР имеют большую плотность населения, отличаются более высокими показателями экономического развития. Следовательно, антропогенное воздействие распространяется за пределы их границ и отмечается на российской территории.

Изучение современной структуры земель на трансграничной территории позволяет получить данные, необходимые для понимания ее социально-экономического и экологического состояния и развития разносторонних отношений между соседними государствами. Информация о влиянии деятельности на территориях соседних государств на окружающую среду, здоровье и безопасность населения всего трансграничного бассейна позволяет предпринимать совместные действия по контролю и уменьшению негативного влияния.

**Объектом** исследования является трансграничный бассейн р. Туманная.

**Предметом** исследования является геоэкологическое состояние трансграничного бассейна р. Туманная.

**Цель исследования** заключается в оценке геоэкологического состояния бассейна р. Туманная как источника информации для определения направлений международного сотрудничества в трансграничном регионе.

Для достижения поставленной цели были определены и решены следующие **задачи**:

1. проанализированы существующие подходы к изучению трансграничных речных бассейнов;
2. на основе существующей литературы и официальной статистической информации проанализированы природные условия, ресурсы и социально-экономическое состояние бассейна р. Туманная;
3. осуществлено картографирование использования земель бассейна р. Туманная на основе данных дистанционного зондирования с помощью программного комплекса ArcGIS;
4. выполнен картографо-статистический анализ структуры использования земель территории бассейна р. Туманная;
5. произведен расчет показателей сложности природно-хозяйственного рисунка структуры использования земель;

6. изучено геоэкологическое состояние с помощью расчета показателей эколого-хозяйственного баланса международного трансграничного бассейна р. Туманная в пределах природных и административно-территориальных границ;

7. выявлены предпосылки, определены направления и рассмотрены перспективы развития международного сотрудничества КНР, КНДР и РФ в пределах трансграничного бассейна р. Туманная.

**Научная новизна.** Впервые составлена карта использования земель в пределах трансграничного бассейна р. Туманная по состоянию на 2020 г. (в масштабе 1:100 000). Выполнен картографо-статистический анализ пространственных особенностей использования земель, проведен количественный анализ сложности структуры землепользования и проанализирован эколого-хозяйственный баланс в природных и административных границах. Изучена социально-экономическая и политическая ситуация в пределах бассейна р. Туманная с целью оценки условий возобновления планов проекта «Туманган» в современных реалиях (спустя 30 лет с его начала) для развития межгосударственного сотрудничества КНР, КНДР и РФ, а также окружающих стран АТР.

**Теоретические и методологические основы исследования.** Исследование основано на положениях системного подхода к анализу географических объектов, изложенного в работах [Сочава, 1978; Семенов, 2007, 2013; Исаченко, 2004; Бакланов 2020], который заключается в рассмотрении бассейновой геосистемы как целостной и характеризующейся в том числе взаимосвязями между трансграничными элементами. Системный подход позволяет рассматривать и решать сложные междисциплинарные проблемы, в частности в области природопользования и землепользования. Использованы теоретические представления о природопользовании [Реймерс, 1974; Шейнгауз, 1984; Региональное ..., 2002; Бакланов и др., 2005]. Системный подход является одним из элементов геоэкологического анализа, основы которого заложены в работах [Мильков, 1986; Корытный, 2001; Кочуров, 1999, 2003, и др.]. Одной из основ исследования являются положения бассейнового подхода, заключающиеся в изучении природопользования в пределах бассейнов рек как целостных систем, оказывающих под влиянием природных, социально-экономических и политико-институциональных факторов [Мильков, 1981; Ретеюм, 1975; Антипов, 2000; Корытный, 2001, 2017].

Изучение геоэкологического состояния территории опирается на концепцию эколого-хозяйственного баланса Б. И. Кочурова [1999, 2003, 2008]. Также в работе адаптированы количественные методы анализа структуры ландшафтов [Викторов, 1986; Маргалеф, 1992; Пузаченко и др., 2002, 2004; Соколов; 2014; Позаченюк, 2017] и применены для анализа структуры землепользования. Специфика изучаемой территории заключается в ее трансграничности, теоретико-методологические принципы изучения таких территорий/геосистем изложены в ряде работ [Бакланов, Ганзей, 2004, 2008; Ганзей 2004, 2005; Мишина, Ганзей, 2004 и др.].

**Использованные методы.** В процессе исследования использованы общенаучные и общегеографические методы исследований: анализ, обобщение, моделирование, описание, методы сравнительно-географического анализа, дистанционного зондирования, картографический, картографо-статистический и другие.

**Исходными материалами** исследования являются космические снимки аппаратов Landsat 8 и Sentinel-2 за период май-сентябрь 2019–2020 гг. Дешифрирование пространственных особенностей использования земель было выполнено в геоинформационной среде. В качестве источников статистических данных о социально-экономическом состоянии территории использованы: Статистический ежегодники провинции Цзилинь (2011, 2021), Статистический ежегодник «Приморский край. Основные показатели деятельности городских округов и муниципальных районов» (2013), Комплексный ежегодник «Приморский край. Муниципальные образования» (2021), Аналитическая записка о состоянии земель Хасанского района (2018).

**Защищаемые положения:**

1. Структура использования земель отражает высокий уровень естественной защищенности бассейна р. Туманная с преобладанием антропогенно не преобразованных типов использования земель.

2. Трансграничное положение бассейна р. Туманная определяет наличие дисбаланса в распределении типов использования земель, уровне антропогенной нагрузки и степени преобразованности территории в китайской, корейской и российской частях бассейна. Территории, тяготеющие к руслу р. Туманная и ее притокам, являются более измененными, заняты хозяйственными типами использования земель, а государственная граница обуславливает сложную структуру природопользования.

3. Расчет показателей эколого-хозяйственного баланса и трансграничных градиентов позволяет определить наиболее перспективные направления разработки программ международного сотрудничества для устойчивого хозяйственного развития. Для трансграничного бассейна р. Туманная такими направлениями являются сельское хозяйство, природоохранная и рекреационная деятельность, развитие транспортной инфраструктуры.

**Практическая значимость работы.** Дешифрированы космические снимки и создана карта современного использования земель, отображающая актуальную и однородную информацию о землепользовании в пределах трансграничном бассейнного бассейна р. Туманная. Статистические и картографические данные использованы для характеристики структуры использования земель в России, Китае и КНДР в пределах бассейна, а также могут быть использованы для анализа динамики состояния трансграничной территории.

Изучен мировой опыт управления трансграничными водными бассейнами, история развития и взаимодействия стран в рамках программы «Туманган», опыт разработки программ международных отношений в пределах трансграничных территорий. Определены направления устойчивого природопользования в

трансграничном бассейне р. Туманная, которые могут быть использованы в качестве основы для разработки договоров и программ международного сотрудничества.

**Обоснованность и достоверность** результатов диссертации определяется достаточным количеством материалов официальных государственных ведомств, научной литературы отечественных и зарубежных авторов, их географической представленностью, содержательным анализом объекта исследования, а также корректным применением методов теоретических и эмпирических исследований, традиционно используемых в географии.

**Личный вклад автора.** Осуществлен сбор картографической информации, выполнено дешифрирование космических снимков и составлена карта использования земель бассейна р. Туманная по состоянию на 2020 г. Проведена оценка и сформулированы выводы о геоэкологическом состоянии трансграничного бассейна р. Туманная. Изучен опыт международного сотрудничества в трансграничных речных бассейнах, в том числе в рамках проекта «Туманган», и предложены направления сотрудничества КНР, КНДР и РФ для обеспечения устойчивого развития и экологически сбалансированного природопользования в бассейне р. Туманная.

**Апробация работы.** Результаты работы докладывались на международный, всероссийских и региональных конференциях и совещаниях:

Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15–30 апреля 2021 г.; Восьмой студенческой научной конференции на английском языке, Владивосток, 25–31 мая 2021 г.; Семнадцатой молодежной конференции «Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке», Владивосток, 18 ноября 2022 г.; XIV Международной ландшафтной конференции «Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии», VII Мильковские чтения, Воронеж, 17-21 мая 2023 г.; Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием «Проблемы устойчивого развития региона», посвященной 100-летию Республики Бурятия, г. Улан-Удэ, 29 июня – 4 июля 2023 г.; Рабочем совещании по выполнению российско-китайского проекта (на английском языке), Институт географии КНР, Пекин, 21-22 декабря 2023 г.; X Всероссийской научной конференции с международным участием к 300-летию Российской академии наук, Биробиджан, 20–22 мая 2024 г.; Научно-практической конференции «Развитие гуманитарного и туристического сотрудничества в российско-китайско-корейском трехграницье», г. Владивосток, 20–22 мая 2024 г.; XXI научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (с международным участием) «Географические знания и вызовы нового времени», г. Иркутск – г. Байкальск, 20-24 августа 2024 г.; Международной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика В. Б. Сочавы «Учение о геосистемах: История и современность», г. Иркутск, 16–19 июня 2025 г.

Результаты исследования отражены в 12 научных публикациях, из которых 3 статьи – в рецензируемых изданиях, входящих в перечень журналов ВАК и приравненных к списку ВАК.

Диссертационное исследование проведено в рамках темы государственного задания ТИГ ДВО РАН №124053100009-5.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 257 наименований, из них 34 на английском языке. Объем работы составляет 181 страниц машинописного текста, содержит 21 рисунок и 20 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и методы исследования, обоснована научная новизна и практическая значимость, личный вклад автора, представлены положения, выносимые на защиту, аprobация и структура работы.

### Глава 1. Физико-географическая и социально-экономическая характеристика бассейна р. Туманная.

В главе рассматриваются природные и социально-экономические условия трансграничного бассейна р. Туманная. Данна физико-географическая характеристика бассейна, включающая описание географического положения, геологического строения и рельефа, гидрометеорологических условий, почвенного покрова, растительного и животного мира, ландшафтов и физико-географического районирования. Социально-экономический раздел включает в себя изучение текущего экономического состояния территории, оценку демографической ситуации, а также состояние и использование водных, биологических и рекреационных ресурсов.

Бассейн р. Туманная, общей площадью более 33 тыс. км<sup>2</sup>, расположен в пределах трех стран (рис. 1). На территории Российской Федерации бассейн р. Туманная расположен в пределах Хасанского муниципального округа Приморского края. На территории Китайской Народной Республики – в пределах семи городских уездах Яньбэнь-Корейского автономного округа (табл. 1). На территории Корейской Народно-Демократической Республики – в пределах провинций Хамгён-Пукто и Янгандо, а также города прямого подчинения Расон.

Таблица 1 – Соотношение площадей административных единиц и бассейна р. Туманная [составлено автором по данным OpenStreetMap, 2025]

Административные единицы	Площадь округа/ уезда, км <sup>2</sup>	Площадь бассейна в пределах округа/ уезда, км <sup>2</sup>	Доля бассейна от площади округа/уезда, %	Доля бассейна в пределах округа/ уезда от общей площади бассейна, %
Аньту	7141,90	1562,30	21,88	4,71
Ванцин	8820,68	6449,63	73,12	19,46
Лунцзин	2192,50	2190,83	99,92	6,61
Тумэнь	1046,72	1046,00	99,93	3,16
Хуньчунь	5201,88	5183,24	99,64	15,64
Хэлун	5357,41	4502,35	84,04	13,58
Яньцзи	1733,79	1731,45	99,86	5,22
<b>Всего КНР</b>	<b>31494,88</b>	<b>22665,79</b>	<b>71,97</b>	<b>68,38</b>
Хамген-Пукто	15827,75	6990,82	44,17	21,09
Расон	888,46	311,28	35,04	0,94
Янгандо	13944,79	3140,87	22,52	9,48
<b>Всего КНДР</b>	<b>30661,00</b>	<b>10442,97</b>	<b>34,06</b>	<b>31,51</b>

<b>Хасанский МО</b>	<b>4119,55</b>	<b>37,45</b>	<b>0,91</b>	<b>0,11</b>
<b>Итого</b>	<b>66275,43</b>	<b>33146,20</b>	<b>50,01</b>	<b>100,00</b>

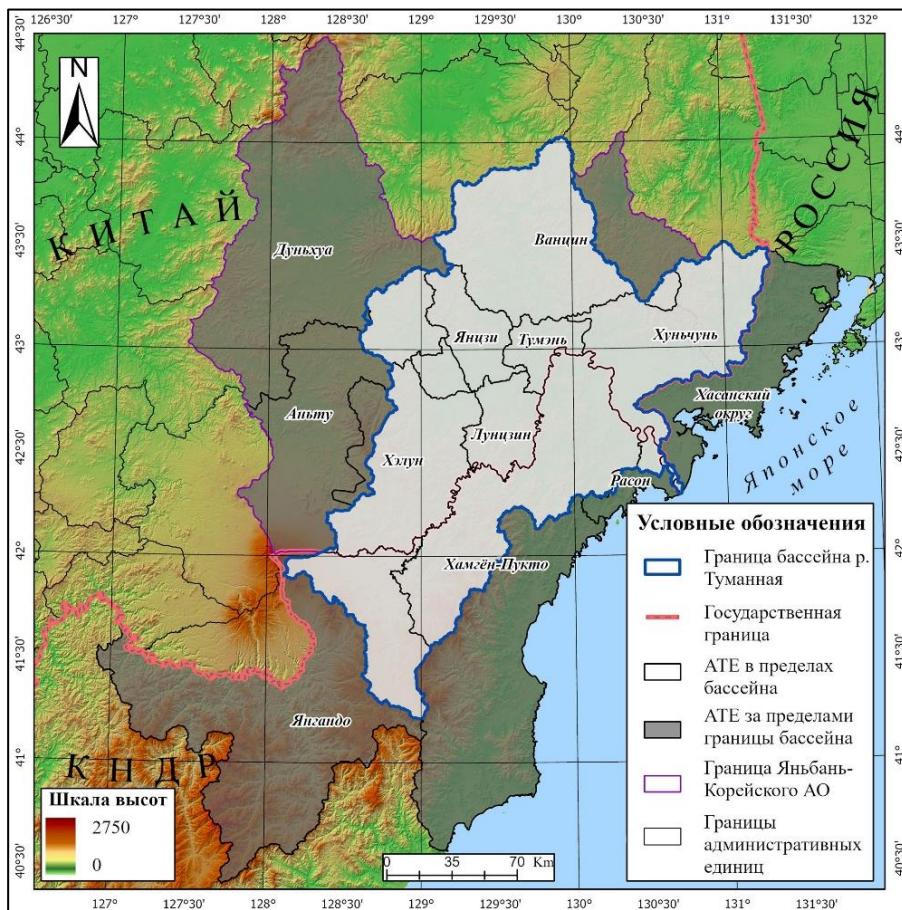


Рисунок 1.  
Административно-территориальное устройство в пределах бассейна р. Туманная

**Глава 2. Теоретические и методические аспекты изучения трансграничных речных бассейнов.** В главе рассматриваются теоретические и методологические основы изучения трансграничных бассейновых геосистем. Описано соотношение понятий землепользования и природопользования [Реймерс, 1974; Шейнгауз, 1984; Региональное ..., 2002; Бакланов, 2005]. Приведены подходы к классификации земель, на базе которых была разработана классификация типов использования земель для картографирования бассейна р. Туманная [Николаев, 2006; Земельный кодекс РФ, 2022]. Рассмотрены подходы к изучению трансграничных территорий и геосистем, соотношение понятий «геосистема», «приграничная» и «трансграничная» территории, «бассейновая геосистема», в том числе с точки зрения системного подхода [Сочава, 1978; Колесов, 1997; Семенов, 2007; Бакланов, 2000, 2001, 2010, 2020; Михеев, 2001; Ганзей, 2004, 2008; Мишина, 2004; Волынчук, 2009; Приграничные ..., 2010; Трансграничный регион, 2010 и др.]. Раскрыта роль бассейновой концепции в природопользовании, в развитие которой большой вклад внес Л. М. Корытный [1999, 2001, 2017]. Она же представлена в работах ряда исследователей [Horton, 1945; Мильков, 1981; Ретеюм, 1975; Антипов, 2000; Бакланов, 2008 и др.].

Для осуществления количественной оценки сложности и разнообразия пространственной и типологической структуры использования земель в бассейне р. Туманная были адаптированы количественные методы анализа, используемые

в ландшафтovedении [Shannon, 1947; Эшби, 1959; Геренчук и др., 1969; Иваштина, 1969; Викторов, 1986; Маргалеф, 1992; Виноградов, 1998; Плюснин, 2003; Пузаченко, 2002, 2004; Соколов, 2014; Мирзеханова, 2007; Позаченюк, 2017; Занозин, 2020 и др.]. Анализ результатов расчетов по ряду выбранных показателей (табл. 2) позволяет охарактеризовать особенности структуры землепользования отдельных территорий, которые могут быть использованы для разработки предложений по обеспечению экологически сбалансированного природопользования. Также, в рамках исследования выполнен расчет показателей эколого-хозяйственного баланса согласно методике Б. И. Кочурова [1999, 2003, 2007, 2017].

Таблица 2 – Показатели ландшафтной структуры, использованные для анализа структуры использования земель [Викторов, 1986; Маргалеф, 1992; Пузаченко и др., 2002; Пузаченко, 2004; Соколов; 2014; Позаченюк, Агиенко, 2017], и эколого-хозяйственного баланса [Кочуров, 1999, 2003]

№ п/п	Показатель	Обозначение/формула
Группа простейших характеристик		
1	Площадь района	$S$
2	Площадь одного ландшафтного контура (ПТК) в районе	$S_i$
3	Количество типов ландшафтных контуров (ПТК)	$M$
4	Количество контуров	$n$
5	Среднее количество контуров на 1 ПТК	$p$
6	Средняя площадь контуров	$S_0 = \frac{S}{n}$
Группа характеристик сложности		
7	Индекс дробности	$k = \frac{n}{S}$
8	Коэффициент сложности	$K_{\text{слож}} = \frac{n}{S_0}$
9	Коэффициент раздробленности	$K = \frac{S_0 * 100\%}{P}$
10	Энтропийная мера сложности	$H = - \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{S} \log_2 \frac{S_i}{S}$
11	Максимальная возможная сложность	$H_{\max} = \log_2 M$
12	Абсолютная организация (мера неуравновешенности)	$H_1 = H_{\max} - H$
13	Относительная организация (мера упорядоченности)	$R = 1 - \frac{H}{H_{\max}}$
14	Выравненность рангового распределения	$E = \frac{H}{H_{\max}}$
15	Индекс Маргалефа	$D_{mg} = \frac{(n-1)}{\ln S}$
Показатели эколого-хозяйственного баланса		
16	Коэффициент абсолютной напряженности	$K_a = \frac{AH_6}{AH_1};$
17	Коэффициент относительной напряженности	$K_0 = \frac{AH_4 + AH_5 + AH_6}{AH_1 + AH_2 + AH_3}$
18	Суммарная площадь земель со средо- и ресурсстабилизирующими функциями (сф)	$P_{\text{сф}} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4$
19	Коэффициент естественной защищенности	$K_{\text{ез}} = \frac{P_{\text{сф}}}{P_0}$

Особенное значение в географических исследованиях принадлежит географическому методу. Применение ГИС-технологий позволяет использовать единообразные данные для современной объективной характеристики

территории [Лабутина, 2004; Лурье, 2008; Кочуров и др., 2009; Денисов, 2015; Ермошин и др., 2018]. В работе дешифрированы космические снимки аппаратов Landsat 8 и Sentinel-2, а также построена цифровая модель системы водотоков и бассейнов р. Туманная [Djokic D., Ye Z., 1999; Лурье, 2008; Кащавцева, 2011; Giridhar and others, 2015].

**Глава 3. Геоэкологическое состояние трансграничной геосистемы бассейна р. Туманная.** В данной главе представлены результаты картографирования территории бассейна, количественного анализа структуры использования земель бассейна р. Туманная и расчетов показателей эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) для геоэкологической характеристики территории, а также результаты построения корреляционных матриц для установления взаимосвязей между расчетными показателями.

Для изучения структуры использования земель бассейна р. Туманная была разработана классификация и выделено 12 типов земель двух категорий (антропогенные и природные): используемые сельскохозяйственные земли (поля), неиспользуемые сельскохозяйственные земли (залежи), рисовые поля (используемые и неиспользуемые), земли населенных пунктов, земли промышленного использования, карьеры, рубки, лесопосадки, луга, редколесья, лесные земли, водные объекты; антропогенные. В результате обработки и дешифрирования спектрональных снимков с космических аппаратов Sentinel-2 и Landsat 8 за 2019–2020 гг. была построена карта использования земель бассейна р. Туманная по состоянию на 2020 г. (рис. 2.).

Преимущественную долю от площади бассейна занимают лесные земли – 25 752,96 км<sup>2</sup>. Поскольку территория КНР занимает 68,4% от площади бассейна, она имеет максимальные доли в большинстве типов использования земель (табл. 3). Так, на часть КНР приходится 72,2% лесных земель бассейна, КНДР – 27,7%, РФ – 0,06%.

Таблица 3 – Структура использования земель [Маслова, 2022]

Тип земель	Общая площадь, км <sup>2</sup>	Доля типа земель по отношению к общей площади бассейна, %
<b>Антропогенные</b>	<b>6247,93</b>	<b>18,85</b>
Сельскохозяйственные земли	3427,38	10,34
Неиспользуемые сельскохозяйственные земли	181,65	0,55
Карьеры	14,68	0,04
Лесопосадки	41,28	0,12
Рубки	685,18	2,07
Рисовые поля	463,70	1,40
Населенные пункты	953,48	2,88
Промышленные объекты	480,58	1,45
<b>Природные</b>	<b>26898,27</b>	<b>81,15</b>
Лесные земли	25752,96	77,70
Луга	660,48	1,99
Редколесья	213,40	0,64
Водные объекты	271,43	0,82
<b>Общая площадь бассейна</b>	<b>33146,20</b>	<b>100</b>

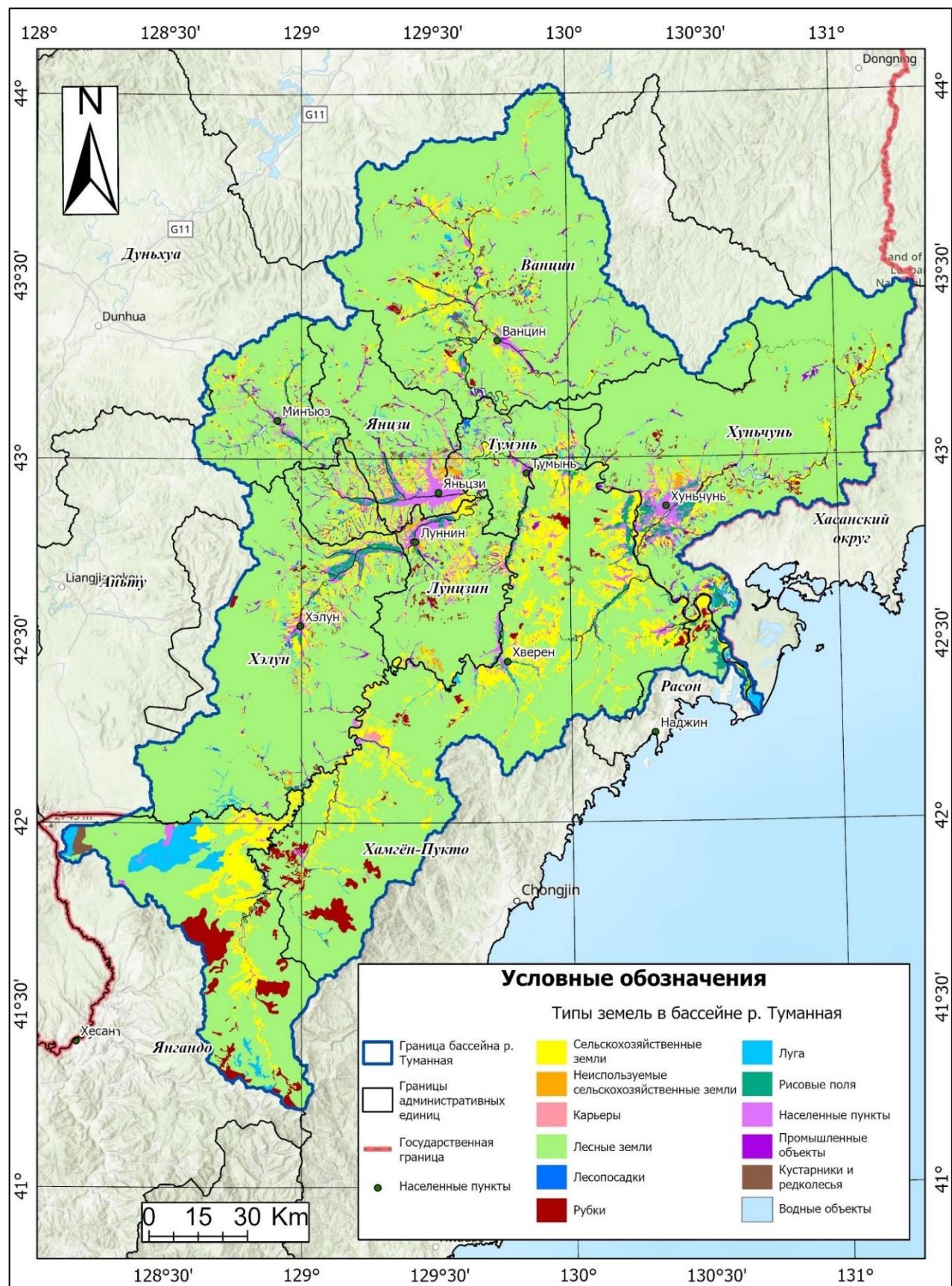


Рисунок 2. Структура использования земель в бассейне р. Туманная  
[Маслова, 2022]

На долю китайской части бассейна приходится 48,67% сельскохозяйственных земель, на долю корейской части – 51,33%. В целом сельскохозяйственные земли занимают 10,34% от общей территории бассейна. Рисовые чеки преимущественно (70%) находятся на территории Китая. В российской части бассейна земли сельскохозяйственного назначения дешифрированы не были. Карьеры были преимущественно классифицированы для территории КНДР – 73,9%, в КНР – 18,9%, в России – 0,02%. В отличие от большинства типов использования земель, карьеры расположены преимущественно на территории КНДР – 73,9%.

Для более подробного пространственного анализа в бассейне р. Туманная были использованы два вида территориальных единиц: природные (система малых водосборных бассейнов) и административно-территориальные. На основе цифровой модели рельефа с помощью инструментов геопространственного анализа была построена цифровая модель системы водотоков и бассейнов р. Туманная. Для дальнейшего анализа общий бассейн реки был разделен на бассейны притоков I-го, II-го и III-го порядков. Бассейны, которые находятся на пересечении государственных границ, были разделены по линии государственной границы. Таким образом, всего для анализа были сгенерированы 25 бассейнов (рис. 3).



Рисунок 3. Схема деления бассейна р. Туманная на бассейны притоков I-го, II-го и III-го порядка.

Общее количество единиц административно-территориального деления, которые расположены на территории бассейна р. Туманная, составляет 11 (рис.1, табл. 1). В рамках двух систем деления территории произведены количественная

оценка пространственной и типологической сложности структуры использования земель и расчет показателей ЭХБ. Для Хасанского МО расчеты выполнены как в пределах границы бассейна р. Туманная, так и в общих границах округа.

В результате количественной оценки составлены результирующие таблицы основных показателей сложности и ЭХБ для природного (табл. 4) и административно-территориального (табл. 5) деления. По некоторым из изученных показателей произведено ранжирование территории согласно границам малых водосборов и административно-территориальному делению в границах бассейна р. Туманная (рис. 4).

Таблица 4 – Расчетные данные показателей количественной оценки структуры использования земель и показателей ЭХБ в пределах бассейнов притоков р. Туманная [Маслова, 2023]

Номер бассейна	Индекс дробности (k)	Коэффициент сложности ( $K_{\text{слож}}$ )	Энтропийная мера сложности (H)	Максимально возможная сложность ( $H_{\text{max}}$ )	Абсолютная организация ( $H_1$ )	Выравненность рангового распределения (E)	Относительная организация (R)	Коэффициент раздробленности (K)	Индекс Маргальефа ( $D_{\text{mg}}$ )	Коэффициент естественной защищенности ( $K_{\text{эз}}$ )
1_1	0,42	177,17	4,40	8,72	4,33	0,50	0,50	0,24	61,00	0,839
1_2	0,32	137,36	4,74	8,74	4,01	0,54	0,46	0,23	59,34	0,772
1_3	0,98	29,36	2,18	4,91	2,72	0,45	0,55	3,33	8,47	0,945
2	0,29	196,40	3,43	9,41	5,98	0,36	0,64	0,15	87,55	0,865
3	0,07	3,79	0,43	5,75	5,33	0,07	0,93	1,85	7,98	0,980
4	0,35	131,02	2,93	8,55	5,62	0,34	0,66	0,27	53,59	0,889
5	0,38	94,79	3,38	7,96	4,58	0,42	0,58	0,40	38,25	0,879
6_1	0,26	132,43	1,67	8,99	7,32	0,19	0,81	0,20	67,03	0,928
6_2	0,37	237,57	4,87	9,33	4,47	0,52	0,48	0,16	86,23	0,842
7	0,24	24,37	3,28	6,66	3,37	0,49	0,51	0,99	16,56	0,847
8	0,21	29,98	0,89	7,17	6,28	0,12	0,88	0,69	21,87	0,965
9	0,15	22,15	0,53	7,17	6,64	0,07	0,93	0,69	20,90	0,978
10	0,12	19,44	1,28	7,29	6,00	0,18	0,82	0,64	21,73	0,935
11	0,21	177,20	1,80	9,74	7,94	0,19	0,81	0,12	102,58	0,939
12	0,36	461,43	4,09	10,31	6,22	0,40	0,60	0,08	155,62	0,845
13	0,39	441,75	4,19	10,15	5,96	0,41	0,59	0,09	142,33	0,836
14	0,07	5,61	0,33	6,36	6,03	0,05	0,95	1,22	11,42	0,987
15_1	0,11	2,94	0,83	4,75	3,93	0,17	0,83	3,70	4,72	0,977
15_2	0,06	2,99	1,79	5,73	3,93	0,31	0,69	1,89	7,60	0,910
16	0,11	30,42	0,72	8,07	7,34	0,09	0,91	0,37	34,38	0,877
17	0,10	16,99	2,04	7,39	5,36	0,28	0,72	0,60	22,52	0,926
18	0,10	6,38	1,66	5,95	4,29	0,28	0,72	1,61	9,53	0,894
19	0,12	6,32	1,35	5,75	4,40	0,24	0,76	1,85	8,64	0,928
20	0,28	29,25	2,81	6,69	3,88	0,42	0,58	0,97	17,31	0,858
21	0,12	7,00	1,03	5,88	4,86	0,17	0,83	1,69	9,34	0,956
Ср.zn.	0,25	96,96	2,27	7,50	5,23	0,29	0,71	0,96	43,06	0,9

Индекс дробности показывает среднее количество контуров на выделенную территорию исследования. Среднее значение индекса для малых водосборов составляет 0,28. Максимальное значение характерно для наименьшего по площади бассейна в пределах российской части, что определено его близостью к государственной границе. Сложность структуры использования

земель прямо пропорциональна количеству выделенных полигонов и обратно пропорциональна их среднему размеру. Среднее значение коэффициента сложности природно-хозяйственного рисунка, характеризующегося пространственной мозаикой полигонов различных типов использования земель в пределах рассматриваемой территории, составляет 166,84 среди малых водосборов. Наибольшие значения отмечаются для бассейнов в пределах КНР и КНДР, наибольших по площади и с наибольшим количеством полигонов. Наибольшие значения коэффициента сложности среди АТЕ характерны для городских уездов Лунцзин (374,7), Ванцин (350,1) и Хуньчунь в Китае, и в провинции КНДР Хамген-Пукто (226,02). Аналогично бассейновому делению, высокие значения коэффициента присущи административно-территориальным единицам с наибольшими площадями и количеством полигонов, что подтверждает прямую зависимость коэффициента сложности от количества морфологических единиц. Менее сложная структура использования земель свойственна наименьшему по площади Хасанскому округу в пределах бассейна.

Таблица 5 – Основные показатели количественной оценки структуры использования земель и показатели ЭХБ в пределах административных единиц бассейна р. Туманная

ATE	Индекс дробности (k)	Коэффициент сложности ( $K_{\text{слож}}$ )	Энтропийная мера сложности (H)	Максимально возможная сложность ( $H_m$ )	Абсолютная организация ( $H_1$ )	Выравненность рангового распределения (E)	Относительная организация (R)	Коэффициент раздробленности (K)	Индекс Маргалефа ( $D_{mg}$ )	Коэффициент естественности ( $K_{es}$ )
<b>Хасанский МО (весь)</b>	0,40	662,50	4,35	10,69	6,34	0,41	0,59	0,06	198,35	0,965
<b>Хасанский МО в пределах бассейна</b>	0,45	7,72	1,77	4,09	2,32	0,43	0,57	5,88	4,42	0,973
<b>Аньту</b>	0,29	129,04	1,89	8,82	6,92	0,21	0,79	0,22	60,92	0,908
<b>Ванцин</b>	0,20	250,08	1,85	10,67	8,46	0,18	0,82	0,08	144,67	0,933
<b>Лунцзин</b>	0,41	374,67	4,25	9,84	5,57	0,43	0,57	0,11	117,65	0,825
<b>Тумэнь</b>	0,38	152,20	2,98	8,67	5,66	0,34	0,66	0,25	57,24	0,865
<b>Хуньчунь</b>	0,22	245,48	2,74	9,60	7,40	0,27	0,73	0,09	131,76	0,908
<b>Хэлун</b>	0,22	212,88	2,06	9,94	7,88	0,21	0,79	0,10	116,26	0,922
<b>Янцзи</b>	0,31	169,66	3,34	9,10	5,74	0,37	0,63	0,18	72,55	0,816
<b>Расон</b>	0,38	43,98	3,70	6,91	3,17	0,54	0,46	0,85	20,21	0,804
<b>Хамген-Пукто</b>	0,18	226,02	3,87	10,34	6,43	0,38	0,62	0,08	141,88	0,875
<b>Янгандо</b>	0,09	23,56	2,63	8,13	5,46	0,32	0,68	0,37	33,66	0,883
<b>Среднее в пределах бассейна</b>	<b>0,28</b>	<b>166,84</b>	<b>2,83</b>	<b>8,74</b>	<b>5,92</b>	<b>0,34</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>81,93</b>	<b>0,89</b>

Показатель энтропийной меры сложности (общего разнообразия) отражает вероятность смены типа землепользования другим. Чем выше значение показателя, тем выше разнообразие. Среднее значение для всего бассейна р. Туманная составляет 2,27 для природного деления и 2,83 для административного деления. Максимальное значение характерно для приграничного бассейна №6\_2

на территории КНДР – 4,87. Значение выше 4,0 отмечено для малых водосборов во внутренней части бассейна (бассейны №1\_1, №1\_2, №12, №13), расположенных в непосредственной близости к основному руслу реки и ее притоков, в равнинной и среднегорной местности. Для них характерно большое количество полигонов и высокая средняя площадь полигонов. Значения показателя выше среднего (2,83) отмечаются в пределах уездов Лунцзин, Янцзи, Тумэнь, Хуньчунь, провинции Хамген-Пукто и города особого подчинения Расон, для которых характерна наибольшая освоенность и наименьшая однородность. По периферии бассейна находятся административные территории с наименьшим значением данного показателя с преобладанием доли лесных земель, и Хасанский МО в пределах бассейна с преимуществом лесных земель и лугов в структуре использования земель, что говорит о меньшей вероятности смены типов использования земель. В свою очередь, значение показателя для всего округа составляет 4,35, наравне с максимальными значениями энтропии.

Коэффициент раздробленности позволяет оценить средний размер площади конкретного типа земель относительно площади исследуемой территории. Наибольшее значение данного показателя, указывающего на большую раздробленность, характерно для бассейна №15\_1 в юго-западной части КНР (3,7) и бассейна №1\_3 в пределах территории РФ (3,3). Оба являются разделенными государственной границей частями бассейнов определенного порядка. Это объясняет разорванность и раздробленность многих полигонов, в том числе государственной границей. Среди АТЕ максимальное значение коэффициента также характерно для российской части бассейна (5,88). Наименьшее значение коэффициента (0,08) присуще самым большим административным единицам на периферии бассейна – уезду Ванцин в КНР и провинции Хамген-Пукто в КНДР. Эти АТЕ отличаются высокими значениями средней площади полигона и однородностью структуры землепользования.

Оценка разнообразия структуры использования земель осуществлялась с помощью Индекса Маргалефа, который показывает число и частоту встречаемости типов использования земель в пределах территории. Чем выше значение индекса, тем выше разнообразие. Среднее значение индекса при бассейновом делении составляет 44,74. Максимальные значения характерны для бассейнов в КНР, отличающихся высоким разнообразием, сложностью и раздробленностью структуры земель. Высокие значения индекса (более 115) отмечены для городских уездов Ванцин, Хуньчунь, Лунцзин и Хэлун в Китае, и провинции Хамген-Пукто в пределах КНДР (табл. 5). Им присущи высокая сложность и низкая раздробленность. Низкое значение индекса (4,42) свидетельствует о наименьшем разнообразии в российской части бассейна, что нельзя сказать обо всей площади Хасанского МО со значением индекса 198,35.

Таким образом, на основе анализа количественных показателей пространственной и типологической структуры использования земель трансграничного бассейна р. Туманная можно отметить достаточно высокий уровень ее разнообразия, дробности и сложности. Значения показателей выше среднего характерны для более освоенных и развитых районов бассейна,

преимущественно в припойменной части притоков и русла р. Туманная. Для российской части характерна высокая раздробленность в силу ее наименьшей площади и близости государственной границы. Периферийная часть бассейна, которая находится в более возвышенной части и менее подвержена антропогенному воздействию, отличается меньшим разнообразием и раздробленностью структуры землепользования.

Расчет показателей ЭХБ выполнен как для бассейнов притоков р. Туманная, так и в пределах административно-территориальных единиц. Согласно методике Б. И. Кочурова [1999, 2003], типы использования земель были разделены на шесть групп с соответствующим баллом, согласно с испытываемой ими антропогенной нагрузкой (АН). Группировка земель по степени АН позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях – с помощью коэффициентов абсолютной ( $K_a$ ) и относительной ( $K_o$ ) напряженности эколого-хозяйственной ситуации территории, которые показывают соотношение площадей земель с высокой и низкой АН. Для комплексной оценки территории используется коэффициент естественной защищенности  $K_{ez}$ . Он определяется как отношение площади земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ( $P_{CF}$ ) к общей площади территории ( $P_0$ ), где  $P_1, P_2, P_3, P_4$  – земли с условной оценкой степени АН от 1-го до 4-х баллов (табл. 2).

Значение интегрального коэффициента  $K_{ez}$ , отражающего устойчивость природно-антропогенной территории, измеряется от 0 до 1. Среднее значение коэффициента в системе природного деления бассейна р. Туманная составляет 0,9. Наименьшим значением  $K_{ez}$  обладает приграничный бассейн №1\_2 (0,772) на территории КНДР, наибольшим – бассейн №14 (0,987) в высокогорной части в пределах КНР. В целом, среднее значение коэффициента естественной защищенности для корейской части составляет 0,881, для китайской – 0,917. Для АТЕ в пределах бассейна не отмечено  $K_{ez}$  ниже 0,5, что говорит о недостижении критического уровня защищенности территории, территория экологически стабильна. Наименьшее значение коэффициента (рис. 4) отмечено в уезде Янцзи в КНР (0,816), наибольшее – в Хасанском МО РФ (0,973).

На основании расчетов показателей ЭХБ можно сделать вывод о достаточно высоком уровне естественной защищенности территории бассейна р. Туманная. Для всего бассейна характерна высокая доля естественных и мало затронутых хозяйственной деятельностью земель. При этом отмечается большая освоенность пойменной части основных притоков и русла р. Туманная в центральной части бассейна. По сравнению с периферийной частью, занятой горной местностью и менее подверженной антропогенному воздействию, эти территории испытывают значительно большую антропогенную нагрузку и обладают меньшей относительной устойчивостью. Преимущественно для АТЕ в пределах Китая отмечается пониженное значение  $K_{ez}$ , на что нужно обратить внимание для рационального и устойчивого развития территории.

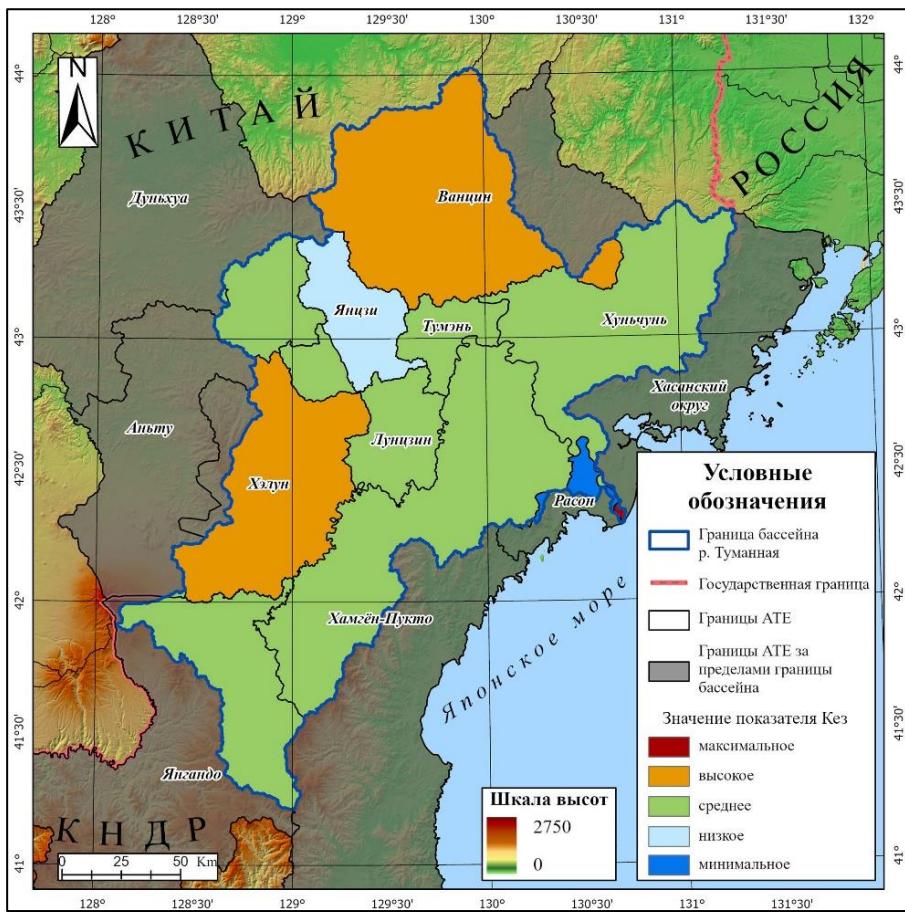


Рисунок 4.  
Ранжирование  
территории бассейна  
по значению  
коэффициента  
естественной  
защищенности ( $K_{e3}$ )  
в пределах  
административно-  
территориальных  
единиц [Маслова,  
2024]

Корреляционный анализ взаимосвязи количественных показателей сложности и показателей ЭХБ в пределах территории бассейна р. Туманная показал сильную пропорциональную зависимость коэффициента сложности и индекса Маргалефа от площади бассейна. Также отмечается сильная прямая пропорциональная зависимость Энтропийной меры сложности и индекса Маргалефа от коэффициента сложности – чем больше последний, тем выше значение указанных показателей. Коэффициент естественной защищенности находится в прямой пропорциональной зависимости от относительной организации (производная от энтропийной меры сложности), и в меньшей степени от коэффициента раздробленности и коэффициента сложности.

**Глава 4. Направления межгосударственного сотрудничества в трансграничном бассейне р. Туманная.** Глава посвящена изучению проблем межгосударственного взаимодействия в трансграничных речных бассейнах и разработке рекомендаций для совместного развития территории бассейна р. Туманная. Изучены особенности создания нормативно-правовой базы для сотрудничества государств в пределах речных бассейнов [Колосов, 1991; Wolf et al., 2003; Чибилёв, 2008; Рысбеков, 2009; Корытный, 2010; Сивохип, 2013, 2022; Осодоев, 2013; Lee, 2015; Винокуров и др., 2018; Фролова, 2018; Айраксинен, 2020; Раткович и др., 2021; Красноярова, 2022; Лебедев Д., 2025]. Установлено, что для большинства таких трансграничных территорий не существует полноценного инструментария для регулирования сотрудничества, водопотребления, использования водных ресурсов, строительства технических

сооружений, антропогенного воздействия и пр., что зачастую приводит к возникновению конфликтов в области природопользования.

Изучена специфика трансграничной территории в бассейне р. Туманная, в том числе экологическое и социально-экономическое состояние, исторические и политические особенности региона. Был выбран ряд показателей/индикаторов и произведено вычисление трансграничных градиентов между территорией КНР и РФ (табл. 6), методика расчета которых предложена и представлена в ряде работ [Ганзей, 2004, 2005; Бакланов, Ганзей, 2008].

Таблица 6 – Трансграничные градиенты по социально-экономическим показателям Хасанского МО и городских уездов Яньбань-Корейского автономного округа (ЯКАО) (составлено автором по данным [Приморский край. Муниципальные образования, 2021; Jilin Statistical Yearbook, 2021]) на 2020 г.

Показатели	Хасанский МО (абсолютное значение)	Аньту/ Хасанский МО	Ванцин/ Хасанский МО	Лунцзин/ Хасанский МО	Тумэн/ Хасанский МО	Хуньчунь/ Хасанский МО	Хэлун/ Хасанский МО	Янцизи/ Хасанский МО	Уезды ЯКАО/ Хасанским МО
Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	<u>4,13</u> 1	<u>7,14</u> 1,73	<u>10,9</u> 2,66	<u>2,19</u> 0,53	<u>1,05</u> 0,25	<u>3,04</u> 0,74	<u>5,35</u> 1,30	<u>1,73</u> 0,42	<u>31,47</u> 7,62
Население, тыс. чел.	<u>30,4</u> 1	<u>191,9</u> 6,31	<u>213,0</u> 7,01	<u>147,4</u> 4,85	<u>104,6</u> 3,44	<u>225,5</u> 7,42	<u>160,1</u> 5,27	<u>557,8</u> 18,35	<u>1600,3</u> 52,64
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	<u>7,37</u> 1	<u>26,89</u> 3,65	<u>19,41</u> 2,63	<u>67,28</u> 9,13	<u>100</u> 13,57	<u>74,15</u> 10,06	<u>29,91</u> 4,06	<u>312,97</u> 42,47	<u>50,84</u> 6,9
Объем промышленного производства, млрд. руб.	<u>2,23</u> 1	<u>46,51</u> 20,86	<u>63,03</u> 28,27	<u>37,27</u> 16,71	<u>29,88</u> 13,40	<u>10,69</u> 4,79	<u>39,11</u> 17,54	<u>36,89</u> 16,65	<u>263,37</u> 118,1
Оборот розничной торговли, млрд. руб.	<u>0,048</u> 1	<u>10,66</u> 223,41	<u>17,34</u> 363,45	<u>9,49</u> 198,96	<u>8,47</u> 177,54	<u>34,30</u> 718,97	<u>14,20</u> 297,77	<u>234,14</u> 4908,66	<u>328,59</u> 6888,76
Площадь посевых площадей, тыс. га	<u>0,784</u> 1	<u>35,45</u> 45,22	<u>55,66</u> 70,99	<u>28,33</u> 36,13	<u>10,55</u> 13,46	<u>35,98</u> 45,89	<u>30,86</u> 39,36	<u>16,66</u> 21,24	<u>213,48</u> 272,29
Валовая стоимость с/х производства, млрд руб.	<u>0,35</u> 1	<u>12,52</u> 35,77	<u>21,83</u> 62,37	<u>8,64</u> 24,69	<u>3,22</u> 9,20	<u>11,27</u> 32,20	<u>9,08</u> 25,94	<u>7,81</u> 22,31	<u>74,37</u> 212,49
Производство мяса, тыс. тонн	<u>0,127</u> 1	<u>4,69</u> 36,93	<u>6,87</u> 54,09	<u>12,46</u> 98,11	<u>3,08</u> 24,25	<u>6,29</u> 49,53	<u>8,67</u> 68,27	<u>4,92</u> 38,74	<u>46,98</u> 369,92

Примечание: в числителе курсивом дано абсолютное значение показателя, в знаменателе дано значение соотношения (например, 1:1,73 для показателя «площадь» между Хасанским МО и Аньту)

Трансграничные градиенты наиболее ярко отражают значительное превосходство китайских городских уездов по численности населения. Для городских уездов Лунцзин, Тумэнь, Хуньчунь, Янцизи характерны значения показателей выше, чем в Хасанском МО, при их значительно меньшей площади. Так, на 30,4 тыс. человек Хасанского МО приходится 557,8 тыс. человек в уезде Янцизи (градиент 1 : 18). Наибольший трансграничный градиент также с уездом Янцизи по плотности населения (1 : 42) и по объему промышленного производства (1 : 165,5). Упомянутые небольшие уезды концентрируют значительную часть

населения, промышленности и сферы услуг (в том числе торговлю), что предполагает высокий уровень антропогенного воздействия и возможных загрязнений. Они расположены в равнинных участках в долинах рек и на низкогорьях, эти же территории с помощью анализа структуры использования земель были определены как наиболее освоенные и требующие повышенного внимания с точки зрения природопользования.

Трансграничный градиент между российской и китайской частью по площади сельскохозяйственных угодий составляет 1:272, наибольший градиент с уездом Ванцин – 1:70,9. По общей стоимости продукции сельского хозяйства (растениеводства и животноводства) общий трансграничный градиент российской части к уездам КНР составляет 1:212. Соотношение Хасанского МО к уезду Ванцин составляет 1:62.

Из-за отсутствия данных по территории КНДР была предпринята попытка рассчитать возможные значения валовой стоимости продукции растениеводства в корейской части бассейна. С этой целью для всех уездов КНР в бассейне была вычислена средняя площадь сельскохозяйственных земель (между картографированным значением и статистическими данными), включая рисовые чеки. В силу значительно меньшей площади сельскохозяйственных земель в Хасанском МО по сравнению с другими административными единицами округа был исключен из расчетов. Далее рассчитана удельная валовая стоимость продукции на 1 км<sup>2</sup> средней площади сельскохозяйственных земель в АТЕ китайской части бассейна (табл. 7). Среднее значение удельной валовой стоимости продукции растениеводства на китайской территории составило 22,7 млн/км<sup>2</sup> и было экстраполировано на территорию КНДР в бассейне р. Туманная.

Таблица 7 – Продуктивность посевных площадей на территории КНР и расчетные данные для КНДР

АТЕ	Площадь округа/уезда, км <sup>2</sup>	Площадь с/х угодий, км <sup>2</sup>	Доля от площади АТЕ	Картографированная площадь с/х земель, км <sup>2</sup>	Доля от площади АТЕ	Средняя площадь с/х угодий, км <sup>2</sup>	Валовая стоимость продукции растениеводства, млн руб.	Валовая стоимость продукции растениеводства на единицу площади, млн руб. на 1 км <sup>2</sup>
Аньту	7141,90	354,54	4,96	129,4	1,81	242,0	9009,8	37,2
Ванцин	8820,68	556,55	6,31	677,5	7,68	617,0	16647,5	27,0
Лунцзин	2192,50	283,26	12,92	311,2	14,20	297,2	4152,3	14,0
Тумэнь	1046,72	105,51	10,08	112,6	10,75	109,0	1651,9	15,2
Хуньчунь	5201,88	359,76	6,92	374,8	7,20	367,3	6961,3	19,0
Хэлун	5357,41	308,59	5,76	242,5	4,54	275,6	4200,2	15,2
Янцзи	1733,79	166,55	9,61	181,0	10,44	173,8	5486,3	31,6
Расон	311,28	-	-	79,8	25,63	79,8	1813,5**	22,7*
Хамген-Пукто	6990,82	-	-	1434,4	20,52	1434,4	32602,3**	
Янгандо	3140,87	-	-	478,6	15,24	478,6	10878,9**	

\* – среднее значение по китайской территории

\*\* – расчетное значение (см. текст)

В результате получены значения валовой стоимости продукции растениеводства для корейской части бассейна. Согласно расчетам, можно

предположить, что в городе особого подчинения Расон валовая стоимость продукции растениеводства может составлять 1,8 млрд руб. при площади с/х земель в 79,8 км<sup>2</sup>. Соответственно, для провинции Хамген-Пукто стоимость может составлять 32,6 млрд руб. (на 1434,4 км<sup>2</sup>) и для провинции Янгандо – 10,8 млрд руб. (на 478,7 км<sup>2</sup>).

Таким образом, расчетные трансграничные градиенты валовой стоимости продукции растениеводства в бассейне р. Туманной могут выглядеть следующим образом. Градиент между городскими уездами КНР и провинциями КНДР равен соотношению 1:1,06. Соотношение уезда Ванцин (с наибольшей стоимостью производства) к провинции Хамген-Пукто составляет 1:1,9. При очень близком значении стоимости продукции растениеводства в КНР и КНДР, распределяется она по-разному за счет более крупного административно-территориального деления в КНДР и значительно большей доли сельскохозяйственных земель в структуре землепользования. Для сравнения, трансграничный градиент между Хасанским МО и городскими уездами КНР составляет 1:239, а между Хасанским МО и провинциями КНДР – 1:225.

Значения показателей социально-экономического развития в китайской части бассейна значительно превосходит значения российской территории. По расчетным данным о стоимости продукции растениеводства в корейской части бассейна р. Туманная можно предположить, что уровень антропогенного воздействия, оказываемого здесь на сельскохозяйственные земли не меньше (возможно, даже больше), чем воздействие на китайской территории. Соответственно, уровень антропогенной нагрузки от сельского хозяйства на бассейн р. Туманная и ее воды с корейской территории сопоставим с воздействием на китайской территории. Воздействие в зарубежной части бассейна влияет на сток реки в бассейн зал. Петра Великого, что требует дополнительного исследования.

Предполагаемые рассчитанные показатели и трансграничные градиенты для корейской части также подтверждают диспропорции в освоении территории бассейна и указывают на большее антропогенное воздействие на нее с территорий КНР и КНДР.

В заключительной части исследования были проанализированы планы и перспективы сотрудничества КНР, КНДР и РФ и окружающих стран АТР [Захарова, 2015, 2020, 2023; Севастьянов, 2015; Батырь, 2018; Z. Lihua, 2019; Q. Chen, 2020; D. Xiuhua, 2021; M. Ji, 2023; Забровская, 2024, и др.], изучен проект «Туманган» и его трансформация в течение 30 лет [Бакланов, 2007; Бурлаков, 2007; Врадий, 2007; Гайкин, 2008; Гулидов 2012; Каширская, 2014; Ван Бин, 2016; Ващук 2016; Холоша, 2016; Ткачено, 2017; Бардаль и др., 2018; Бейдина, 2021; Zabrovskaya, 2022, и др.]. Выявлено, что в настоящее время перспективными направлениями международных взаимодействий в бассейне р. Туманная являются сельское хозяйство, природоохранная и рекреационная деятельность, развитие транспортной инфраструктуры, водопользование.

Для развития трансграничного сотрудничества в области природопользования и природоохранной деятельности в бассейне р. Туманная сформулированы следующие положения:

- создание единой российско-китайской сети гидропостов для измерения объема и качества воды;
- организация совместных исследований тенденций изменений водности и качества воды трансграничной р. Туманной и ее крупных притоков;
- согласование методик исследований, инвентаризация состояния экосистем в пограничной части бассейна, изучение состояния гидробионтов реки;
- создание и отработка системы обмена информацией о состоянии экосистем и качестве речной воды;
- регулирование промысла водных биоресурсов в водах р. Туманная и ее притоков, а также воспроизводство рыбных запасов в водоемах;
- создание системы оповещения и предупреждения, а также проведения совместных исследований по предотвращению или смягчению влияния наводнений и чрезвычайных ситуаций техногенного характера;
- разработка мер по предотвращению загрязнения и нарушения среды обитания редких видов, а также организация обмена опытом в сфере охраны трансграничной реки и развитие системы трансграничных ООПТ.

Хозяйственная деятельность требует как особого внимания каждого государства отдельно, так и совместных усилий на международном уровне для разработки мероприятий по устойчивому развитию территории. Отмечено, что в пределах бассейна р. Туманная, как и для многих других трансграничных бассейнов, не существует международного трехстороннего документа, регулирующего отношения между КНР, КНДР и РФ. Предполагается, что проект «Туманган» может являться прототипом и основой разработки мер по устойчивому и сбалансированному развитию территории бассейна р. Туманная.

## ВЫВОДЫ

1. Составлена карта использования земель в бассейне р. Туманная по состоянию на 2020 г. Общая площадь бассейна составляет 33114,47 км<sup>2</sup>. Значительную долю занимают лесные земли – 25752,96 км<sup>2</sup> (77,77%). Территория КНР занимает 71% от площади бассейна реки. На часть КНР приходится 72,2% лесных земель, КНДР – 27,7%, РФ – 0,06%. Рубки распределяются следующим образом: в Китая находится 77,7%, в Корее – 22,3%, в России – 0,02%. На долю китайской части бассейна приходится 48,67% сельскохозяйственных земель, в корейской части – 51,33%. В целом сельскохозяйственные земли занимают 10,34% от общей площади бассейна. Рисовые чеки преимущественно (70%) находятся на территории Китая. Карьеры в большей мере расположены на территории КНДР – 73,9%.

2. Произведена количественная оценка сложности структуры использования земель и расчет показателей ЭХБ в пределах бассейнов притоков I-го, II-го и III-го порядков (всего 25) и в границах административно-

территориальных единиц КНР, КНДР и РФ (всего 11). В результате отмечен достаточно высокий уровень разнообразия, дробности и сложности пространственно-типологической структуры использования земель в бассейне р. Туманная. Значения показателей выше среднего характерны для более освоенных и развитых районов бассейна, преимущественно в припойменной части притоков и русла р. Туманная. Более крупные бассейны и АТЕ отличаются большим разнообразием и сложностью структуры использования земель в связи с большим количеством выделенных полигонов и их большей средней площадью. Для российской части (Хасанский МО) и города Расон (КНДР) характерна высокая раздробленность природно-хозяйственного рисунка за счет наименьшей площади АТЕ и их близости к государственной границе. Периферийная часть бассейна, которая находится в орографически более возвышенной части и менее подвержена антропогенному воздействию, отличается меньшими значениями показателей разнообразия и раздробленности.

3. Согласно значению интегрального коэффициента  $K_{ez}$ , бассейн р. Туманная характеризуется достаточно высоким уровнем естественной защищенности его территории. Отмечается относительная устойчивость территории трансграничного бассейна и преобладание в общей площади земель с низкой и средней антропогенной нагрузкой. Для бассейна в целом характерна высокая доля естественных и мало затронутых хозяйственной деятельностью земель. Отмечается большая освоенность пойменной части основных притоков и русла р. Туманная в центральной части бассейна по сравнению с периферийной частью, занятой горной местностью и менее подверженной антропогенному воздействию. Преимущественно для АТЕ в пределах Китая отмечается пониженное значение  $K_{ez}$ , на что нужно обратить внимание для рационального и устойчивого развития территории.

4. Изучена специфика трансграничного региона на основе расчета трансграничных градиентов по десяти показателям, отражающим экономическое, социальное и экологическое состояния городских уездов Яньбань-Корейского АО КНР и Хасанского МО РФ. Определено, на сколько значения показателей социально-экономического развития китайской части бассейна превосходят значения показателей на рассматриваемой российской части. Предположительные показатели и градиенты, рассчитанные для корейской территории на основе данных о сопредельной территории КНР, также подтверждают диспропорции в освоении территории бассейна и указывают на большее антропогенное воздействие в китайской и корейской частях.

5. Определены несколько приоритетных направлений для развития международных отношений в пределах трансграничного бассейна р. Туманная: сельское хозяйство (в частности регулирование контроля за загрязнением от его воздействия); природоохранная и рекреационная деятельность; транспортная инфраструктура. Хозяйственная деятельность требует как особого внимания каждого государства отдельно, так и совместных усилий на международном уровне для разработки мероприятий по устойчивому развитию территории. Необходимо разработать трехсторонний документ, определяющий цели, задачи,

формы и методы сотрудничества КНР, КНДР и РФ в пределах трансграничного бассейна р. Туманная. Предполагается, что проект «Туманган» может являться прототипом и основой разработки мер по устойчивому и сбалансированному развитию территории р. Туманная.

**Список опубликованных работ по теме диссертации в рецензируемых журналах из списка ВАК:**

1. **Маслова М. Н.** Структура использования земель бассейна реки Туманная / М. Н. Маслова // Успехи современного естествознания. – №8. – 2022. – С. 52–58.
2. **Маслова М. Н.** Количественный анализ эколого-хозяйственного баланса и структуры использования земель бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Геосистемы переходных зон. Геоэкология. Геоинформатика, картография. – 2023. – №7(3). – С. 316–330.
3. Музыченко Т. К., Бочарников В. Н., **Маслова М. Н.** Пространственная структура системы расселения и природно-хозяйственного освоения территории Тихоокеанской России (на примере модельных поселений) / Т. К. Музыченко, В. Н. Бочарников, М. Н. Маслова // Тихоокеанская география. – 2024. – № 4. – С. 64–73.

**Прочие публикации:**

4. **Маслова М. Н.** Особенности изучения землепользования на трансграничной территории бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Региональная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам: материалы конференции (Владивосток, 15–30 апреля 2021 г.). – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет. – 2021. – С. 49–51.
5. **Маслова М. Н.** Современная структура землепользования бассейна реки Туманная / М. Н. Маслова // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке: сб. научных статей молодых ученых. – Владивосток, ТИГ ДВО РАН. – 2022. – с. 28–36.
6. **Маслова М. Н.** Количественный анализ структуры использования земель бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: материалы XIV Международной ландшафтной конференции (Воронеж, 17–21 мая 2023 г.). – Воронеж: Издательский дом ВГУ. – 2023. – С. 263–265.
7. **Маслова М. Н.** Количественный анализ сложности и разнообразия структуры использования земель бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Проблемы устойчивого развития региона: материалы Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием (г. Улан-Удэ, 29 июня – 4 июля 2023 г.): [электронный ресурс]. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2023. – С. 33–37.
8. **Маслова М. Н.** Оценка эколого-хозяйственного баланса в пределах административных единиц бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Современные

проблемы регионального развития: материалы X Всероссийской научной конференции с международным участием (Биробиджан, 20–22 мая 2024 г.). – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН. – 2024. – С. 14–17.

9. **Маслова М. Н.** Количественная оценка структуры использования земель в пределах административных единиц бассейна р. Туманная / М. Н. Маслова // Географические знания и вызовы нового времени: материалы XXI научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (с международным участием) (г. Иркутск – г. Байкальск, 20-24 августа 2024 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2024. – С. 67–70.

10. Музыченко Т. К., Бочарников В. Н., **Маслова М. Н.** Геопространственный анализ освоения ключевых прибрежных поселений Дальнего Востока / Т. К. Музыченко, В. Н. Бочарников, М. Н. Маслова // Современные проблемы ландшафтования и геоэкологии: материалы VII Международной научной конференции, посвященной 90-летию кафедры географической экологии Белорусского государственного университета (Минск, 11–15 ноября 2024 г.). – Минск: БГУ. – 2024. – С. 144–149.

11. **Соболькова М. Н.** Корреляционный анализ показателей сложности структуры использования земель трансграничного бассейна р. Туманная / М. Н. Соболькова // Геосистемы Северо-восточной Азии: природные, социальные и хозяйствственные системы: сборник научных статей. – Владивосток: [б. и.] – 2025. – с. 240–245.

---

СОБОЛЬКОВА Марина Николаевна

ТРАНСГРАНИЧНАЯ ГЕОСИСТЕМА БАССЕЙНА РЕКИ ТУМАННАЯ:  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ  
СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата географических наук

Подписано к печати 12.12.2025 г.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,4. Тираж 100 экз. Заказ 404.

Отпечатано:  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН.  
690041, г. Владивосток. ул. Радио, д. 7.