

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский институт географии
Дальневосточного отделения Российской академии наук

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН,
доктор географических наук
Ганзей Кирилл Сергеевич

Владивосток – 2025

Содержание

| | |
|---|-----------|
| Введение | 4 |
| Глава 1. Физико-географическая и социально-экономическая характеристика бассейна р. Туманная | 11 |
| 1.1. Физико-географическая характеристика бассейна р. Туманная | 11 |
| 1.1.1. Географическое положение | 11 |
| 1.1.2. Тектоника, геологическое строение, рельеф | 12 |
| 1.1.3. Гидрометеорологическая характеристика | 15 |
| 1.1.4. Почвенный покров | 18 |
| 1.1.5. Растительность и животный мир | 19 |
| 1.1.6. Ландшафты и физико-географическое районирование | 22 |
| 1.2. Современная социально-экономическая характеристика и природопользование | 26 |
| 1.2.1. Общая социально-экономическая характеристика территории | 26 |
| 1.2.2. Население | 32 |
| 1.2.3. Водные ресурсы и современное состояние вод р. Туманная | 33 |
| 1.2.4. Рекреационная деятельность и охраняемые территории | 35 |
| Глава 2. Теоретические и методические аспекты изучения трансграничных речных бассейнов | 41 |
| 2.1. Понятие землепользования | 41 |
| 2.2. Подходы к классификации типов использования земель | 42 |
| 2.3. Теоретические основы изучения трансграничных речных бассейнов | 44 |
| 2.3.1. Определение и понятие трансграничных территорий | 44 |
| 2.3.2. Бассейновый подход в изучении трансграничных территорий | 51 |
| 2.4. Использование данных дистанционного зондирования для картографирования использования земель | 55 |
| 2.5. Количественная оценка структуры использования земель | 59 |
| 2.6. Концепция эколого-хозяйственного баланса | 64 |
| Глава 3. Геоэкологическое состояние трансграничной геосистемы бассейна р. Туманная | 72 |
| 3.1. Картографический анализ типов использования земель бассейна р. Туманная | 72 |

| | |
|---|------------|
| 3.2. Количественная оценка структуры использования земель бассейна р. Туманная..... | 87 |
| 3.2.1. Оценка в водосборах притоков р. Туманная..... | 87 |
| 3.2.2. Оценка в административных единицах..... | 94 |
| 3.3. Эколого-хозяйственный баланс бассейна р. Туманная | 99 |
| 3.3.1. Расчеты для водосборов притоков р. Туманная | 99 |
| 3.3.2. Расчеты в административных границах | 103 |
| 3.4. Корреляционный анализ количественных данных структуры использования земель | 106 |
| Глава 4. Направления межгосударственного сотрудничества в трансграничном бассейне р. Туманная | 113 |
| 4.1. Мировой опыт сотрудничества в пределах трансграничных бассейнов . | 113 |
| 4.2. История международного сотрудничества в бассейне р. Туманная (проект «Туманган»)..... | 121 |
| 4.3. Трансграничные градиенты | 128 |
| 4.4. Перспективы и направления развития международного сотрудничества в пределах бассейна р. Туманная | 140 |
| Заключение | 151 |
| Список литературы | 154 |

ВВЕДЕНИЕ

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. Используются 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; Коротный, 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, оказывающихся под влиянием природных, социально-экономических и политико-институциональных факторов [Мильков, 1981; Ретейом, 1975; Антипов, 2000; Коротный, 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 был выполнен в программном комплексе ArcGIS. В качестве источников статистических данных о социально-экономическом состоянии территории использованы: Статистический ежегодник 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. Дешифрованы космические снимки и создана карта современного использования земель, отображающая актуальную и однородную информацию о землепользовании в пределах трансграничного 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 развития сотрудничества КНР, КНДР и РФ для обеспечения устойчивого развития и экологически сбалансированного природопользования в бассейне р. Туманной.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на международных, 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 трехграничье», 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 Соболевой М. Н. 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 267 наименований, из них 33 на английском

языке. Объем работы составляет 184 страницы машинописного текста, содержит 21 рисунок и 18 таблиц.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, сотрудникам Информационно-картографического центра и лаборатории трансграничных геосистем ТИГ ДВО РАН, благодаря взаимодействию с которыми были получены результаты, положенные в основу диссертационного исследования.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА Р. ТУМАННАЯ

1.1. Физико-географическая характеристика бассейна р. Туманная

1.1.1. Географическое положение

Река Туманная берет начало на плоскогорье Чанбайшань с восточного склона потухшего влк. Пэктусан (Чанбайшань, Байтоушань) ($41^{\circ}58.167'$ с.ш. $128^{\circ}10.933'$ в.д.). Река имеет несколько названий – в китайском языке «Тумыньцзянь», в корейском «Туманган», в старой русской географической литературе «Туманганг», до 1974 г. – «Тюмень-Ула», в англоязычной литературе – «Tumen» или «Dumen River». Длина реки – 549 км, основные притоки с левого берега – реки Гая, Буэрхатон, Хайлань и Хунчунь [Тищенко и др., 2018]. На большем своем протяжении река является пограничной между КНДР и Китаем, ниже по течению, на последних 17 км до впадения в Японское море ($42^{\circ}17.65'$ с.ш. $130^{\circ}41.783'$ в.д.) по р. Туманная проходит граница между КНДР и Россией [Вторая оценка ..., 2011] (табл.1.1).

Общая площадь водосбора реки составляет более 33 тыс. км². Большая часть бассейна реки Туманной расположена в гористой местности, что обусловило выраженный горный характер реки. Это самая крупная река в Приморском крае, впадающая в Японское море на западной границе залива Петра Великого (рис. 1.1.).

Таблица 1.1 – Бассейн реки Туманная (составлено автором по данным цифровой модели рельефа)

| Страна | Площадь в стране (км ²) | Доля страны (%) |
|--|-------------------------------------|-----------------|
| Китайская Народная Республика | 22 665,79 | 68,38 |
| Корейская Народно-Демократическая Республика | 10 442,97 | 31,51 |
| Российская Федерация | 37,45 | 0,11 |
| Итого | 33 146,20 | 100 |

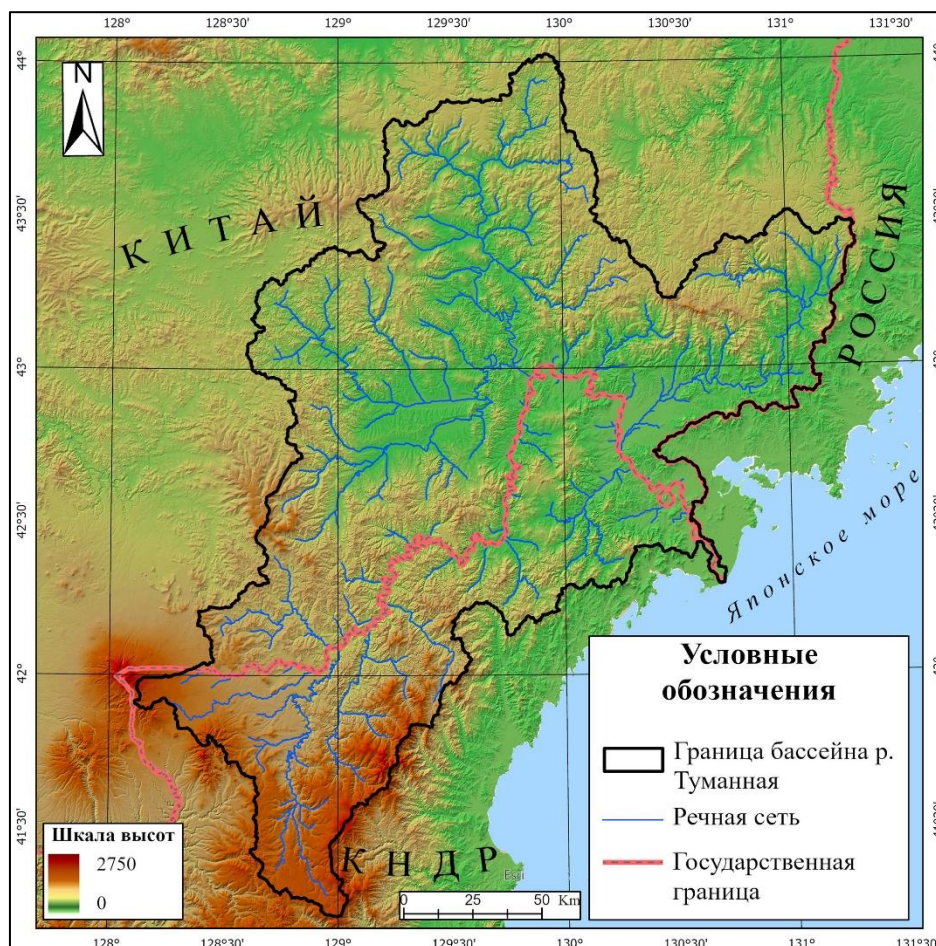


Рисунок 1.1. Географическое положение бассейна р. Туманная

1.1.2. Тектоника, геологическое строение, рельеф

Геологическое строение территории сложное и отличается разнообразием. Обширную территорию Дунбэя (Северо-Восточного Китая), части Северного Китая и Корейского п-ова объединяет положение в притихоокеанской части умеренного пояса Евразии с развитием глыбового рельефа на сильно переработанных докембрийских и палеозойских структурах [Физическая ..., 2008].

Основу большей части территории составляет Китайско-Корейская платформа, сложенная докембрийскими гранитами, гнейсами и метаморфическими сланцами, осложненная позднейшими мезозойскими и кайнозойскими глыбовыми движениями. Для всего региона характерно распространение разломов различного возраста, которые сопровождались вулканизмом, отразившимся на современном рельефе. Осадочный чехол платформы, представленный протерозойскими

отложениями, распространён между 38° и 40° с. ш. и в южной части полуострова. Позднее чехол был деформирован в складки, раздроблен и в ряде мест прорван мезозойскими интрузиями изверженных пород. Из четвертичных отложений здесь наиболее широко распространены лёссы [Зайчиков, 1951; Юг Дальнего Востока, 1972].

Маньчжуро-Корейские горы расположены на северо-востоке Китая, севере Кореи и в Хасанском округе России. Длина горного сооружения свыше 1500 км, ширина до 600 км. Горный массив простирается от западного берега оз. Ханка до Ляодунского п-ова. Горы подразделяются на пониженные Восточно-Маньчжурские и более высокие Северо-Корейские. Последние представляют сложную систему среднегорных и низкогорных хребтов (Хамгён, Пуджоллён, Нанним), сложенных кристаллическими породами и местами покрытых вулканическими продуктами. Это сводово-складчато-глыбовые горы, в которых на поверхность выходит гранитно-гнейсовый фундамент, местами перекрытый породами палеозоя и мезозоя. В четвертичное время по разломам здесь происходили излияния лав, в результате которых образовалось столовое базальтовое плоскогорье Чанбайшань. От подножий потухшего вулкана Пэктусан расходятся глубокие долины крупнейших рек: Ялуцзян, Сунгари и Туманной [Зайчиков, 1951; Физическая ..., 2008; Физическая ..., 2014].

В российской части территория бассейна р. Туманная расположена в области палеозойской складчатости в пределах Хасанской подзоны Западно-Приморской зоны. Хасанская подзона, разделенная на две части крупным Адиминским разломом субмеридионального простирания, сложена преимущественно верхнепермскими отложениями и прорывающими их позднепермскими интрузиями [Геология СССР, 1969].

Рельеф

Бассейн реки находится в пределах системы Маньчжуро-Корейских гор, состоящих из Северо-Корейских и Восточно-Маньчжурских гор, средняя высота последних составляет 1500–1700 м. Наибольшей высотой отличается центральная

часть горной системы – хр. Чжангуанцайлин и хр. Лаоелин, пл. Чанбайшань. Горная страна отличается чередованием хребтов северо-восточного простирания и продольных межгорных впадин. Хребты имеют довольно плоские выровненные водораздельные участки и крутые, резко расчлененные склоны. Межгорные тектонические впадины определили распределение гидрографической сети – наиболее крупные реки являются продольными. Современные реки не соответствуют ширине долин. Кроме продольных долин горы сильно расчленены и поперечными, которые отличаются чередованием узких скалистых и расширенных участков [Зарубежная Азия, 1956; Зайчиков, 1964].

Согласно схеме орогидрографии Приморского края, российский участок бассейна р. Туманная находится в пределах Хасанско-Барабашского горного района – низкогорья, плоскогорья и плато восточных отрогов Восточно-Маньчжурского нагорья [Геология СССР, 1969].

Государственная граница России проходит по Черным горам. Хребет северо-восточного направления состоит из нескольких средне- и низкогорных массивов, разделенных широкими речными долинами. Склоны гор выпуклые, вершины округлые. В обрамлении гор широко развит уровень пологовершинного мелкогорного рельефа. На севере горы переходят в Борисовское плато, где находится крайняя северо-восточная точка бассейна. Наиболее высокими вершинами хребта являются г. Высотная (996 м), г. Луна (921 м) [Геосистемы ..., 2010].

Вдоль побережья зал. Петра Великого простирается полоса низких гор и увалов, сменяющихся низменными заболоченными участками. Останцовые горы возвышаются до 180 м. Низкие денудационные равнины высотой до 50–80 м обрамляют Притуманганскую впадину. В дельте реки наблюдаются крупные массивы болот. Береговая линия неоднородна, сильно рассечена [Ресурсы ..., 1972; Геосистемы ..., 2010; Юг Дальнего Востока, 1972].

На территории Кореи находится обширная горная область – Северо-Корейские горы, их северная граница проходит по долинам рек Амноккан и Туманган. Горы были подняты мощными горообразовательными процессами в

миоцене. Около половины всей поверхности гор расположено выше 1500 м, отдельные вершины поднимаются до 2000 м над ур. м. [Зайчиков, 1951].

Горный вал Хамгёнсанмяк простирается почти на 400 км вдоль берега Японского моря от Хойрёена до Хончхерёнского перевала (1362 м). Его северо-восточную часть занимает Туманский хребет, отделяющий верховья р. Туманная от морского побережья. Характерной чертой хребта является асимметричность профиля: пологость северо-западных склонов и крутизна до 50° противоположных юго-восточных склонов [Зайчиков, 1951].

В центральной части плоскогорья Чанбайшань, на 42° с.ш. на границе КНДР и КНР, находится влк. Пэктусан высотой 2744 м. На 500 м ниже вершины, в кальдере находится оз. Тяньчи размером 4*2,5 км. Возраст вулкана плиоценовый, в голоцене извержения возобновились. Во всех направлениях по склонам вулкана расходятся сухие промоины с быстрыми потоками [Зайчиков, 1951; Урусов, 2014а].

1.1.3. Гидрометеорологическая характеристика

Территория бассейна р. Туманная расположена в юго-восточной притихоокеанской части умеренного пояса Евразии. Климат определяют географическое положение на границе влажных районов Тихого океана с сухими пространствами Азии, сложный рельеф и муссонный характер атмосферной циркуляции. Климат отличается большими температурными амплитудами и неравномерным распределением осадков в течение года [Физическая ..., 2008].

В течение года территория испытывает влияние различных воздушных масс, что приводит к изменению направления ветров из-за перераспределения сезонных барических центров. Зимой преобладает северо-западный ветер – континентальный муссон, с низкими температурами и влажностью, погода холодная и солнечная. Летний тихоокеанский муссон развивается между осью холодного прибрежного морского течения и береговой линией. Воздушный поток относительно холодный, влагосодержание невысокое [Ресурсы ..., 1972].

Северо-Корейские горы отличаются суровым климатом с холодной и продолжительной зимой, температура в январе колеблется между -12°C и -20°C . На плоскогорье Чанбайшань температура опускается до -40°C , на вершинах более шести месяцев в году лежит снег. Лето жаркое и влажное, с ливневыми дождями. Средняя температура июля колеблется между $+18^{\circ}\text{C}$ и $+24^{\circ}\text{C}$ (рис. 1.2.). За летний сезон выпадает до 80% осадков. В начале осени возможны тайфуны. В климатическом отношении Восточно-Маньчжурские горы являются наиболее влажной частью Северо-Восточного Китая. Годовое количество осадков превышает 750 мм, максимальное количество (до 1600 мм) отмечено на юго-восточном склоне Чанбайшаня [Зайчиков, 1951, 1964].

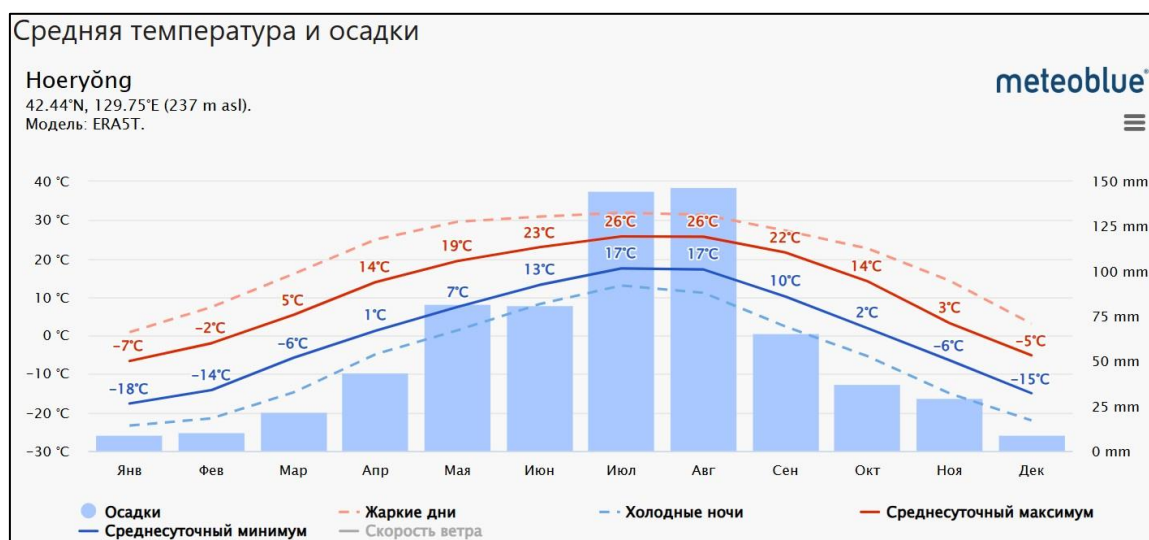


Рисунок 1.2. Климатограмма, г. Хверен (КНДР) [Моделирование ..., 2020 г.]

В Восточно-Маньчжурских горах на территории РФ средняя годовая температура составляет $+4$ – 6°C . Лето теплое и продолжительное, средняя температура колеблется от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+24^{\circ}\text{C}$. На лето приходится около 70% годового количества осадков, нередки тайфуны и циклоны. Осень теплая, с сухой и ясной погодой. Зима малоснежная и солнечная, средняя температура января колеблется от -9°C до -14°C , часты оттепели до $+5^{\circ}\text{C}$. Весна холодная и затяжная, ее начало совпадает с началом марта, в отличие от вершины влк. Пэктусан, где весна начинается в конце мая [Урусов, 2014а].

Водные объекты

Общий рисунок гидрографической сети Восточно-Маньчжурских гор носит в целом радиальный характер. Как правило, реки многоводны, порожисты, обладают быстрым течением, большим падением и сильно эродированы склоны. Реки юго-восточной части относятся к системе реки Туманная [Зайчиков, 1964].

Режим рек выраженный муссонный с летними паводками. Половодье, связанное с таянием снегов в горных районах, приходится на весну и не бывает особенно сильным из-за малого количества снега. Летний максимум зависит от муссонных дождей, иногда принимает характер наводнения. Дополнительным источником питания рек являются болота, регулирующие сток на низменных равнинах. На зиму реки замерзают. Некоторые реки в устьях подвержены воздействию приливов, которые проникают вверх по течению иногда на десятки километров и препятствуют отложению наносов [Физическая ..., 2008].

Река Туманная – самая крупная река Японского моря, впадает в юго-западную часть зал. Петра Великого. Водосборная площадь преимущественно расположена в гористой местности. На значительном протяжении река течёт в узкой глубокой долине между Северо-Корейскими и Восточно-Маньчжурскими горами. В среднем течении принимает крупнейший левый приток – р. Гайяхэ с притоками, а также р. Хуньчуньхэ. В нижнем течении, на участке 30–40 км от устья, река приобретает равнинный характер. Правый берег высок, притоков здесь нет. На территории КНР последним левым притоком является р. Уцзяцзычуань, на территории России – р. Лебединая. Здесь лежат обширные заливные равнины и водно-болотные угодья. Дельта реки весьма изменчива. В настоящее время дельта смещается на территорию КНДР [Река Туманная, 2022; Карнаух, 2024; Transboundary ..., 2025].

Ресурсы поверхностных вод бассейна оцениваются в 10,1 км³/г. Подземные воды находятся в аллювиальном водоносном горизонте, связанном с рекой. Река довольно полноводна: в верхнем течении её бассейн получает до 1200 мм осадков в год, в нижнем – не менее 500 мм [Ресурсы ..., 1972; Вторая оценка ..., 2011].

Низовья р. Туманная относятся к водно-болотным угодьям Восточно-Маньчжурского горного экорегиона, в его пределах болота занимают около 500 км².

Крупнейшие массивы болот приурочены к древней дельте реки. Исторически сохранившаяся сеть протоков и водотоков образует систему обмена ихтиофауной между левым берегом р. Туманной, Японским морем, бух. Экспедиции и зал. Лебединый [Соколовский, 2008; Журавлев и др., 2019].

К наиболее крупным водоемам на российской территории относится оз. Птичье площадью 36 км². Площадь озер Лебединое, Хасан, Родниковое значительно меньше – от 0,2 до 3,3 км². Глубина озер колеблется от 1,6 до 4 м, берега их приглубые, заболоченные [Соколовский, 2008].

На корейском побережье в нижнем течении р. Туманная расположены природные озера Сеобунпо, Донгбунпо, Манпо, Сохо и др. Береговая линия сложная, с множеством больших и малых заливов и бухт (Чосон, Наджин и Иджин). На вершине влк. Пэктусан образовано кальдерное оз. Чхонджи/ Тяньчи, образующее водораздел рек Туманная, Ялу и Сунгари в Китае [North Hamgyeong Province, 2022; Rason Directly-Administered City, 2022].

1.1.4. Почвенный покров

Почвенный покров исследуемой территории формируется в условиях теплого и влажного климата в теплое время года и холодного сухого климата зимнего времени, который способствует глубокому промерзанию почвенного покрова. Растительность обильная, в почву ежегодно поступает большое количество органического материала.

Почвообразующей породой является рыхлый чехол осадочных пород и продукты разрушения коренных магматических и метаморфических пород. Для горной части характерны обломочные элювиальные и склоновые породы, в долинах – аллювиальные отложения, в приморских участках – аллювиальные, озерно-аллювиальные и морские мелкообломочные породы.

Основными почвообразовательными процессами являются оглинение, дерновые процессы и оподзоливание. На плоских участках широко развиты процессы заболачивания в связи со слабым испарением [Зайчиков, 1964].

Территория преимущественно относится к Корейско-Хасанской ботанико-географической подобласти орографической области Восточно-Маньчжурского нагорья. Почвы подобласти представлены несколькими типами. На вершинах и крутых горных склонах распространены бурые горно-лесные почвы с большим содержанием гумуса. На них формируются широколиственные и хвойно-широколиственные леса. Горно-лесные бурые оподзоленные почвы залегают по пологим склонам хребтов различных экспозиций. На них произрастают кедрово-широколиственные леса. По крутым южным склонам и гребням хребтов под кедрово-дубовыми лесами и дубняками встречаются горно-лесные малоразвитые грубо-скелетные почвы с маломощным гумусовым горизонтом и скальными обнажениями. Широко развиты горно-лесные желто-бурые почвы чернопихтово-широколиственных лесов. На склонах залегают маломощные сильно скелетные бурые лесные почвы. На них развиваются порослевые заросли из дуба, березы черной, лещины разнолистной и леспедецы двухцветной, а также широколиственные леса. В долинах рек выделяются слабозадернованные слоистые и остаточно-пойменные почвы [Ресурсы ..., 1972; Иванов, 1964, 1976; Пшеничников, 1986; Галанин, 2012].

1.1.5. Растительность и животный мир

Растительность Восточно-Маньчжурских гор относится к маньчжурской флоре. Своеобразие растительности объясняется современными экологическими условиями и историей формирования. В периоды похолодания и потепления плейстоценового оледенения происходила миграция растений и их адаптивное видообразование, что привело к большому разнообразию и наличию реликтов. Преобладающим типом растительности являются широколиственные и смешанные

леса. Эндемичные виды сочетаются с представителями субтропиков и сибирской тайги. Лесная растительность сохранилась преимущественно на севере и на горных склонах, в результате рубок уменьшена доля хвойных пород. Низменности и нижние склоны гор распаханы [Притула и др., 2004; Физическая ..., 2008].

Российская часть бассейна находится в Сучано-Владивостокском горно-приморском и Южно-Ханкайском низкогорно-приморском округах Восточно-Азиатской области хвойно-широколиственных лесов, согласно геоботаническому районированию Приморского края Б. П. Колесникова [Куренцова, 1968].

В Восточно-Маньчжурских горах выделяются высотные пояса [Физическая ..., 2008]. Низкогорный ярус занят широколиственными лесами на бурозёмах (до 600 м), до 1500 м господствуют смешанные леса на бурых оподзоленных почвах. Верхний пояс покрыт горной тайгой из ели (*Picea jezoensis*, *Picea obovata*), пихты (*Abies holophylla*, *Abies sibirica*), с примесью мелколиственных пород. Межгорные котловины и низкогорья практически безлесны. На высоте 2000–2200 м пояс хвойных лесов переходит в заросли кедрового стланика (*Pinus pumila*) в сочетании с различными цветущими травами. Наиболее высокие вершины покрыты криволесьем и зарослями кедрового стланика.

Вертикальная зональность наиболее сложна в районе влк. Пэктусан (рис. 1.3). Формация ультрабореальных каменноберезняков размещается с высоты 2000 м. Темнохвойная тайга спускается до 1000, кедрово-широколиственные и кедрово-еловые леса произрастают между 800–1400 м на инсолируемых и 500–1000 м на теневых склонах. Между 1000–1500 м нередко лиственницы (*Larix*). До 800 м поднимаются дуб монгольский (*Quercus mongolica*) и сосняки из густоцветковой (*Pinu sdensiflora*) и погребальной сосен (*Pinus Funebris Kom*), до 600 м – можжевельник твердый (*Juniperus rigida*), до 500 м – леса с доминированием дуба зубчатого (*Quercus dentata*), до 300 м – каштана городчатого (*Castane acrenata*) (рис. 1.5) [Bai F. et al., 2011; Tang L. et al., 2011; Chen Q. et al., 2019; Урусов, 2014a; Zhang P. et. al., 2023].

Морские и речные террасы покрыты переувлажненными разнотравно-осоково-вейниковыми и мискантусовыми лугами, заболоченные берега лагун и

озер – зарослями тростника и осок. Для песчаных валов морского побережья характерны заросли шиповника (*Rosa*), краснопузырника (*Celastrus*) и многочисленных видов сухолюбивых трав [Ресурсы ..., 1972].

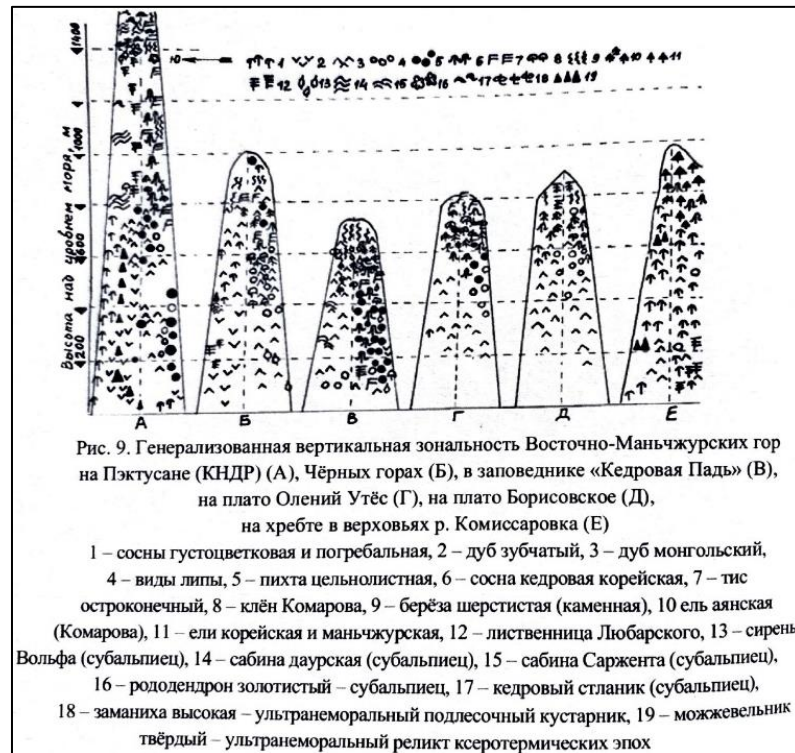


Рисунок 1.3. Генерализованная вертикальная зональность Восточно-Маньчжурских гор на Пэктусане (КНДР) [Урусов, 2014а]

В фауне Восточно-Маньчжурского региона также наблюдается смешение таежных и субтропических форм. Из хищников распространены бурый и гималайский медведи, уссурийский тигр, леопард, лесной кот, волк, куница, соболь, ласка куница-харза и др. Вблизи водоемов встречается эндемичная енотовидная собака. Копытные животные – благородный олень (изюбр), пятнистый олень, лоси, косули, водяной оленек, степная антилопа, горный баран. Грызуны – белки, зайцы, мышевидные грызуны [Притула и др., 2004].

Ценным представителями фауны являются амурский тигр и дальневосточный леопард, их фрагментированные ареалы находятся на территории КНР, КНДР и РФ. В низовьях р. Туманная наблюдается самая высокая плотность леопарда в Китае. Исследования подтверждают трансграничные перемещения животных в этом

регионе. Бассейн р. Туманная играет важнейшую роль в восстановлении популяции данного вида, чему способствуют экологические тоннели и инженерно-технические сооружения вдоль государственных границ. Одним из инструментов воздействия на сохранение популяции является сокращение интенсивности антропогенного влияния в густонаселенном трансграничном районе [Li, H. et al., 2024; Дарман, 2024а, 2024б; Каракин и др., 2024].

Среди разнообразных птиц особенно выделяются утка-мандаринка, красноногий ибис, цапля и др., живущие по берегам рек, озер и на болотах. В лесах обитают несколько видов фазанов, в степях – дрофы. Разнообразны в насекомые: бабочки, жуки, мухи, мошка и комары [Физическая ..., 2008].

В водоемах обильны и разнообразны рыбы. Установлено 87 видов р. Туманная и ее придаточных водоемов. Общий список ихтиофауны самой реки включают 53 вида рыб из 14 семейств, включая эндемичный вид – *Mesogobio tumensis* (корейский месогобио). Наибольшее видовое разнообразие среди придаточных водоемов отмечено для оз. Хасан и оз. Лебединое (по 18 видов рыб). Отмечается также динамика ихтиофауны в нижнем течении реки. На фоне общего снижения численности здесь отмечается рост видового состав [Соколовский, 2008; Журавлев и др., 2019].

1.1.6. Ландшафты и физико-географическое районирование

Согласно физико-географическому районированию Н. А. Гвоздецкого [Гвоздецкий, 1968], территория бассейна входит в область Восточно-Маньчжурских гор. Она лежит к западу от Приханкайской низменности и нижнего течения р. Раздольная, в пределы России заходит своей восточной периферией. Здесь распространены невысокие крутосклонные (25-30°) с узкими гребнями гряды, покрытые широколиственными и смешанными лесами. Горы сложены гранитами, палеозойскими и мезозойскими песчаниками, сланцами с пластами

каменного угля, известняками. Реки стекают с плато радиально, в слабо выраженных долинах [Гвоздецкий, 1968].

Ландшафтная структура Хасанского округа отражает геолого-тектоническое строение и рельеф территории, распределение осадков, почвенно-растительного покрова. Территориально округ относится к ландшафтной области Амуро-Сахалинской страны. Северную часть района занимают базальтовые плато и их склоны с останцами, столовыми горами. Почвы сильно кислые горные буротажные, глеевато-оподзоленные, оподзоленные, торфяно-глеевые на щебнисто-суглинистых и глинистых элювиально-делювиальных отложениях с чернопихтовоевыми лесами.

Большая часть округа занята расчлененными среднегорьями. Развита горно-лесные, бурые, сильно кислые глееватые и глеевато-оподзоленные почвы на щебнисто-суглинистом элювиально-делювиальном субстрате – продуктах разрушения магматических и терригенных пород мезозоя. Распространены широколиственные и мелколиственные леса.

Самый юг района, а также участки вдоль побережья Японского моря занимают ландшафты приустьевых частей долин, на прибрежной аккумулятивной морской равнине. Почвы луговые, глеевые, торфяно-глеевые, слабо солончаковые, на аллювиальных и морских отложениях. Здесь характерны осоково-вейниковые, осоковые и тростниковые растительные сообщества. Береговая низменность южнее зал. Посыет сочетает в себе лагуны, болота и несколько осушенных участков с луговой растительностью на торфяных и торфянисто-глеевых почвах на морских иловатых осадках [Гвоздецкий, 1968].

Согласно ландшафтному районированию [Старожилов, 2014], российская часть бассейна р. Туманная расположена в двух ландшафтных областях – Восточно-Маньчжурской и Южно-Приморской. На более низких уровнях районирования это Хасанский округ Восточно-Маньчжурской провинции и Туманский округ Южно-Приморской провинции.

На территории бассейна р. Туманная на территории России В. Т. Старожиловым и Ю. Б. Зоновым выделяются следующие типы ландшафтов [Атлас

..., 2008]: горно-лесные низкогорные со смешанными, широколиственными лесами на лесных бурых почвах, горно-лесные базальтовых плато с широколиственно-кедровыми, широколиственными лесами на горно-таежных бурых почвах, лесостепные и степные равнинные абразионно-аккумулятивные с типичными вейниково-осоковыми и другими группировками с участками широколиственных лесов и сельскохозяйственных земель на бурых лесных торфяно-глеевых и других почвах, лесостепные и степные равнинные эрозионно-аккумулятивные с типичными вейниково-осоковыми и другими группировками с участками широколиственных лесов и сельскохозяйственных земель на бурых лесных торфяно-глеевых и других почвах.

Согласно физико-географическому подходу к районированию различных типов трансграничных геосистем юга Дальнего Востока [Мишина, 2004], рассматриваемая территория относится к Нижнетуманганскому и Черногорско-Паньлинскому округам Приморско-Лаоелинской провинции южной подзоны зоны хвойно-широколиственных лесов области Восточно-Маньчжурских гор. Приморско-Лаоелинская низко-среднегорная провинция покрыта хвойно-широколиственными лесами, дубравами и дубняками, горной лесостепной и лугово-степной растительностью на бурых горнолесных, лугово-бурых, лугово-глеевых и торфяно-глеевых почвах [Ганзей, 2004б]. Согласно обновленной схеме трансграничных геосистем юга Дальнего Востока России и сопредельных территорий Китая и КНДР [Мишина, 2024], бассейн р. Туманная расположен в пределах Нанганлин-Туманского и Туманганского физико-географических округов Тумангано-Туманской провинции (рис. 1.4).

Ландшафтная структура долины р. Туманной и окружающих предгорий [Белянин, 2014] включает две местности и 26 урочищ. Наибольшая по площади местность, занимающая около 70% выделенной территории – аккумулятивная равнина реки, сложенная торфами, илами, супесями, глинами и песками с различными модификациями пойменных, маршевых и эоловых почв под луговой, кустарниковой и мелколиственной растительностью. В пределах КНР и КНДР ландшафты значительно трансформированы в результате сельскохозяйственного,

селитебного и транспортного влияния. Местности низкогорий: верхний уровень рельефа (выше 500 м), нижний уровень рельефа (200–500 м), останцы и пологие увалы, сложенные гранитами, порфирами, туффитами, метаморфизованными сланцами, алевролитами, песчаниками и продуктами их выветривания с бурыми лесными, горно-луговыми и желто-буроземными почвами под широколиственными и дубовыми лесами, древесно-кустарниковыми зарослями и участками лугов. Окаймляют аккумулятивную равнину серии низкогорных хребтов и холмисто-увалистых гряд [Белянин, 2014].

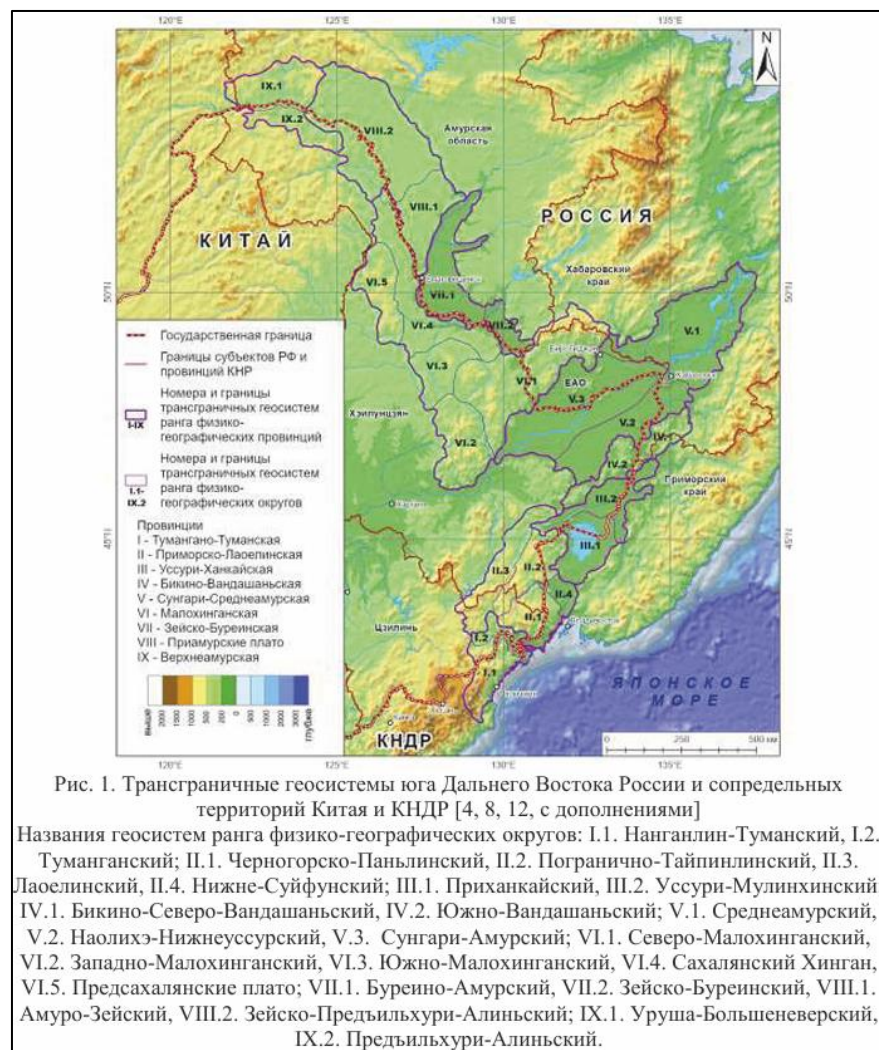


Рисунок 1.4. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и сопредельных территорий Китая и КНДР [Мишина, 2024]

1.2. Современная социально-экономическая характеристика и природопользование

1.2.1. Общая социально-экономическая характеристика территории

Бассейн р. Туманная расположен в пределах трех стран (рис. 1.5.). На территории Российской Федерации бассейн р. Туманная расположен в пределах Хасанского муниципального округа Приморского края. На территории Китайской Народной Республики (табл. 1.2) – в пределах городских уездов Яньцзи, Тумэнь, Хуньчунь, Лунцзин, Хэлун, Ванцин, Аньту Яньбань-Корейского автономного округа. На территории Корейской Народно-Демократической Республики – в пределах провинций Хамгён-Пукто (Северный Хамгён) и Янгандо (Рянганг-до), а также города прямого подчинения Расон.

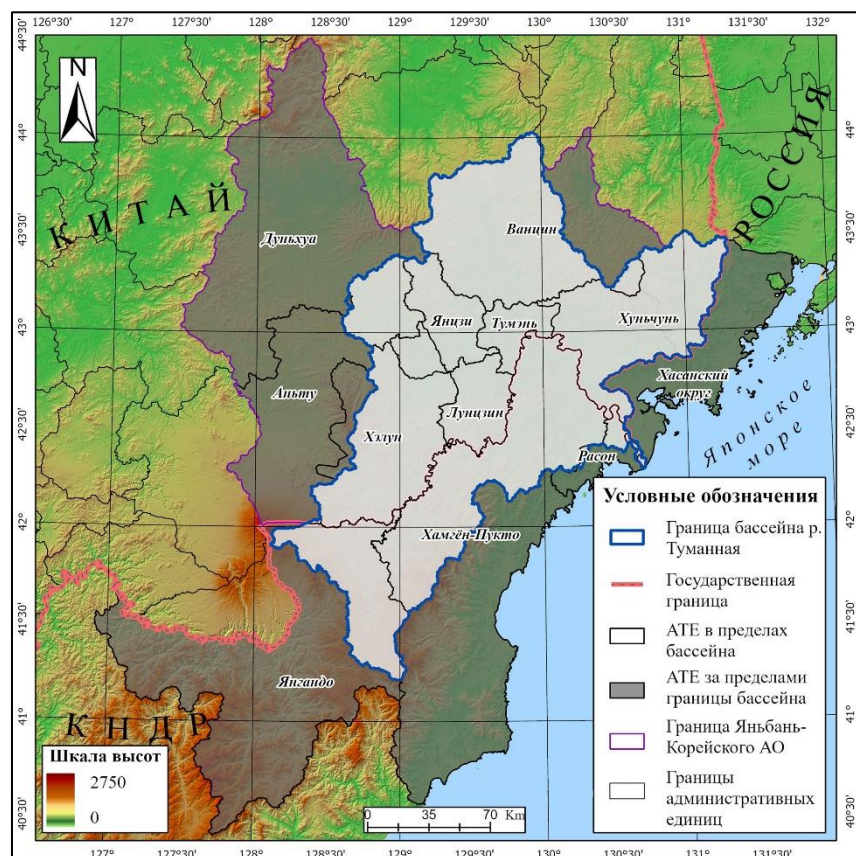


Рисунок 1.5. Административно-территориальное устройство в пределах бассейна р. Туманная

Хасанский округ расположен в юго-западной части Приморского края. Окраинное положение и режим пограничной зоны определяет относительно слабое экономическое развитие. В экономике доминируют рыболовство, выращивание марикультуры, судоремонт и туристический бизнес [Музыченко и др., 2024]. Ведущую роль в промышленности занимают обрабатывающие производства (72,3%). Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами в 2020 г. составил 8692,9 млн. руб. Крупнейшим судоремонтным предприятием является ПАО «Славянский СРЗ». Основными предприятиями в сфере транспортировки и хранения являются международные морские порты в пгт. Славянка, бухтах Троица и Посыет [Информация о ..., 2018; Генеральный план ..., 2025].

Таблица 1.2 – Соотношение площадей административных единиц и бассейна р. Туманная [составлено автором по данным OpenStreetMap, 2025]

| Администра- тивные единицы | Площадь округа/ уезда, км ² | Площадь бассейна в пределах округа/ уезда, км ² | 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 |
| Всего КНР | 31494,88 | 22665,79 | 71,97 | 68,38 |
| 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 |
| Всего КНДР | 30661,00 | 10442,97 | 34,06 | 31,51 |
| Хасанский округ | 4119,55 | 37,45 | 0,91 | 0,11 |
| Итого | 66275,43 | 33146,20 | 50,01 | 100,00 |

По итогам 2020 г. объем производства сельскохозяйственной продукции в округе составил 349,9 млн руб. Валовая продукция растениеводства – 200,8 млн руб. Посевные площади всех культур составляли 784 га, из них картофелем было занято 331 га, овощами 62 га, зерновыми и зернобобовыми 52 га, соевыми бобами 2 га, кормовыми культурами 335 га. В округе было произведено 1370 ц зерновых и зернобобовых культур, 20 ц соевых бобов, 34565 ц картофеля, 7898 ц овощей.

Производство валовой продукции животноводства в денежном выражении составило 149,2 млн руб. поголовье крупного рогатого скота – 833 голов (390 коров), 261 голов свиней, 1152 голов овец и коз, 10833 голов птицы. Было произведено 127 тонн скота и птицы на убой, 1347 тонн молока, 1250 тыс. штук яиц. В границах округа расположены рыбоводные участки и предприятия рыбохозяйственного комплекса по воспроизводству морских биоресурсов, в том числе трепанга [Силина, 2018; Приморский край, 2021; Генеральный план ..., 2025].

Транспортный комплекс представлен железной дорогой Барановский–Хасан, пунктами пропуска через государственную границу «Махалино» и «Хасан», краевой автодорогой Раздольное–Краскино–госграница, морскими портами Посыет и Зарубино. Система транспортных коммуникаций обеспечивает инфраструктурный потенциал округа [Генеральный план ..., 2025].

Минерально-сырьевая база района достаточно скудная, изучена недостаточно и не дает оснований для серьезных перспектив развития добывающих отраслей. В Хасанском округе представлено Хасанское буроугольное месторождение местного значения, Хасанское и Посыетское месторождения подземных вод локального значения. Разрабатывается ряд месторождений строительных песков. Также можно отметить наличие месторождений строительного и фарфорового камня, перлитов, морской ракушки и минеральных грязей, проявления облицовочных камней [Соляник, 2012; Приграничное ..., 2017].

Китайская часть бассейна расположена в Яньбань-Корейском автономном округе и занимает большинство уездов округа (табл. 1.2). Поэтому социально-экономическая характеристика китайской территории бассейна приводится по округу в целом. В 2020 г. ВРП округа составлял 72,7 млрд юаней (763,6 млрд руб.),

из них 58% приходилось на сферу услуг, 9% на первичный сектор экономики (сельское, лесное и рыбное хозяйство), 32% – на вторичный сектор (промышленность и строительство).

ВРП на душу населения составлял 35 296 юаней (370 тыс. руб.). Объем торговли потребительскими товарами за 2020 г. составил 31,9 млрд юаней (335,1 млрд руб.). Основными отраслями промышленности округа являются: производство табака, добыча полезных ископаемых, машиностроение и производство промышленного оборудования, текстильная промышленность, производство строительных материалов [Севастьянов, 2015; Jilin statistical yearbook, 2021; Yanbian Korean Autonomous Prefecture, 2022].

Объем производства в растениеводстве в 2020 г. составлял 6,85 млрд юаней (72 млрд руб.), лесном хозяйстве – 0,72 млрд юаней (7,6 млрд руб.), животноводстве – 4,39 млрд юаней (46,1 млрд руб.), рыболовстве – 0,15 млрд юаней (1,6 млрд руб.). Посевная площадь сельскохозяйственных культур в 2020 г. составила 381 тыс. га (361,5 тыс. га – зерновые культуры). Общий объем производства зерновых культур достиг 1,71 млн тонн, из них 242,2 тыс. тонн – риса, 1,2 млн тонн кукурузы, 216,5 тыс. тонн сои, 52,8 тыс. тонн клубневых, 52,5 тыс. тонн картофеля. Кроме этого, производят масличные, табак, овощи, подсолнечник.

Общее поголовье крупного рогатого скота составило 342,2 тыс. голов, свиней – 217,7 тыс. голов, овцы и козы – 120,5 тыс. голов, забитые откормленные свиньи – 335,6 тыс. голов. Общий объем производства мяса составил 78,5 тыс. тонн (свиньи – 26,5 тыс. тонн, крупный скот – 21,2 тыс. тонн, овцы – 1,5 тыс. тонн). Для большей части показателей отмечается рост, по сравнению с предыдущим годом. Преимущественно сельское хозяйство округа ориентировано на экспорт (в КНДР) [Севастьянов, 2015; Jilin statistical yearbook, 2021; Yanbian Korean Autonomous Prefecture, 2022].

На территории Яньбянь-Корейского АО обнаружено 93 вида полезных ископаемых. Среди них 10 видов энергетических полезных ископаемых, 33 вида – металлических, 48 видов – неметаллических и 2 вида водных и газовых полезных ископаемых. Доминирующими ископаемыми являются уголь, золото, известняк,

минеральная вода, пемза и др. Потенциальную производственную мощность имеют горючие сланцы, минеральные воды, железо, молибден, вольфрам, нефть [Yanbian Korean Autonomous Prefecture, 2022].

Приграничное положение Яньбань-Корейского АО определяет ключевое значение логистической системы для развития региона, которая представлена железнодорожным, автомобильным, авиационным и речным транспортом. Китай, начиная с 1980-90-х гг., активно продвигает проекты по созданию транспортных коридоров к северокорейскому порту Раджин и п. Зарубино. Основные линии развития транспортной логистики: Хуньчунь-Раджин, Хуньчунь-Зарубино, Махалино–Хуньчунь. В рамках трансграничного взаимодействия растет интерес к развитию транспортного коридора «порты Приморского края (п. Зарубино) – провинция Цзилинь», а также коридора Пусан (Южная Корея) – Ниигата (Япония) – Зарубино (РФ) [Севастьянов, 2015].

Корейская часть бассейна р. Туманная расположена на территории города прямого подчинения Расон, провинций Хамгён-Пукто и Янгандо. В открытом доступе недостаточно данных о социально-экономическом состоянии КНДР на уровне провинций. В целом по стране в качестве экономических приоритетов последних десятилетий правительством страны определяется развитие добывающей промышленности, железнодорожного транспорта, сельского хозяйства, легкой промышленности, строительства, а также особая роль отводится науке и технике [Асмолов, 2022; Дёмина, 2025]. Несмотря на последствия санкций 2010-х гг. и COVID-19, в докладах Ким Чен Ына объявлено об увеличении ВВП страны в последние годы, что было достигнуто за счет роста производства зерновых, железа и станков, а также в других отраслях промышленности и строительстве [Кисилёва, 2025].

Для страны общий объем сельскохозяйственного производства в 2020 г. составил 5,523 млн тонн в зерновом эквиваленте, что почти равно среднему показателю за семь лет (2012–2018) в 5,542 млн тонн. Общий объем производства основных продовольственных культур составил 5,4 млн тонн – это рис, кукуруза, пшеница, ячмень, картофель (в пересчете на зерновые) и соя. В этом объеме доля

производства риса составляет 39,4%, кукурузы – 41,3%, картофеля – 12,3%, сои – 4,3%, пшеницы и ячменя – 2,7%. Общая пахотная площадь в 2020 г. равна 1,490 млн га. При более низких темпах расширения площади пахотных земель отмечается увеличение урожайности культур, что достигается за счет применения различных видов удобрений, улучшения системы орошения, адаптации культур для выращивания в более северных районах страны и ряда других мер [FAO and WFP, 2019; Agricultural ..., 2020].

Одной из важных отраслей хозяйства КНДР является лесная промышленность. Производство круглого леса в 2010 г. составило 7,487 млн м³, в 2020 г. – 7,802 млн м³, что в 1,7 раз больше, чем в Республике Корея.

Для провинции Хамгён-Пукто основными отраслями также является сельское хозяйство, производство оборудования, химическая промышленность [Провинция Хамгён-Пукто, 2022].

Сельское хозяйство в регионе Расон в основном ведется на равнинах вдоль р. Туманная и нижнего течения р. Сочхон. Пахотные земли составляют около 14% от общей площади, из которых 13% составляют рисовые поля. Основными сельскохозяйственными продуктами являются кукуруза, рис, соя, пшеница, картофель и овощи, табак. Активно развивается животноводство. Раджин-Сонбон является одной из рыбохозяйственных баз на восточном побережье, здесь насчитывается около 10 рыболовных кооперативов по производству различных видов рыб и морепродуктов [Rason Directly-Administered City, 2022].

Важными промышленными секторами Расона являются химическая промышленность, производство энергии, машиностроение и обработка древесины. В регионе существуют верфи и судоремонтные заводы, химический завод по производству сырой нефти «Сырни». Кроме того, здесь находятся местные производства предметов первой необходимости [Ботнарь, 2017]. Станция Наджин является конечной точкой линии Пхённа (Пхеньян-Наджин) и линии Хамбук (Чхонджин-Раджин), а дороги соединяются с Чхонджин, Ындок и Хёрён. Порт Раджин и порт Сонбон являются центрами морского сообщения и оснащены различными средствами обработки грузов [Dormels, 2014; Rason Directly-

Administered City, 2022]. К сожалению, информация о полезных ископаемых в пределах корейской территории бассейна р. Туманная в опубликованных материалах отсутствует.

1.2.2. Население

Общая численность населения Яньбань-Корейского АО на 2020 г. составляла 1 941 700 человек (табл. 1.3). Мужское население составляет 49,52%, женское – 50,48%. В городах проживает 1 485 103 человека (76,48% населения). С 2010 г. население увеличилось всего на 2,8%. Этнический состав округа сформировался в первой половине XX в. и характеризуется совместным проживанием китайцев и корейцев [Севастьянов, 2015; Jilin Statistical Yearbook, 2021; Yanbian Korean Autonomous Prefecture, 2022].

Таблица 1.3 – Постоянное население городских уездов на китайской территории бассейна, 2020 г. [Jilin Statistical Yearbook, 2021]

| Уезд | Население, тыс. чел. | Плотность населения, чел./км ² | Доля городского населения, % | Мужское население, тыс. чел. | Женское население, тыс. чел. |
|------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| По всему округу | 2046,5 | 47,12 | 69,46 | 1012,7 | 1033,9 |
| Анту | 191,9 | 26,89 | 59,15 | 96,8 | 95,1 |
| Ванцин | 213 | 19,41 | 57,46 | 107 | 106 |
| Дуньхуа | 446,2 | 37,32 | 54,86 | 223,4 | 222,9 |
| Лунцзин | 147,4 | 67,28 | 65,74 | 72,8 | 74,6 |
| Тумэнь | 104,6 | 100,00 | 81,93 | 51,1 | 53,5 |
| Хуньчунь | 225,5 | 74,15 | 78,67 | 111,8 | 113,7 |
| Хэлун | 160,1 | 29,91 | 61,71 | 80,8 | 79,2 |
| Яньцзи | 557,8 | 321,97 | 86,41 | 269 | 288,9 |

Согласно переписи населения КНДР, численность населения провинции Северный Хамгён на 2008 г. составляла 2,1 млн чел. при площади 15 980 км². Мужское население – 47,3%, женское – 52,7%. Городское население составляло 1,5 млн чел. (69,8%) [North Hamgyeong Province, 2022]. Провинция Янгандо занимает площадь 13 937 км² с населением 719 тыс. чел. Мужское население – 47%, женское

– 53%. Городское население составляло 465 тыс. чел. (65%). Население города Расон – 196 954 чел., из них мужское население 92 963 чел. (47,2% населения), женское – 103 991 чел. (52,8%) [DPR Korea, 2008]. Плотность населения Хамгён-Пукто 134,6 чел./км², Янгандо – 51,61 чел./км², Расон – 217,9 чел./км².

По состоянию на 2021 г. население Хасанского муниципального округа составляет 30 429 чел., на 2010 г. – 35 541 чел. [Итоги Всероссийской переписи, 2014]. Плотность населения на 2021 г. – 7,37 чел./км². На конец 2020 г. уровень урбанизации в районе равен 71% (т. е. 21 603 чел. проживает в поселках городского типа). Доля мужского населения – 54,5% (16572 чел.), женского – 45,5% (13857 чел.) [Приморский край, 2021].

1.2.3. Водные ресурсы и современное состояние вод р. Туманная

Современное экологическое состояние пограничной р. Туманная вызывает опасения. Основная часть бассейна находится на территории КНР и КНДР, но российская часть испытывает серьезные последствия от сброса неочищенных промышленных вод, которые негативно влияют на приустьевые части реки, важные участки водно-болотных угодий и нерестовые участки лососевых рыб. В связи с поступлением загрязненных вод ухудшается ситуация и в зал. Посьет Японского моря, где находятся промысловые участки, а также рекреационные зоны.

Комплексные научно-исследовательские работы ДВО РАН по экологическим условиям и биоте в юго-западной части зал. Петра Великого были проведены после подписания в декабре 1995 г. соглашения «О содействии экономическому развитию бассейна реки Туманган» [Дубина, 2018]. Гидрологические и микробиологические исследования показали, что под действием южных и юго-западных ветров в теплый период года создается перенос водных масс от берега в районе устья реки в сторону о. Фуругельма и дальше вглубь зал. Петра Великого.

Современные исследования на основе анализа многолетних спутниковых изображений подтверждают трансграничный перенос загрязняющих веществ.

Основная речная водная масса, содержащая растворенные в ней вещества, проходит эстуарий транзитом в открытую часть Японского моря, под действием силы Кориолиса происходит занос веществ, что приводит к эвтрофикации прибрежной акватории Дальневосточного биосферного заповедника и прибрежных акваторий КНДР. С учетом изменений направления под действием ветра или мощного паводка на реке, сток р. Туманная оказывает влияние на гипоксию юго-западной акватории зал. Петра Великого [Стунжас и др., 2016; Дубина, 2018; Тищенко и др., 2021].

Основным механизмом формирования химического состава реки считается химическое выветривание вулканических пород (трахит) в верхнем течении и базальтов, содержащих карбонатные минералы, в среднем течении реки [Han Ye., Nuh Yo, 2009; Тищенко и др., 2018].

Еще в 1998 г. в водном стоке р. Туманной отмечались нефтяные углеороды, хлорограницеские пестициды, тяжелые металлы и высокие концентрации взвешенных частиц. На зарубежной территории водосбора реки находятся главные источники загрязнения. Наибольшие из них – фабрики целлюлозно-бумажной и химической промышленности, горнопромышленные зоны, электростанции и объекты коммуникации городов КНР и КНДР [Трансграничный ..., 2002; Баукина и др., 2009; Тищенко и др., 2018].

На территории КНР проводятся многолетние усилия по очистке сточных вод, что частично снижает промышленное загрязнение. Однако, свое воздействие оказывает активное применение химических удобрений в сельском хозяйстве. В 2010 г. в Яньбань-Корейском АО было применено 128,155 тыс. тонн минеральных удобрений, в 2020 г. – 152,724 тыс. тонн [Jilin statistical yearbook, 2011, 2021]. При этом в период 1995–2016 гг. на фоне увеличения численности населения и повышения ВВП в районе бассейна реки, снизился объем сточных вод (с 686 до 448 млн м³) в акваторию Дальневосточного морского заповедника, в т. ч. сбрасываемых без очистки в воды Японского моря (с 393 до 276 млн м³) [Чернова, 2020].

Российская территория испытывает серьезные последствия от наводнений, формирующихся выше по течению реки. Кроме того, на пограничном участке реки во время крупных паводков происходят значительные русловые деформации (до

300 м), разрушение берега, что приводит к территориальным потерям РФ (преимущественно в дельте). Опубликованы данные о снижении водности р. Туманная, что согласуются с результатами китайских исследователей [Горбатенко, 2023].

Согласно оценке качества речных вод по химическому составу, воды реки характеризуются как ультрапресные, несмотря на антропогенную нагрузку. Концентрация нитратов составляет 0.37–1.65 мгN/л, что указывает на умеренное загрязнение. Максимальная минерализация и концентрация нитратов характерны для зимней межени, отражая увеличение роли грунтовых вод [Шулькин, 2024]. Но даже с учетом этих данных, загрязнения оказывают влияние на химический состав речной воды и на экосистему реки в целом [Тищенко и др., 2018].

1.2.4. Рекреационная деятельность и охраняемые территории

Одной из хозяйственных специализаций исследуемой территории является внутренний и международный туризм. Ресурсный потенциал Хасанского округа позволяет организовать лечебные, пляжно-купальные, охотничье-рыболовные, научно-познавательные, историко-мемориальные и водноспортивные виды туризма. Благоприятными условиями для развития туризма являются изрезанная береговая линия, муссонный климат, горные районы со скалами, гротами, сопками, богатство растительного и животного мира, длительная история освоения и разнообразная культура местного населения [Урусов, 2014б]

Популярны туристические маршруты на песчаные пляжи полуостровов Краббе, Гамова, бухты Бойсмана и Баклан, окрестности оз. Карасье, а также по историческим местам п-ва Янковского и на каскад Кравцовских водопадов. Южнее п. Краскино в северо-восточной части бух. Экспедиции расположено месторождение иловых грязей “Ясное” [Постановление от 28.12.2012]. Территория Хасанского МО может полностью служить в качестве модельного района для

развития экотуризма, поскольку обладает богатейшим на Дальнем Востоке России биоразнообразием [Сомова, 2018].

Для Яньбань-Корейского АО туристическая отрасль является одной из ключевых, что обусловлено особенностями местного этнического колорита и природными достопримечательностями мирового уровня. Основные достопримечательности округа: руины периода государства Бохай г. Сяньцзинтай в Хэлуне, объект всемирного наследия ЮНЕСКО Природный парк «Чанбайшань» [Tang L. et al., 2011; Wang Y. et al., 2023], международный снежный центр в горах Чанбайшань в Яньцзи, парк «Три границы» г. Хуньчунь в анклаве Фанчуань. В деревне живут этнические корейцы, сохранившие первобытную корейскую национальную культуру [Пейзажный ..., 2025]. Важной достопримечательностью является и площадь Тумэньцзян на стыке трех границ [Площадь Тумэньцзян, 2025]. Существенную долю посетителей Чанбайшаня составляют туристы из Южной Кореи, для которых г. Пэктусан имеет сакральное значение [Севастьянов, 2015; Деркачева, 2017; Wang Q. et. al., 2020].

На корейской территории отмечаются несколько объектов курортной зоны, открытых для иностранцев. Специальная зона Расон на северо-востоке КНДР является особым местом с пляжным курортом. Здесь находятся и горные курортные зоны. На границе КНДР и Китая расположен вулкан г. Пэктусан с кратерным оз. Чхон [Вулкан Пэктусан, 2024]. На территории провинции Хамгён-Пукто находятся много пляжей и горячие источники – в Сонхын и Хванчжин, альпинизм популярен на пик Кванмобонг и нагорье Мусан [Отдых в КНДР, 2025].

В КНДР развит и культурно-исторический туризм. В провинции Расон находятся останки Унгги Шелл Чонг, место эпохи неолита, и руины Наджинчодо, раскопанные в 1949 г. на о. Даэчодо в зал. Наджин. В Чхонгье-донге есть храм Чхонгьеса, построенный в 1433 г., а также залы Кванчжон и залы Симгеомданг [Rason Directly-Administered City, 2022].

Трансграничное сотрудничество в сфере туризма уже сейчас приобретает особое значение, в первую очередь благодаря международному транспортному коридору между провинцией Цзилинь, зоной Роджин-Сонбон и Приморским краем.

В 2015 г. представители Китая, Монголии и России подписали «Цзилиньскую декларацию» о взаимодействии в области развития туризма, что предполагает создание комплексной туристической транспортной системы, разработку механизма взаимодействия в административной сфере, решение туристических проблем в приграничных и прилегающих к ним регионах, обеспечение безопасности [Ван Б., 2016; Деркачева, 2017].

В настоящее время разработан и презентован российский трёхсторонний проект международного туристического кластера «Туристско-рекреационный комплекс в Хасанском округе РФ с осью движения по реке Туманная (Туманган)», включающий в себя круизный маршрут «Туманганский путь». Инициаторами проекта выступают Международная холдинговая группа «Туманганский путь» в сотрудничестве с российскими, китайскими, северокорейскими общественными организациями и компаниями. Проект предполагает создание международного трансграничного исторического туристического маршрута по р. Туманная «Туманганский путь» в территориальных водах РФ и КНР [Паспорт ..., 2024].

Охраняемые территории

Важной частью развития туристической инфраструктуры является обширная сеть особо охраняемых природных территорий. Большое внимание уделяется развитию экологического туризма.

В юго-западном Приморье на 2024 г. существуют: ФГБУ «Земля леопарда» и государственный природный биосферный заповедник «Кедровая Падь», Национальный парк «Земля Леопарда», Дальневосточный морской государственный природный биосферный заповедник ИБМ ДВО РАН под их юрисдикцией [ФГБУ Земля леопарда, 2025]; Заказник «Полтавский»; Природный парк «Хасанский»; рекреационные зоны «Посьетская» и «Красный утес»; памятники природы «Озеро Ковчег», «Пещера Богатая Фанза», «Участок лагуны Огородная и озеро Большое Круглое», «Сопка Сюдари», «Сопка Голубиный Утес», «Бухты Залива Посьета», «Бухта Миноносок». Также здесь находится пять видов водно-болотных угодий. Они не охраняются Рамсарской конвенцией, но

угодье «Озеро Хасан – дельта р. Туманная» внесено в перспективный список [Водно-болотные ..., 2024; Transboundary ..., 2025]. К редким и охраняемым птицам водно-болотных угодий относятся: даурский, черный и японский журавли, гуси, мандаринка и др. [Трансграничный ..., 2002; Берсенев, 2017; Бочарников, 2024a].

На 2002 г. на территории КНР в зоне бассейна р. Туманная существовали: Природный заповедник г. Чанбайшань; Природный заповедник Байхэ; Природный заповедник Феньвугу; Сосново-грибной провинциальный заповедник в деревне Минюэ. Позднее созданы Лаоелинский тигриный и Динсинский природные заповедники [Трансграничный ..., 2002].

На территории КНДР на 2002 г. существовала сеть из 64 охраняемых природных территорий различного уровня в пределах бассейна р. Туманная. В настоящее время достоверно известно о существовании международного биосферного заповедника на г. Пэктусан, объединенного в 1979 г. с китайским природным резерватом [Трансграничный ..., 2002; Вулкан Пэктусан, 2024].

Охраняемые территории являются одной из основ развития трансграничного сотрудничества. Неоднократно были предложены потенциальные трансграничные охраняемые природные территории согласно сведениям о глобальной значимости природных условий и логики развития ООПТ [Калихман, 2019]. 16 мая 2024 г. вступило в силу Соглашение между РФ и Правительством КНР о создании трансграничного резервата "Земля больших кошек", в состав которого входят государственный природный биосферный заповедник «Кедровая Падь», национальный парк «Земля леопарда» и «Северо-восточный национальный парк тигров и леопардов». Целью создания резервата является сохранение и восстановление уникальных популяций амурского тигра и дальневосточного леопарда и их мест обитаний. Предполагается сохранение биологического разнообразия экосистемы юго-западного Приморья России и горного района северо-востока Китая; содействие двустороннему сотрудничеству в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; развитие экологического туризма, экологического просвещения и воспитание граждан РФ и

КНР; осуществление долгосрочного экологического мониторинга и изучения естественной экологической системы [Дарман, 2025; Соглашение от 16.05.2024].

* * *

Река Туманная является самой крупной рекой в Приморском крае, впадающей в Японское море на западной границе зал. Петра Великого. Общая площадь ее водосбора составляет более 33 тыс. км². Большая часть бассейна расположена в пределах Маньчжуро-Корейских гор, что обусловило выраженный горный характер реки. Горы сложены гранитами, палеозойскими и мезозойскими песчаниками, сланцами с пластами каменного угля, известняками. На границе КНДР и КНР, в центральной части плоскогорья Чанбайшань, находится влк. Пэктусан (2744 м).

В нижнем течении, на участке 30–40 км от устья, река приобретает равнинный характер. Здесь расположены обширные заливные равнины и водно-болотные угодья Приморской низменности. Вдоль побережья зал. Петра Великого простирается полоса низких гор и увалов, сменяющихся местами низменными заболоченными участками.

Территория бассейна р. Туманная расположена в юго-восточной притихоокеанской части умеренного пояса Евразии. Климат отличается большими температурными амплитудами и неравномерным распределением осадков в течение года, что определено географическим положением, сложным рельефом и муссонным характером атмосферной циркуляции.

В бассейне р. Туманной распространены горно-лесные низкогорные ландшафты со смешанными, широколиственными лесами на лесных бурых почвах, горно-лесные базальтовых плато с широколиственно-кедровыми, широколиственными лесами на горно-таежных бурых почвах, лесостепные и степные равнинные абразионно-аккумулятивные ландшафты с типичными вейниково-осоковыми и другими группировками с участками широколиственных

лесов на бурых лесных торфяно-глеевых и других почвах, лесостепные и степные равнинные эрозионно-аккумулятивные ландшафты с типичными вейниково-осоковыми и другими группировками с участками широколиственных лесов и сельскохозяйственных земель на бурых лесных торфяно-глеевых и других почвах.

Длина реки составляет 549 км. На большем своем протяжении река является пограничной между КНДР и КНР, на последних 17 км до впадения в Японское море по р. Туманная проходит граница между КНДР и РФ. Согласно административно-территориальному устройству, 68,38% территории бассейна находится семи городских уездах Яньбань-Корейского автономного округа КНР, в границах двух провинций и города особого подчинения КНДР расположено 31,51% бассейна, и 0,11% находится в пределах Хасанского муниципального округа Приморского края РФ.

Соотношение частей территории бассейна в пределах трех стран отражается и в различном соотношении показателей социально-экономического развития. Территория Китая отличается большим развитием, по сравнению с частью КНДР и России. Численность населения в пределах административно-территориальных единиц составляет более 3 млн. чел. в КНДР, более 2 млн. чел. в КНР и 30 тыс. чел. в РФ. Экономическая специализация территории исследования включает в себя отрасли сельского хозяйства и марикультуры, целлюлозно-бумажную и химическую промышленность, горнодобывающий комплекс при ограниченных ресурсах полезных ископаемых, а также транспортно-логистическую и туристическую отрасль, определяемые географическим положением и биолого-климатическими условиями.

Основное антропогенное воздействие на территорию бассейна происходит в пределах КНР и КНДР, поскольку на их территории расположена основная часть бассейна р. Туманная. Россия, занимая незначительную долю в границах бассейна, испытывает последствия этого влияния, во многом не напрямую, а косвенно через загрязнение морской акватории, ухудшение местообитаний в водно-болотных угодиях в устьевой части реки и др.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

2.1. Понятие землепользования

Под *землепользованием* понимается использование земли в соответствии с установленным законом порядком [Васильева, 2023]. Земля как природный ресурс выступает как пространственный базис – территория для размещения и функционирования объектов человеческой деятельности, и как основное средство производства (например, в сельском и лесном хозяйстве). Природные свойства земли определяют ее характеристики как природного ресурса.

Природопользование – это использование человеком ресурсов, компонентов, природных процессов в целях функционирования общественных сфер. Это различные формы непосредственного взаимодействия и взаимоотношений человека и природных систем и процессов в соответствующих пространственно-временных масштабах с целью получения общественно значимых продуктов, услуг, энергии [Реймерс, 1974; Шейнгауз, 1984; Региональное ..., 2002].

Природопользование имеет с пространством как прямое, так и обратное воздействие. Оно зависит от физических и хозяйственных характеристик пространства, изменяет эти характеристики, сокращая или обогащая ресурсный и иной потенциал и перестраивая характер ландшафтов [Бакланов и др., 2005].

Землепользование, являясь типом природопользования, заключается в использовании земельных ресурсов в качестве базиса деятельности людей, в том числе по добыче и использованию других видов природных ресурсов и условий [Геосистемы ..., 2010]. Земельные ресурсы – это совокупность участков территории земной поверхности, обладающих конкретными природными условиями, природно-ресурсными свойствами, определяющими возможности их включения в производственную деятельность человека. В виде участков земли земельные ресурсы выступают одновременно как территории, на которых осуществляется

производственная деятельность, а также как предмет и необходимое средство производства в сельском и лесном хозяйстве, рекреационном природопользовании и т. д. [Региональное ..., 2002; ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002].

Землепользование подразделяется на одноцелевое и многоцелевое. Каждой цели соответствует функция земельных ресурсов – свойство земельного участка, используемое для достижения цели. Функции земельных ресурсов являются прямым продуктом социально-экономического развития. В соответствии с функциями можно выделить две системы использования земельных ресурсов: базисную и накладывающуюся. Первая монопольно использует землю как базис (прокладываются дороги, выращиваются сельскохозяйственные культуры и прочее). Накладывающиеся виды могут существовать как монопольные, и в условиях, когда земля используется в качестве базиса другими видами деятельности (например, селитебно-рекреационное использование земель). Базисная система использования земель делится на подсистемы.

Основные типы использования земель [Региональное ..., 2002]:

1.1. Базисная система: биопродуцирующая подсистема (агропользование, лесопользование и охотохозяйственный типы) и небиопродуцирующая подсистема (селитебный, промышленно-производственный, горнопромышленный и коммуникационный типы).

2. Накладывающаяся система: рекреационный и природоохранный типы.

2.2. Подходы к классификации типов использования земель

Согласно земельному законодательству Российской Федерации [Земельный кодекс РФ, 2025] по целевому назначению земли подразделяются на следующие категории:

- 1) земли сельскохозяйственного назначения;
- 2) земли населенных пунктов;

3) земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;

4) земли особо охраняемых территорий и объектов;

5) земли лесного фонда;

6) земли водного фонда;

7) земли запаса [Земельный кодекс РФ, 2025].

В. А. Николаев в своей работе «Ландшафтоведение» [2006] приводит геоэкологическую классификацию ландшафтов. В качестве оснований деления используются такие геоэкологические критерии, как степень антропогенной измененности ландшафтов (с учетом сохранности или нарушенности их естественного инварианта), наличие или отсутствие антропогенной регуляции, а также социально-экономические функции, выполняемые ландшафтами.

Общая геоэкологическая классификация ландшафтов представляется в следующем виде [Николаев, 2006]:

А. Природные ландшафты (сохраняющие естественный инвариант).

I. Условно коренные, хозяйственно не используемые.

II. Слабоэксплуатируемые (сукцессионно восстанавливаемые).

III. Особо охраняемые природные территории.

Б. Антропогенные ландшафты (утратившие естественный инвариант).

I. Целенаправленно созданные, антропогенно регулируемые.

1. Природно-хозяйственные. В данной категории выделяются сельскохозяйственные, лесохозяйственные, водохозяйственные, городские и др. селитебные, рекреационные, промышленные, транспортные ландшафты.

2. Природоохранные. Подразделяются на экологические сети «мягкого» ландшафтного регулирования и техногенные – «жесткого» ландшафтного регулирования.

II. Нарушенные, хозяйственное не используемые и нерегулируемые.

1. Непреднамеренно трансформированные, сформировавшиеся в ландшафтно-географических полях латерального вещественно-энергетического

влияния антропогенных объектов (зоны промышленно-энергетического загрязнения, подтопления, заболачивания, засоления и т. п.).

2. Постхозяйственные (утраченные, заброшенные и др.).

В данной работе изучение использования земель в пределах трансграничного бассейна было выполнено на основе космических снимков и программного аппарата ArcGIS. Единообразные картографические данные позволяют изучать трансграничную территорию в одинаковых условиях. Возможности дешифрирования позволяют определять категории земель по прямым и косвенным признакам. Таким образом, на основе приведенных выше классификаций и технических возможностей картографирования для изучения структуры использования земель бассейна р. Туманная была разработана классификация земель. Выделены следующие категории земель: природные – луга, редколесья, лесные земли, водные объекты; антропогенные – используемые сельскохозяйственные земли (поля), неиспользуемые сельскохозяйственные земли (залежи), рисовые поля (используемые и неиспользуемые), земли населенных пунктов, земли промышленного использования, карьеры, рубки, лесопосадки. Всего 12 типов использования земель.

2.3. Теоретические основы изучения трансграничных речных бассейнов

2.3.1. Определение и понятие трансграничных территорий

В общем понимании трансграничная территория – некоторая территория, пересекаемая какой-либо границей. Понятие «транс...» (от латинского «trans» - сквозь, через, за) определяется как «1) движение через какое-либо пространство, пересечение его; 2) следование за чем-либо, расположение по ту сторону чего-либо; 3) обозначение или передача через посредство чего-либо» [Советский словарь, 1983, С.1349]. Трансграничные территории обладают определенной спецификой –

через географическую среду осуществляются тепло-влагообмен, геохимические миграции, передача энергии, товаров, миграционные потоки [Ганзей, 2002].

Границы трансграничной территории можно выделять в зависимости от фактора их формирования: природные, природно-ресурсные, административные, техногенные, экономические, социокультурные, этнические, технологические, экологические, геоэкологические. Природные границы могут быть обусловлены как воздействием определенного природного фактора, так и процесса, например, определяться зоной распространения поверхностного водного потока (бассейны рек). Границы обладают свойствами полиструктурности и комплексности, т. к. на такой территории выделяются несколько не совпадающих в пространстве и времени границ в силу влияния разных факторов [Позаченюк и др., 2023].

Природные границы чаще всего определяются границами геосистемы. По определению В. Б. Сочавы, *геосистема – это земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом* [Сочава, 1978, с. 292]. Целостность геосистемы с характерной географической организацией определяет геосистемную дифференциацию, интеграцию, развитие и функционирование территории [Семенов, 2013].

Полиструктурность и полигенетичность является основой системного принципа функционирования геосистем, который отражает целостность развития сложных иерархических структур. Базисом для определения нового системного качества целостности является единое значение системы, определяющее целостность функционирования – выявление эффекта существования и силы проявления эффекта развития системы. При этом ключевым выступает тип функционирования, заключающийся в раскрытии процессов постоянного воспроизводства формы существования системы через взаимодействие его отдельных частей в рамках целостного. Этим обусловлено обособление отдельных направлений исследований. За счет изучения процессов функционирования разных типов геосистем отображаются свойства объекта, которые иллюстрируют его

специфику в составе непрерывно развивающихся сложных природных систем. Наблюдаемая дифференциация исследований раскрывает фундаментальные представления об организации геосистем и их функционирования [Михеев, 2001]. Членение территории на основе функциональной целостности с применение функционального подхода к решению фундаментальных и прикладных задач закладывает естественный базис для разработки программ оптимизации природопользования [Ретеюм, 1975].

Типичными примерами «обособленных» направлений являются направления, ключевой целью которых выступает изучение процессов формирования мозаичности и ориентированности геосистемной структуры территории.

В качестве объекта исследований могут выступать горные геосистемы. Горные территории отличаются структурной и функциональной сложностью по сравнению с равнинными, что обуславливает большее количество состояний природных систем [Плюснин, 2003]. Отдельно выделяются вулканогенные геосистемы, развитие и функционирования которых происходит под действием вулканической активности в любом виде проявления. Объектом исследований могут выступать острова как отдельные геосистемы (базисом направления является островная биогеография) [Ганзей, 2023].

Широкое развитие получил бассейновый подход к изучению территории, что связано с представлениями о водосборном бассейне как обособленной взаимообусловленной и взаимосвязанной геосистеме. Наличие системообразующих потоков создает функционально целостные природные геосистемы. В рамках данного направления разработана понятийно-терминологическая основа структурно-гидрографического, ландшафтно-геохимического изучения, районирования, моделирования и картографирования бассейновых геосистем и решения проблем природопользования [Корытный, 2001].

Геосистемы тесно взаимосвязаны и взаимодополняют друг друга, поэтому направления исследований не существуют сами по себе. Например, при изучении горных геосистем проводят анализ бассейновых геосистем [Плюснин, 2003].

Природно-хозяйственные трансграничные геосистемы, сформировавшиеся в единых природно-климатических условиях, нередко характеризуются существенными трансграничными дисбалансами, что сказывается на процессах их функционирования. При исследовании трансграничных геосистем широкое применение нашел бассейновый и структурно-геоморфологический подход, что связано с различиями в административно-хозяйственном устройстве соседствующих государств и отсутствием оснований проводить сопоставимые сравнения на основе социально-экономических показателей [Ганзей, 2004б].

Бассейновые геосистемы, являясь природными образованиями, в результате влияния человека изменяются и к природным составляющим геосистем привносятся новые элементы антропогенного происхождения (включая компоненты населения и хозяйства). Совокупность природных, хозяйственных и экономических составляющих формирует интегральную геосистему. Она, выступая объектом географических исследований, представляет собой взаимосвязанный и сопряженный комплекс природных, природно-ресурсных, социальных и экономических компонентов. Пространственные структуры интегральных геосистем следует рассматривать как наиболее полный объект планирования и управления устойчивым пространственным развитием. Для этих целей эффективным инструментом являются современные геоинформационные системы и технологии [Бакланов, 2020].

В зависимости от типа освоения происходят разные типы изменений геосистем, что вызывает динамику их природно-ресурсного потенциала, формирование разных уровней экономической эффективности и трансформацию экологического потенциала [Бакланов, 2000]. Сохранение устойчивого функционирования геосистем при вовлечении в хозяйственную деятельность базируется на учёте и поддержании их экологического потенциала, сформированного в результате спонтанного эволюционного развития. Геосистема представляет собой базисную основу ресурсных свойств географической оболочки, является основой хозяйственного развития территории [Ганзей, 2023].

При пересечении природной трансграничной территории/геосистемы государственной границей образуются приграничные территории. Они непосредственно прилегают к государственной границе, испытывают на себе наибольшее влияние соседней страны и обладают дополнительным потенциалом развития и международного сотрудничества, который складывается из следующих факторов [Приграничные ..., 2010]:

1. Географическое положение приграничной территории, ее близость к государственной границе – примерно до 100 км при 1,5–2-часовой доступности.
2. Специфическая инфраструктура, определяющая транзитный потенциал территории: наличие транспортных и энергетических переходов государственной границы; наличие инфраструктуры пограничного и таможенного контроля, связи, объектов сервиса и др.
3. Возможность широкого использования потенциала и ресурсов приграничья соседней страны, в том числе природных.
4. Возможность привлечения к различным формам сотрудничества населения из приграничья одной страны в приграничье другой и наоборот.
5. Возможность вовлечения в различные формы международного сотрудничества значительной доли населения приграничья (до 50% и более).
6. Широкое использование рынков двух стран в пределах территорий, прилегающих к границе.
7. Возможность развития в приграничье целостного сочетания видов деятельности на основе взаимовыгодного международного сотрудничества [Бакланов, 2008].

Также приграничная территория каждой из сторон испытывает устойчивые интересы сопредельного государства к природным ресурсам, сфере рынка, транзитному потенциалу и т. п. Подкрепление интереса межгосударственными договорами и соглашениями подтверждает заинтересованность приграничных стран в поддержании и развитии добрососедских отношений, в стабильности социально-экономического и политического развития. Таким образом возникают определенные геополитические интересы [Бакланов, 2010].

При рассмотрении приграничной территории как части единой географической системы, ее изменение и динамика часто определяются рядом факторов, расположенных по другую сторону границы. Комплексный анализ такой территории возможен лишь с учетом естественных и антропогенных процессов, происходящих на соседней приграничной территории в пределах другого государства. Приграничную территорию следует рассматривать как трехуровневую с инфраструктурными, экономическими и административными границами в пределах национального, регионального и локального уровней [Ганзей, 2004а].

Таким образом, *приграничная территория* – «определенная территория, которая является частью геосистемы региональной размерности, разделенной государственной границей и одновременно природно-хозяйственным районом (или их сочетаний), политическая, экономическая, социальная, культурная и экологическая ситуация в пределах которого в существенной мере зависят от развития прилегающей территории соседнего государства и в свою очередь оказывает влияние на нее» [Ганзей, 2004а, С. 12].

В процессе многостороннего взаимовлияния и взаимодействия приграничных территорий формируется *международная трансграничная территория* более высокого иерархического уровня – «территория, состоящая из взаимодействующих приграничных территорий, прилегающих к государственной границе двух или более соседних стран и обладающих сочетаниями природных ресурсов и тех или иных видов хозяйственной деятельности, природным основанием которых является либо единая геосистема, либо сочетание двух и более геосистем регионального уровня, взаимодействующих в зоне государственной границы» [Ганзей, 2004а, С. 14].

Это комплексная географическая структура, сочетающая в себе определенные природные ресурсы, объекты инфраструктуры, расселения населения и его хозяйственную деятельность, а также она определяется едиными природными законами функционирования геосистемы, взаимосвязанностью и взаимообусловленностью природных и социально-экономических процессов в ее пределах. При рассмотрении международной трансграничной территории как

сложной природно-антропогенной системы необходим комплексный подход, основанный на сочетании структурного, эволюционного и функционального анализа [Ганзей, 2004а, 2004б].

Политические границы выполняют два типа функций – разделительную барьерную и контактную. Последняя подразумевает режим сообщения с сопредельными территориями, благоприятными для развития взаимовыгодных экономических, культурных и других связей. Барьерность заключается в наличии препятствий для трансграничных потоков. Преодоление этой функции границы осуществляется на нескольких уровнях: уровень функционирования природных объектов и процессов, этнокультурные особенности приграничного социума, экономический, геоэкологический и политический [Колосов, 1997; Волинчук, 2009; Трансграничный регион, 2010; Зыков, 2016].

Функционирование различных частей единой трансграничной территории может различаться, а их взаимовлияние может быть весьма существенным. Важное и необходимое условие исследования такой территории – анализ изменения ее структуры под влиянием внутренних процессов развития и внешних антропогенных воздействий. Такие оценки позволяют проследить причинно-следственные связи при разработке программ устойчивого природопользования. Негативное действие, приводящее к разрушению устойчивой структуры на одной из их частей, неизбежно скажется на изменении функциональных связей в геосистеме в целом.

В рамках концепции устойчивого развития единство трансграничной территории определяется поддержанием экологически непрерывного развития всей территории [Ганзей, 2004а]. Наиболее ярко противоречия выражаются в социально-экономической и экологической сферах в силу разных экономических стратегий развития стран, различий применяемых экологических технологий, воздействий и ограничений при хозяйственной деятельности, а также желания получить краткосрочные выгоды.

Существует несколько вариантов формирования геополитических отношений соседних стран в пределах трансграничных территорий [Бакланов,

2008]. Один из них – формирование асимметрии геополитических отношений, когда целостную трансграничную территорию образуют три и более приграничные территории. Примером является международная трансграничная бассейновая геосистема р. Туманная, которая состоит из приграничных территорий трех стран: России, Китая и КНДР. Также здесь отмечается заинтересованность сотрудничества от Республики Корея, Японии и Монголии. Пересечение геополитических интересов более трех стран в пределах приграничных и трансграничных территорий формирует более сложные геополитические отношения, требующие правового регулирования. К уникальной территории бассейна р. Туманная, выходящей к Японскому морю, был приурочен международный проект регионального развития «Туманган» [Ганзей, 2007].

Особые связующие свойства международной трансграничной территории придает наличие транспортных переходов. В этом случае зоны экономического тяготения в них резко увеличиваются, вытягиваясь вдоль транспортных подходов к границе. Трансграничная территория начинает выполнять и значительные транзитные функции [Приграничные ..., 2010].

2.3.2. Бассейновый подход в изучении трансграничных территорий

Целостными геосистемами высшего уровня являются полные водосборные бассейны крупных рек, морские бассейны. В пределах таких геосистем замыкаются многие ресурсно-экологические связи, реализуются основные природные процессы, их динамика. Если целостная геосистема входит одновременно в две страны и более, то и в этом случае ее необходимо рассматривать и оценивать на высшем уровне как единую геосистему.

Бассейновая концепция организации территории, разрабатываемая отечественными географами [Корытный, 2001; Ретеюм, 1975; Антипов, 2000 и др.], предлагает свой методологический подход районирования территории. Геосистемы, выделенные в пределах речных и озерных бассейнов,

рассматриваются как основная форма интеграции геосистем суши. В бассейне «... функционирует взаимообусловленная и взаимосвязанная система природных компонентов, подсистем и геосистем меньшей размерности, объединенная в единое целое как совместным развитием в одних орографических границах, так и потоками энергии и вещества» [Корытный, 2001, С. 29].

Мильков Ф. Н. подчеркивает особый характер речных бассейнов и рассматривает бассейн как парагенетическую систему с водораздельными, долинно-речными, пойменными подсистемами. Бассейн является и интегральной природно-хозяйственной системой, поскольку содержит в себе и область взаимодействия природы и общества [Мильков, 1981, 1986].

При районировании крупного бассейна используется нисходящая порядковая классификация речных систем, обычно применяется порядковая классификация Р. Хортона – А. Стралера [Horton, 1945], начиная от истоков рек. Элементарным потокам присваивается порядок I, их слияние образует реки порядка II, и т. д. Геосистемы бассейнов рек порядка V отражают основные ландшафтные и экологические характеристики бассейна [Бакланов, 2008]. Такой методологический подход имеет свои преимущества при расчете балансов загрязняющих веществ, гидрологических параметров, миграции токсических элементов и т. п. [Антипов, 2000].

В развитие бассейновой концепции в природопользовании особый вклад внес Л. М. Корытный. Он систематизировал основные положения, представляя речной бассейн как *«особую пространственную систему суши, обладающую мощным интегрирующим фактором – водным потоком, направленным по падению склонов и тальвегам, и четкими границами – водоразделами»* [Корытный, 2017. С. 7]. Интегрирующие свойства водного потока позволяют рассматривать бассейн как целостное системное образование с позиций комплексной физической географии. Сущность бассейна выражают его структуры склонового строения и гидрографической сети, тесно связанные между собой. К функциям бассейна относятся трансформация осадков, дренажная, транзитная и др.

Бассейновая концепция Корытного Л. М. имеет как естественно-научные, так и гуманитарные обоснования, что позволяет считать бассейн интегральной природно-хозяйственно-демографической системой (рис. 2.1). Бассейны рассматриваются как природная геосистема высокой степени целостности, сочетающая абиогенную основу со специфическими рядами функционирования биоты, как наиболее подходящий объект для всестороннего применения системного подхода. В связи с универсальностью бассейнов, т. к. это самые распространенные на поверхности суши природные комплексы, они играют особую геоэкологическую роль в структуре биосферы. Именно бассейны представляют собой наиболее естественную основу решения любых задач и проблем в сфере природопользования [Капотов, 1992; Корытный, 2017].



Рисунок 2.1. Теоретические обоснования бассейновой концепции в природопользовании [Корытный, 2017]

Бассейновый подход к природопользованию и управлению природными ресурсами по Л.М. Корытному основывается на следующих положениях:

- восстановление механизма воспроизведения природных ресурсов имеет стратегическое значение для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения;
- стабильность и устойчивость экосистемы речного бассейна строится с учетом факторов единства социально-эколого-экономической системы;
- управление природными ресурсами в бассейне требует гибкой политики при установлении экологических нормативов и ограничений в производственно-хозяйственной деятельности;

— усовершенствование законодательно-правовых основ природопользования;

— усовершенствование экономического механизма путем направления средств за использование природных ресурсов на их воспроизведение и охрану;

— воспроизведение и охрана природных ресурсов предполагают реализацию профилактических, организационных, инженерно-технических и контрольно-ограничительных мероприятий [Корытный 2001; Власова, 2019].

Как и любая природная территория/геосистема, водосборный бассейн может быть трансграничной территорией, пересекаемой государственной границей. Тогда специфика природопользования территории определяется не только бассейновым характером, но и воздействием дифференцированных экономик соседних государств. На природопользование влияет ряд природных, социально-экономических и политико-институциональных факторов. В пределах таких геосистем наиболее сильно проявляются все различия в хозяйственной и природоохранной политике соседних государств. Особенно сильно проявляются негативные воздействия на окружающую среду [Бакланов, 2008].

Изучение всего комплекса проблем, влияющих на эффективность природопользования и экологическое состояние трансграничных геосистем, а также факторов, нарушающих их структурную организацию и функционирование, является одной из основных задач при разработке программы устойчивого природопользования для всего бассейна.

Координация совместных действий стран, находящихся в верхнем и нижнем течении реки, может привести к разработке эффективной политики управления бассейном. Действия стран могут быть основаны на трех принципах:

— рассмотрении проблемы как единой, общей, всеобъемлющей для всех стран, входящих в бассейн;

— едином иерархическом пространственном подходе, в котором бассейн рассматривается как система, состоящая из нескольких подсистем;

— необходимости проведения определенных институциональных изменений для перехода от фрагментарного решения проблем к комплексному.

При этом для осуществления совместного управления речным бассейном необходимо наличие трех предпосылок: хорошей политической атмосферы в отношениях между странами; эффективной правовой и институциональной организации и координации при выполнении международных соглашений и планов; оперативного реагирования на проблемы финансового и технического сотрудничества при их решении на основе обмена информацией.

Существующий разрыв между теорией управления речным бассейном и ее практическим воплощением обусловлен институциональными различиями в использовании поверхностных вод в разных странах, трудностями во взаимодействиях между ними, источником которых зачастую являются культурно-национальные, социальные, экономические и политические проблемы, связанные с ориентацией на одноразовое использование водных ресурсов. Переговоры по использованию водных ресурсов трансграничных рек и поддержанию их экологического состояния требуют много времени и учета законных интересов всех участников [Бакланов, 2008].

2.4. Использование данных дистанционного зондирования для картографирования использования земель

Особое значение в географических исследованиях принадлежит картографическому методу. Карта является источником тематической информации об исследуемой территории, а при помощи картографирования возможно изучить закономерности и пространственное размещение географических объектов. 70-е гг. XX в. – период интенсивного развития картографического метода, что связано с внедрением ЭВМ и использованием космических (КС) и аэрофотоснимков [Ермошин и др., 2012].

Географическая информационная система (ГИС) – компьютерная технология, применяемая для картографирования и анализа объектов реального мира. В 1970-80-х гг. государственная поддержка стимулировала развитие ГИС. Важные значения имели научные и теоретические работы в области картографии по оценке пространственных взаимосвязей между геообъектами, а также изучение количественных методов в географии в США, Канаде, Англии, Швеции. Теоретическая база позволила заложить основу мировых автоматизированных систем навигации, а также систем получения данных дистанционного зондирования поверхности Земли. 1980-е гг. ознаменовались бурным развитием коммерческих «настольных» ГИС за рубежом, расширяющих область применения геоинформационных технологий, в т. ч. до пользовательского уровня индивидуальной работы с картографическими данными [Денисов, 2015]. В России до 1980-х гг. ГИС разрабатывались Министерством обороны, с начала 1990-х началось развитие специализированных и коммерческих ГИС [Ананьев, 2003].

Термин ГИС является дословным переводом с английского "Geographic(al) information system". Одно из первых определений ГИС в русской литературе гласит: *«ГИС — это аппаратно-программный человеко-машинный комплекс обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением природной средой и территориальной организацией общества»* [Лурье, 2008, с. 28].

ГИС глубоко связаны с картографией и дистанционным зондированием. Эти области науки имеют общий объект изучения и проблемную ориентацию. Но каждая из наук использует свой метод изучения геосистем: картография на основе создания образно-знаковой модели действительности, ГИС – на основе построения цифровой информационной модели, а аэрокосмические исследования используют дистанционно полученные геоизображения – «снимковые» модели. Общим звеном здесь является географическая пространственно-определенная информация,

представленная в той или иной форме. Результаты исследований представляются в виде картографических изображений, получаемых на основе моделирования или дешифрирования снимков [Денисов, 2015].

В современном мире ГИС получили широчайшее применение. Они предназначены для сбора, хранения, анализа и графической визуализации объектов, имеющих географическую привязку, а также связанной с ними атрибутивной информации. ГИС работают с графическими и тематическими базами данных, используются для моделирования и расчетов, создания тематических карт и атласов [Зенгина, 2011].

В геоэкологическом картографировании основополагающее значение имеют картографические источники – это топографические и обзорные карты, тематические карты и атласы, материалы аэрокосмических съемок и их обработки [Кочуров и др., 2009]. В данной работе были использованы КС спутника Европейского космического агентства (ESA Sentinel-2A). Пространственное разрешение съемочной системы от 10 до 60 м, варьирует в зависимости от спектрального диапазона, ширина полосы захвата – 290 км. Сочетание относительно высокого пространственного и высокого спектрального разрешения, значительной полосы захвата является уникальным преимуществом съемочной системы Sentinel-2 [Космические снимки, 2025].

В первую очередь материалы дистанционного зондирования применяются для выявления структуры землепользования, ареалов нарушения, загрязнения и деградации природной среды. Выделение видов использования земель по КС производится преимущественно по прямым дешифровочным признакам. Среди четырех категорий использования земель, принятых в системе эколого-географических исследований (неиспользуемые, используемые как естественные угодья, возделываемые и застроенные), наиболее четко дешифрируются две последние благодаря четким очертаниям и правильным геометрическим формам. Выделяются площадные (сельскохозяйственные поля, сады, орошаемые земли, населенные пункты, участки лесоразработок, пром. зоны) и линейные объекты (дороги, каналы, трубопроводы, линии электропередачи) [Непоклонов и др., 2020].

Достоверность определения видов использования земель по КС составляет 80–90%. Карты использования земель отличаются достаточно высокой точностью и детальностью представленных на них данных, аналогично картам, составленным по крупномасштабным планам землепользования [Кочуров и др., 2009].

Распространенным приемом географического дешифрирования является определение одних компонентов ландшафта по другим. Его методологической основой служат взаимосвязь и взаимозависимость компонентов ландшафта, обусловивших появление раздела географической науки – ландшафтной индикации. В качестве индикаторов в зависимости от географических условий выступают отдельные компоненты природной среды – частные индикаторы. Чаще в такой роли выступают растительность и рельеф [Лабутина, 2004].

Программное обеспечение для создания ГИС о землепользовании в бассейне р. Туманная

Картографирование территории бассейна р. Туманная, а также обработка и дешифрирование КС производилось в программном комплексе ArcMap 10.8 и ArcGIS Pro. Приложение ArcMap используется для создания и редактирования наборов данных. Дополнительно были использованы общие программные приложения ArcCatalog и ArcToolbox. На основе цифровой модели рельефа с использованием приложения Model Builder, инструментов пространственного анализа и «гидрология» в программе ArcGIS Pro была построена цифровая модель системы водотоков и бассейнов р. Туманная [Djokic D., 1999; Лурье, 2008; Кащавцева, 2011; Giridhar et al., 2015; Что такое ArcMap, 2025].

Единообразные картографические данные позволяют корректно сравнивать три части трансграничного бассейна. Главным источником информации были использованы космические снимки за май, июнь и сентябрь 2019 г. и 2020 г. аппаратов Sentinel-2 и Landsat-8 [EarthExplorer, 2025]. С использованием программного пакета ArcGIS Pro было выполнено дешифрирование космических снимков путем создания векторных слоев с выделением полигональных и линейных объектов.

В качестве источников дополнительной картографической информации, позволяющих более точно оценить структуру использования земель, были использованы базовые карты программного комплекса ArcGIS Pro [Базовые карты, 2025]. В данной работе использовался слой World Imagery ArcGIS. Кроме этого, была использована открытая программа SAS.Планета (SAS.Planet/SASPlanet), которая предназначена для просмотра и загрузки спутниковых снимков высокого разрешения и обычных карт, представляемых сервисами Google Earth, Google Maps, Bing Maps, DigitalGlobe, “Космоснимки“, Яндекс.карты, Yahoo! Maps, VirtualEarth, Gurtam, OpenStreetMap, eAtlas, iPhone maps, карты Генштаба и др. [SAS.Планета, 2025].

2.5. Количественная оценка структуры использования земель

Развитие ГИС-технологий и применение количественных методов позволяет анализировать тематические карты и схемы дешифрирования космических снимков, где отражается реальный *природно-хозяйственный рисунок территории* – «пространственная мозаика, которую образуют на земной поверхности участки, соответствующие развитым на этой территории ПТК или микрообразованиям комплексного характера» [Викторов, 1986, с. 6].

«Элемент ландшафтного рисунка, представляющий собой участок земной поверхности, соответствующий ПТК определенного ранга, называется ландшафтным контуром» [Викторов, 1986, с. 14]. Контур – элементарная составляющая рисунка, а линия, очерчивающая его – граница контура. В настоящем исследовании составляющими природно-хозяйственного рисунка являются типы использования земель.

Для характеристики сложности и разнообразия структуры использования земель был выбран ряд показателей. Их анализ позволяет выявить и охарактеризовать особенности структуры землепользования исследуемой территории и определить пути ее развития (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Показатели ландшафтной структуры, использованные для анализа структуры использования земель [Викторов, 1986; Маргалеф, 1992; Пузаченко и др., 2002, 2004; Соколов, 2014; Позаченюк, 2017]

| № 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 природно-территориальный комплекс | 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 | $D_{mg} = \frac{(n-1)}{\ln S}$ |

Существует множество количественных приемов анализа картографического рисунка. Преимущественно выделяются пять групп геометрических особенностей – состава, формы, ориентировки, метрических и топологических особенностей взаиморасположения. Согласно классификации приемов анализа рисунка [Викторов, 1986; Викторов, 2014], первую группу в классификации приемов анализа рисунка образуют количественные характеристики состава картографического рисунка. Большинство показателей – функции таких аргументов, как число составляющих, размеры и количество контуров, площади составляющих и отдельных контуров. Отдельно выделяется подгруппа простейших

показателей, которые получают непосредственно с карты (табл. 2.1). Они дают самый приближенный анализ рисунка и служат «фундаментом» для дальнейшего расчета показателей.

Показатели второй подгруппы нацелены на характеристику пространственной структуры картографического рисунка, выражающейся в форме и размерах элементов, их взаимном расположении, ориентации, частоте встречаемости, разнообразии, однородности или контрастности [Викторов, 1986; Плюснин, 2003].

Степень дробности (мозаичности) структуры позволяет судить, насколько относительно велики по площади, как часто сменяют друг друга в пространстве индивидуальные контуры, составляющие определенную территорию [Ивашутина, 1969]. В данном случае индекс дробности (табл. 2.1) показывает среднее количество контуров на территорию исследования [Занозин и др., 2020].

По мнению К. И. Геренчука с соавторами (1969) сложность структуры ландшафтов в общем виде прямо пропорциональна числу морфологических единиц и обратно пропорциональна их среднему размеру. Т. е., коэффициент сложности означает отношение количества контуров на среднюю площадь контуров внутри территории (табл. 2.1), тогда как средняя площадь контуров – это отношение общей площади исследуемой территории к количеству ландшафтных выделов в ней [Геренчук и др., 1969; Занозин и др., 2020].

Коэффициент раздробленности показывает средний размер площади индивидуального контура (ПТК) в процентах (или в долях единицы) от общей площади исследуемой территории [Ивашутина, 1969; Соколов, 2014].

Отдельно можно рассмотреть показатели, которые касаются оценки разнообразия. К ним относится энтропийная мера сложности и ее производные, а также индекс Маргалефа. В ландшафтоведении сложилось два основных подхода к изучению ландшафтного разнообразия. В настоящей работе адаптирован и применен подход, основанный на качественном и количественном анализе структуры использования земель территории с использованием различных

математико-статистических коэффициентов [Иванов, 2006; Мирзеханова, 2007; Соколов, 2014].

Общую трактовку разнообразия У. Р. Эшби вводит через множество возможностей или различных классов объектов и вероятности принадлежности элемента соответствующему классу. У. Р. Эшби прямо связывает представление о разнообразии с теорией информации, а Р. Маргалеф определяет разнообразие как меру информации [Эшби, 1959; Маргалеф, 1992; Пузаченко и др., 2002].

Для определения энтропийной меры сложности (H) используется формула К. Шеннона для энтропии дискретного множества частот [Shannon, 1948; Розенберг, 2010] (табл. 2.1). Расчет показателя позволяет выявить вероятность смены одного типа полигона другим. Чем однороднее участок, тем меньше неопределенность принадлежности элементарной площадки. Для количественного анализа рисунка также используются производные энтропийные структурные показатели, которые направлены на оценку организованности строения территории. У. Р. Эшби предложил измерять сложность системы ее разнообразием, или числом состояний, в которых она может находиться – это максимально возможная (H_{\max}) энтропийная мера сложности (табл. 2.1). Число состояний географических систем может быть очень велико, поэтому мерой разнообразия принято считать не само число, а его логарифм [Эшби, 1959; Ганзей, 2010; Мишина 2005; Плюснин, 2003].

Мера однообразия (H_1) вычисляется по отношению абсолютной энтропии к максимально возможной (табл. 2.1). Это мера неуравновешенности (по Б. В. Виноградову) или абсолютной организованности (по В. М. Плюснину). По мнению Ю. Г. Пузаченко и др. [2002] это выражение определяет доминантность. Чем больше максимально возможное разнообразие отличается от измеренного, тем выше доминирование какого-либо типа элементарных территориальных единиц.

Если энтропию H разделить на H_{\max} , то получаем оценку выравнинности рангового распределения. Чем меньше выравнинность, тем выше эффективность хозяйственной деятельности. Чем больше выравнинность, тем более эффективна стратегия сохранения разнообразия, т. е. значение отражает меньшее антропогенное влияние [Виноградов, 1998; Плюснин, 2003; Пузаченко и др., 2002].

Уменьшение неопределенности можно связать с увеличением организации системы, а мерой упорядоченности (относительной организацией) (по Б. В. Виноградову) или сложности (по В. М. Плюснину) будет служить разность между единицей и мерой однообразия или относительной энтропией (R). Данный показатель (табл. 2.1) является наиболее информативным. Пределы его распространения находятся в интервале от 0 до 1 [Викторов, 1986; Виноградов, 1998; Плюснин, 2003]. Если значение равно 0, то система полностью разбалансирована, если 1, то система наиболее организована и сбалансирована, т. е. эволюционно находится на этапе зрелости с чертами самоорганизации и установившимися связями [Ганзей, 2012].

Согласно методике Р. Маргалефа, заимствованной из наук биологического цикла, под разнообразием понимается число и частота встречаемости типов использования земель в пределах какого-либо региона, отражающее структурно-генетическую неоднородность территории. Большая величина индекса соответствует большему разнообразию (табл. 2.1). При подсчете индекса используется число контуров и логарифм от числа общей площади территории [Маргалеф; 1992; Пузаченко и др., 2002; Ганзей, 2010; Позаченюк, 2017].

Для анализа взаимосвязи различных количественных показателей были построены корреляционные матрицы. Статистическая обработка результатов наблюдения позволяет определить количественные показатели тесноты связей и явлений путем корреляционного анализа. Формула расчета коэффициента корреляции построена таким образом, что если связь имеет линейный характер, то коэффициент Пирсона количественно оценивает тесноту этой связи [Баврина, 2021; Филандышева, 2015]:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} ,$$

где x – показатель разнообразия, y – площадь контура [Ганзей, 2010].

Значения коэффициента находятся в интервале от -1 до 1. Знак коэффициента корреляции очень важен для интерпретации полученной связи. Если знак коэффициента линейной корреляции положительный, то большей или меньшей величине одной переменной соответствует большая или меньшая величина другой переменной. При увеличении (уменьшении) одной переменной увеличивается (уменьшается) и другая – это прямо пропорциональная зависимость. Если же у коэффициента корреляции получен знак «минус», то большей величине одного признака соответствует меньшая величина другого. Это обратно пропорциональная зависимость. При $r=0$ между переменными x и y нет никакой связи [Доннелли, 2007; [Филандышева, 2015].

Следует отметить, что малые величины коэффициента корреляции не всегда являются показателями слабой связи между элементами. Они могут свидетельствовать и о сложности связей, а также о сложности природных и социально-экономических процессов [Филандышева, 2015].

2.6. Концепция эколого-хозяйственного баланса

Экологическая оценка и картографирование территории, включающие характеристики природы, хозяйства и социума, служат информационной основой для определения экологических проблем и правильного их решения.

В результате неразумной хозяйственной деятельности на территории многих регионов произошли глубокие изменения природной среды, имеющие следствием истощение природно-ресурсного потенциала и препятствующие дальнейшему социально-экономическому развитию. Взаимосвязи между качеством среды территории, потребностями ее населения и возможностями их удовлетворения могут быть в полной мере сбалансированы только при корректной оценке природных ресурсов, целесообразности и объеме их потребления и возможности компенсации потребляемой части природно-ресурсного потенциала. Перевод природной или природно-антропогенной системы в другое состояние, более

благоприятное для выполнения его социально-экономических функций, возможен на основе ландшафтного землеустройства. Ландшафт в данном случае – это не только природно-территориальный комплекс, но и вмещающий его социум. Организация управляемой территории – это устройство всей хозяйственной деятельности социума, в том числе входящих в него ландшафтов [Кочуров, 2007].

Геосистемный анализ обеспечивает оценку естественного эколого-ресурсного потенциала геосистем на основе учета их инвариантных природных свойств и позволяет установить степень благоприятности существующих в настоящее время природно-ландшафтных условий для жизнедеятельности человека в целях оптимального пространственно-временного приспособления к ним социально-экономических систем. Полученные в результате такого анализа знания помогают выяснить потенциальные возможности ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам при организации неистощительного природопользования. Мониторинг и прогноз развития природно-ландшафтных условий предназначен для определения территории для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности [Кочуров и др., 1987, 2008].

Гармоничное взаимодействие между природой и обществом, достижение «экологического равновесия» возможно с помощью саморегуляции экологических систем, путем ноосферизации биосферы и сохранения в ней природного равновесия. Задача современной географии состоит в изучении природы в связи с человеком. Проблемы взаимодействия должны решаться в эволюционном аспекте на основе выделения причинно-следственных закономерностей и корреляционных связей между данными явлениями. Решение проблемы отношений в системе «человек-общество-природа» возможно при интеграции подходов экологии и географии на трех уровнях научного осмысления действительности – географическом, геоэкологическом и геоэкосистемном [Бочарников, 2014].

Современные интегральные геосистемы развиваются под влиянием общих закономерностей и формируют ландшафтную среду жизни человека со своими специфическими территориальными особенностями [Бочарников, 2024б]. Начиная с 1992 г., в рамках Конвенции о биологическом разнообразии [Конвенция ООН от

05.06.1992], стали вестись согласованные международные действия по сохранению безопасной экологической среды и ценностей разнообразия живой природы. В настоящее время решение экологических проблем является полноправной частью политики многих стран, в том числе России [Бочарников, 2023б].

Концепция эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) направлена на организацию постиндустриального, экологически совместимого и безопасного общества. Предполагается создание новых пространственных форм природопользования – экологических структур устойчивого развития, где техногенные образования встраиваются в природные системы и образуют устойчивый и сбалансированный симбиоз – геоэкоосоциосистему [Кочуров, 1999].

По определению Кочурова Б. И. **эколого-хозяйственный баланс территории** есть *«сбалансированное соотношение разных видов деятельности и интересов различных групп населения на территории с учетом потенциальных и реальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое развитие природы и общества, воспроизводство природных (возобновимых) ресурсов и не вызывает экологические изменения и последствия»* [Кочуров, 2003, С. 258]. Особое внимание уделяется состоянию пространства, устройству территории.

Главным содержанием ЭХБ является совершенствование структуры землепользования и создание на его основе новых структур соответствия элементов ландшафта и видов использования земель и ориентация на постоянное расширение природных систем жизнеобеспечения человека. Особую значимость имеет повышение устойчивости за счет управляемости со стороны человека интенсивно используемых ландшафтов – *«природно-антропогенных систем, что достигается соответствием направленности природных процессов и социально-экономических систем и применением экологически приемлемых и природосовместимых технологий»* [Кочуров, 2003, С. 260].

Для определения ЭХБ территории используются следующие характеристики: распределение земель по их видам и категориям, площадь природоохранных территорий, площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки, напряженность эколого-хозяйственного состояния (ЭХС) территории, интегральная

антропогенная нагрузка, естественная защищенность территории, экологический фонд территории.

Управление природными ресурсами, в т. ч. земельными, осуществляется в рамках административных единиц. Соответственно, они рассматриваются в качестве объекта изучения эколого-хозяйственных систем. В качестве исходных данных для расчета ЭХБ выступают данные статистической отчетности земельного фонда определенной территории. Так как единообразные статистические данные для КНР, КНДР и РФ собрать затруднительно, в данной работе за основу расчета были взяты категории земель, полученные в результате дешифрирования. Классифицированные и картографированные типы использования земель были распределены по категориям земель согласно системе показателей ЭХБ.

Бассейновые системы являются природными геосистемами высокой степени целостности, состоящие из подсистем более низкого уровня, что позволяет применить концепцию ЭХБ как для административных единиц, так и в границах природных образований. Соответственно, вычисление произведено в рамках административно-территориального деления и бассейновой системы р. Туманная.

Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель вводятся экспертные балльные оценки (табл. 2.2). Каждый вид земель получает соответствующий балл, после чего земли объединяются в однородные группы; от АН – минимальной на землях естественных урочищ и фаций до максимальной АН – на землях, занятых промышленностью, транспортом.

Таблица 2.2 – Классификация земель по степени АН [Кочуров, 1999]

| Степень АН | Балл | Виды и категории земель |
|---------------|------|---|
| Высшая | 6 | Земли промышленности, транспорта городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли |
| Очень высокая | 5 | Орошаемые и осушаемые земли |
| Высокая | 4 | Пахотные земли; ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы, используемые нерационально |
| Средняя | 3 | Многолетние насаждения, рекреационные земли |
| Низкая | 2 | Сенокосы; леса, используемые ограниченно |
| Очень низкая | 1 | Природоохранные и неиспользуемые земли |

Группировка земель по степени АН позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях (1). Ими являются коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности ЭХС территории, т. е. отношения площади земель с высокой АН к площади с более низкой АН:

$$K_a = \frac{АН_6}{АН_1}; K_o = \frac{АН_4+АН_5+АН_6}{АН_1+АН_2+АН_3}. \quad (1)$$

Коэффициент K_a показывает отношение площади сильно нарушенных горными разработками, промышленностью и транспортом земель к площади малотронутых или нетронутых территорий. Это соотношение крайних по своему значению величин должно привлекать к себе особое внимание с целью уравнивания сильных антропогенных воздействий с потенциалом восстановления ландшафта и поддержания на соответствующем уровне необходимой площади заповедников, заказников и других природоохранных территорий. Чем больше их, тем ниже коэффициент K_a и благополучнее складывается состояние окружающей среды.

В целом эколого-хозяйственное состояние территории в наибольшей степени характеризуется коэффициентом K_o , так как при этом охватывается вся рассматриваемая территория. Снижение напряженности ситуации уменьшает значение коэффициентов, а при K_o , равном или близком к 1,0, напряженность ЭХС территории оказывается сбалансированной по степени АН и потенциалу устойчивости природы [Кочуров, 1999].

Каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов. Чем разнообразнее ландшафт, тем более он устойчив. Выражается это прежде всего большим количеством и равномерным распределением естественных биogeоценозов, урочищ, природоохранных зон и особо охраняемых территорий, совокупная площадь которых составляет экологический фонд ($P_{эф}$) территории. Чем он больше, тем выше естественная защищенность ($EЗ$) территории и устойчивость ландшафта, соответственно.

Однако, уровень ЕЗ территории также зависит от распределения земель по степени АН. Так, земли с высокой степенью антропогенной нагрузки чаще имеют низкую ЕЗ. Если принять земли, входящие в экологический фонд с минимальной АН за P_1 , то площадь земель с условной оценкой степени АН в 2, 3, 4 балла будут составлять $0,8 P_1$, $0,6 P_1$, $0,4 P_1$. При этом земли с самым высоким баллом АН в расчет не принимаются. Суммарная площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$) определяется по следующей формуле:

$$P_{сф} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4. (2)$$

Отношение площади земель $P_{сф}$ к общей площади территории (P_0) является коэффициентом естественной защищенности территории ($K_{ез}$). Значение коэффициента менее 0,5 свидетельствует о критическом уровне защищенности территории. $K_{ез}$ носит интегральный характер и используется для комплексной оценки территории [Кочуров, 2003].

От структуры землепользования зависит то, как происходит распределение антропогенных нагрузок по территории и устойчивость ландшафтов. Соответствие структуры землепользования (хозяйственная специализация) структуре ландшафтов имеет важное научно-практическое значение. Оно может быть достигнуто на основе оценки ЭХС территории, а затем правильной ее организации (землеустройства) с учетом ЭХБ [Кочуров, 2003, 1999].

* * *

Взаимодействие человека и природных систем в пространственно-временных масштабах с целью получения общественно значимых продуктов, услуг, энергии создает различные формы природопользования. Землепользование использует земельные ресурсы в качестве основы функционирования. В рамках исследования земли бассейна р. Туманная были классифицированы на 12 типов использования земель двух категорий – природные и антропогенные.

Геосистемный подход позволяет рассматривать трансграничную территорию как целостное природное образование, сочетание взаимосвязанных природных компонентов, а также компонентов населения и хозяйства.

Водосборный бассейн рассматривается как природная геосистема высокой степени целостности. В случае пересечения бассейновой геосистемы государственной границей такая геосистема становится трансграничной. Сочетание природных границ бассейновой геосистемы и накладывающихся на ее территорию государственных границ обуславливает непосредственное природно-ресурсное, экономическое, экологическое и культурное взаимодействие пограничных стран. Политические отношения между государствами определяют развитие экономических связей, использование потенциала приграничных территорий для устойчивого развития.

Бассейновая концепция Короткого Л. М. дает основание рассматривать речной бассейн в качестве наиболее естественной основы решения задач и проблем, влияющих на эффективность природопользования и экологическое состояние трансграничных геосистем. Специфика природопользования определяется воздействием на части бассейновой геосистемы природных, социально-экономических и политико-институциональных факторов соседних государств.

Методический комплекс работы состоит из картографирования, последующего картографо-статистического анализа пространственной и типологической структуры землепользования, оценки эколого-хозяйственного баланса с использованием набора показателей количественной оценки. В качестве источников информации использовались данные дистанционного зондирования, обработанные в программном комплексе ArcGIS, а также дополнительные источники картографической информации из открытых источников.

Картографо-статистический анализ заключается в вычислении показателей сложности и разнообразия структуры использования земель на основе данных, полученных в результате картографирования. В качестве основных показателей выбраны: индекс дробности, коэффициент сложности, коэффициент раздробленности, энтропийная мера сложности, максимальная возможная

сложность, абсолютная и относительная организация, выравниваемость рангового распределения, индекс Маргалефа. Для количественного определения тесноты взаимосвязи различных показателей был использован корреляционный анализ.

Концепция эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) территории Кочурова Б. И. позволяет оценить геоэкологическое состояние бассейновой геосистемы. ЭХБ заключается в определении соотношения земель разной степени нарушенности. В качестве количественных показателей используются коэффициенты абсолютной и относительной напряженности, а также коэффициент естественной защищенности территории. Анализ результатов оценки позволяют определить и предложить направления деятельности по улучшению структуры землепользования с учетом сбалансированного соотношения разных видов деятельности на территории, потенциальных и реальных возможностей природы, что способно обеспечить устойчивое развитие природы и общества.

ГЛАВА 3. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ГЕОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА Р. ТУМАННАЯ

3.1. Картографический анализ типов использования земель бассейна р. Туманная

В основу классификации типов земель для картографирования структуры использования земель бассейна р. Туманная была положена геоэкологическая классификация ландшафтов В. А. Николаева [Николаев, 2006] и Земельный Кодекс РФ [Земельный кодекс РФ, 2025] (см. гл. 2). В разработанной классификации выделены 12 категорий земель. К условно природным землям относятся лесные земли, луга, редколесья, водные объекты. К антропогенным отнесены используемые сельскохозяйственные земли (поля), неиспользуемые сельскохозяйственные земли (залежи), а также рисовые поля (используемые и неиспользуемые), земли населенных пунктов, земли промышленного использования, карьеры, рубки, лесопосадки.

При картографировании пространственных особенностей использования земель обработаны и дешифрированы спектрзональные снимки с космических аппаратов Sentinel-2 и Landsat 8 за май, июнь и сентябрь 2019 и 2020 гг. Контурные лесных массивов были получены по результатам автоматической классификации, контурные водных объектов были рассчитаны с помощью нормализованного дифференцированного водного индекса NDWI [Малышева, 2012; Базаров, 2019; Музыченко, 2021]. Контурные остальных категорий земель были оцифрованы методом визуально-экспертного дешифрирования снимков с привлечением высоко детальных подложек (см. гл. 2). Картографирование территории производилось в рабочем масштабе 1:100 000. В результате построена карта использования земель в бассейне р. Туманная по состоянию на 2020 г. (рис. 3.1). Также для наглядного изображения результатов дешифрирования были составлены карты показательных участков в пределах бассейна реки (рис. 3.2–3.5).

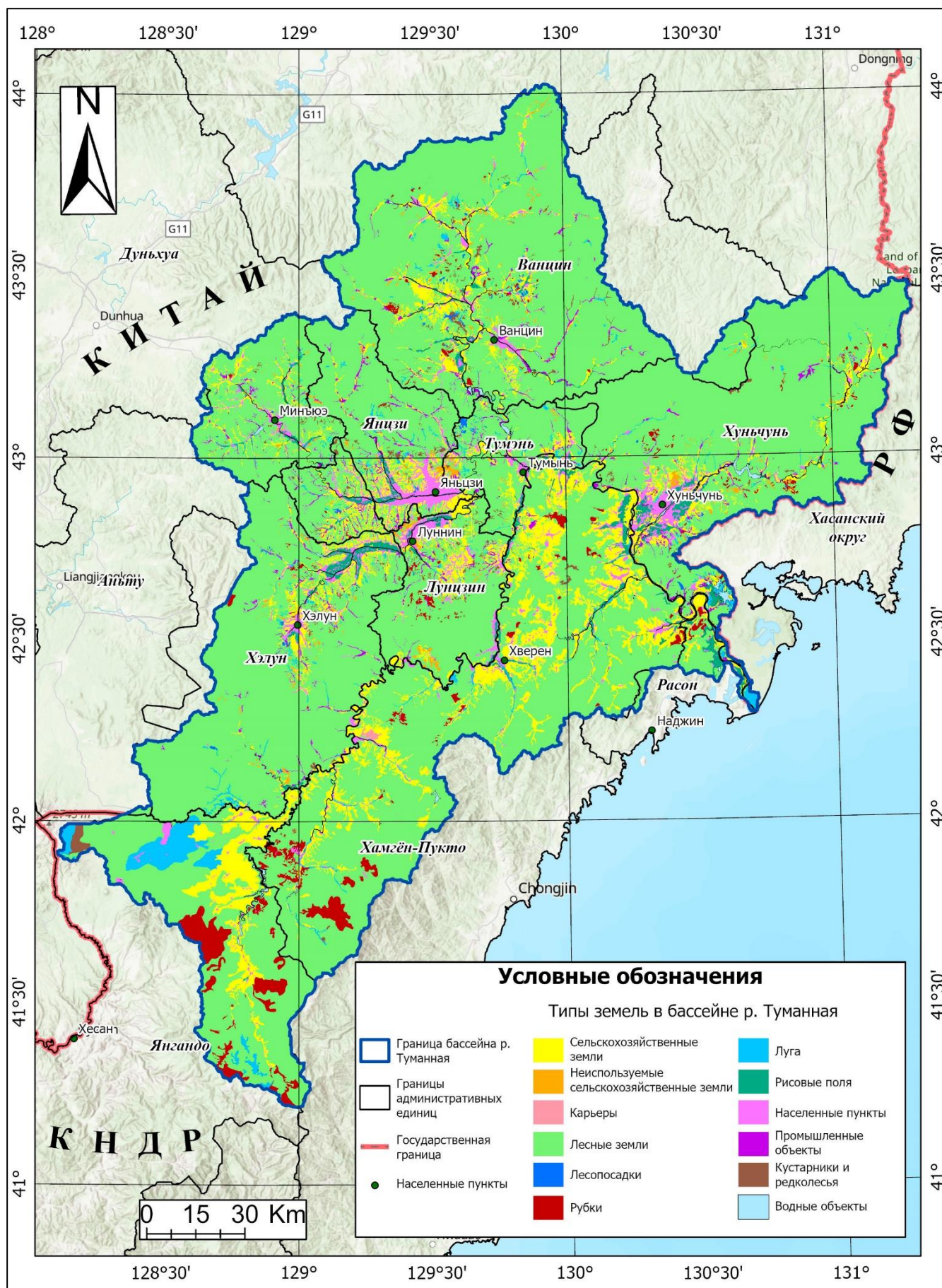


Рисунок 3.1. Использование земель в бассейне р. Туманная

Для анализа результатов картографирования составлена общая таблица типов использования земель (табл. 3.1). Согласно ЗК РФ, к землям сельскохозяйственного назначения относятся земли за чертой поселений, предоставленные для нужд сельского хозяйства и другие, предназначенные для этих целей в соответствии с территориальным планированием использования земель [Земельный кодекс РФ, 2022]. В рамках настоящего исследования к землям данного типа, во-первых, были отнесены пашни – используемые в качестве земель сельскохозяйственного назначения на момент дешифрирования. Во-вторых, залежи – неиспользуемые на момент дешифрирования. Используемые сельскохозяйственные земли, как правило, отличаются правильными геометрическими формами, однотонны и имеют четкую границу. Неиспользуемые сельскохозяйственные земли имеют неоднородности в текстуре и относительно нечеткие границы, а также не были засеяны в момент получения спутникового снимка.

Таблица 3.1 – Структура использования земель в бассейне р. Туманная
[Маслова, 2022]

| Тип земель | Общая площадь, км ² | Доля типа земель по отношению к общей площади бассейна, % |
|---|-----------------------------------|--|
| <i>Антропогенные</i> | <i>6247,93</i> | <i>18,85</i> |
| 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 |
| <i>Природные</i> | <i>26898,27</i> | <i>81,15</i> |
| Лесные земли | 25752,96 | 77,70 |
| Луга | 660,48 | 1,99 |
| Редколесья | 213,40 | 0,64 |
| Водные объекты | 271,43 | 0,82 |
| Общая площадь бассейна р. Туманная | 33146,20 | 100 |

В отдельную категорию земель выделены рисовые поля, определяющие специфику хозяйственной деятельности. Рисовые чеки – участки пашни с посевами риса, оснащенные системой мелиорации территории. Этот тип земель распределяется на ровной поверхности, преимущественно по обеим сторонам от русла реки. Картографирование было проведено по снимкам за май-июнь – время, когда чеки заливаются водой и их можно визуально идентифицировать на снимке. Как правило, такие земли однотонны, имеют прямоугольную или квадратную форму и занимают небольшую площадь. Неиспользуемые рисовые поля могут зарастать древесно-кустарниковой растительностью по границам и иметь более неоднородную текстуру. Однако, в данной работе используемые и неиспользуемые рисовые поля объединены в одну категорию земель.

К притокам р. Туманная приурочены земли населенных пунктов. Крупными населенными пунктами являются административные центры: Аньту, Ванцин, Лунцзин, Тумэнь, Хуньчунь, Хэлун, Яньцзи в составе городских уездов Яньбань-Корейского АО (КНР); Хверён в провинции Хамгён-Пукто (административные центры провинции Янгандо и города прямого подчинения Расон находятся за пределами бассейна); в российской части районный центр Хасанского МО не входит в границы бассейна (в его пределах находится пгт. Хасан).

Наряду с населенными пунктами в отдельный тип земель выделены промышленные объекты, часто расположенные недалеко от населенных пунктов или приурочены к карьерам. Определить вид промышленной деятельности на объекте сложно, но всегда можно проследить антропогенную деятельность на участке земли. Карьеры, выделенные в самостоятельный тип земель, представляют собой совокупность горных выработок, образованных при добыче полезного ископаемого открытым способом.

Самым масштабным по площади типом земель являются лесные земли. Это земли, покрытые лесом, несомкнутые лесные культуры, лесные плантации и питомники. Отдельно выделены лесопосадки – специально высаженные деревья для создания лесной полосы или участка леса. Искусственные лесные насаждения

дешифрировались по характерной бороздчатой текстуре. Чаще всего такие участки имеют геометрическую форму и находятся недалеко от рубок.

К типу земель «луга» относятся земли с преимущественно травяной растительностью. В данный тип земель были отнесены земли со сплошным растительным покровом, приуроченные к населенным пунктам и окружающие сельскохозяйственные земли. Также к данному типу использования земель отнесены и пойменные луга, окружающие водотоки.

К долинам рек и временным водотокам на склонах возвышенностей приурочен еще один тип земель – кустарники и редколесья. Редколесья отличаются от лесных земель меньшим покрытием, разреженной лесной растительностью, неровными естественными границами, иногда заболочены.

От общей массы лесных земель выделяются рубки. Они были определены посредством использования сочетания около инфракрасного, красного и зеленого каналов в синтезированном изображении, где участки приобретают голубовато-зеленый оттенок на фоне ярко-розовых лесных массивов.

Как уже было отмечено, наибольшую площадь занимают земли лесов – 25 752,96 км² — это составляет около 78% от общей площади бассейна реки. Преимущественно данный тип земель распространен по периферии бассейна реки, на более возвышенных и горных участках, отдаленных от русла реки и основных населенных пунктов, соответственно (рис. 3.2). Лесные массивы обладают защитными функциями и выполняют роль ООПТ. Также, в большинстве своем охраняемые территории находятся именно на землях, занятых лесом.

Видимое хозяйственное использование лесных земель отражается на космических снимках, такие участки выделены в рубки (685,53 км²; 2,07% от площади бассейна) и лесопосадки (41,28 км²; 0,12%). Соотношение площади восстанавливаемых лесов к площади рубок мало, что требует особого внимания к рациональному ведению лесохозяйственной деятельности (рис. 3.3).

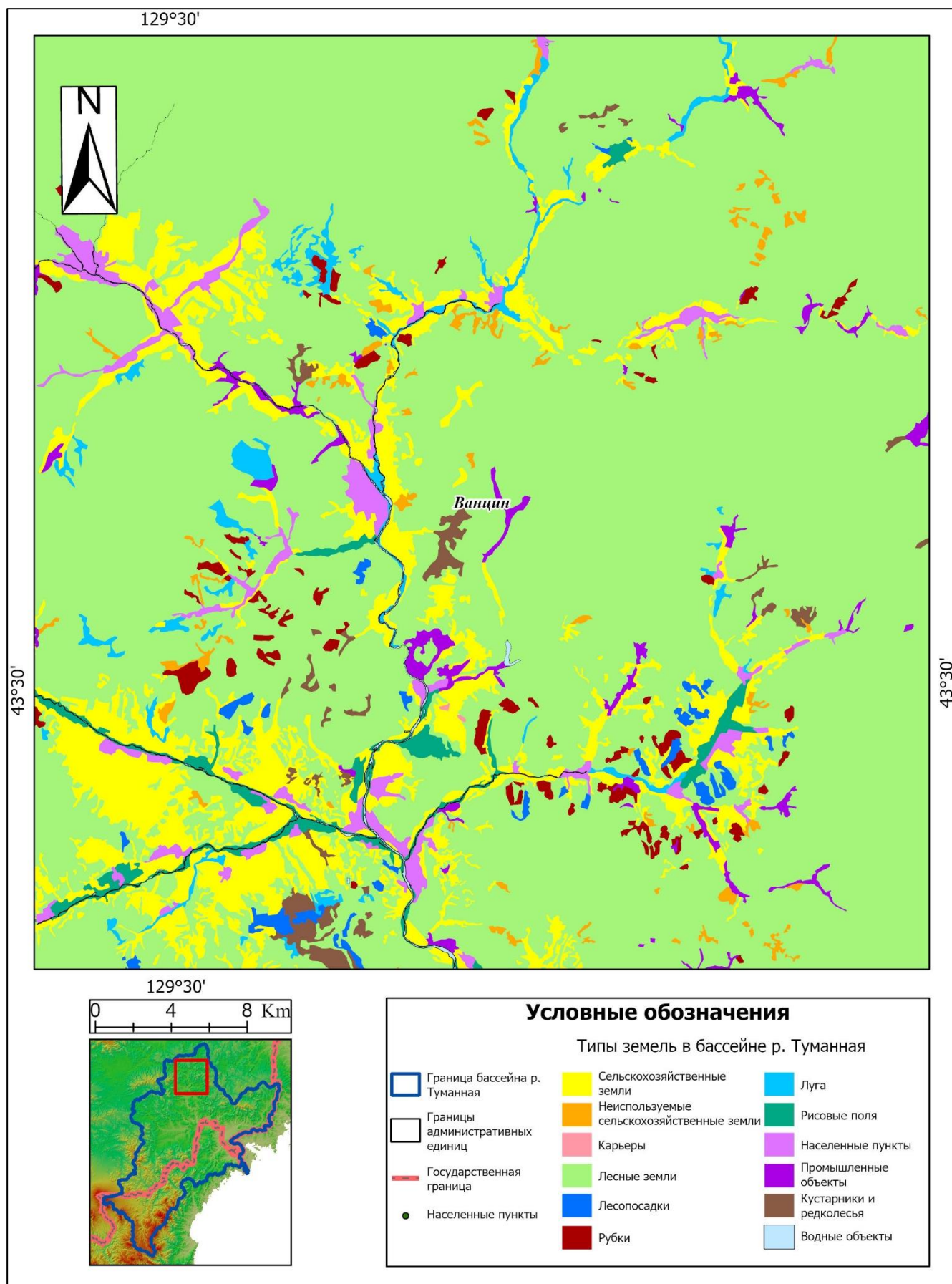


Рисунок 3.2. Показательный участок №1. Лесные земли в северной части бассейна (КНР)

Следующим по размеру типом использования земель являются сельскохозяйственные земли, которые занимают 3427,38 км² (10,34% от общей площади бассейна Туманной), что объясняется наличием благоприятных условий (рельеф и почвы, климатические условия) для ведения сельского хозяйства и развития пищевой промышленности. Данный тип земель распределяется преимущественно на равнинах и нижних частях склонов (рис. 3.3). В свою очередь, площадь неиспользуемых сельскохозяйственных земель – 181,65 км², что составляет менее 1% от исследуемой территории.

Отличительной характеристикой хозяйственной деятельности человека в бассейне р. Туманной является наличие рисовых полей. Так как в результате картографирования доля неиспользуемых рисовых чек составляла менее 0,5%, для удобства анализа общих результатов используемые и неиспользуемые рисовые чеки были объединены в один тип земель. Общая площадь рисовых чек равна 463,7 км² (1,4% от площади бассейна). Преимущественно, данные земли располагаются вдоль долины р. Туманная и ее притоков (рис. 3.4).

Населенные пункты занимают площадь 953,48 км² или около 3% от общей площади бассейна (рис.3.5). Наравне с землями населенных пунктов были выделены промышленные объекты, общая площадь которых составила 480,58 км² (или 1,45%). Отдельно от промышленных объектов выделяются карьеры, площадь которых составляет 14,68 км². Бассейн р. Туманная не располагает большим количеством эксплуатируемых месторождений полезных ископаемых, но на его территории активно развиты иные отрасли промышленности (лесодобывающая, лесоперерабатывающая, пищевая, химическая), здесь имеется довольно развитая транспортная инфраструктура, активно развивается туризм. Также на территории находится множество предприятий, обслуживающих населенные пункты (ТЭС, с/х и пр.). Все эти объекты располагаются в пределах типа земель «промышленные объекты».

Луга являются пятым по площади типом использования земель в бассейне реки – 660,48 км² или 1,99%. Особенно значительную часть они занимают в районе устья (рис. 3.6). Редколесья занимают площадь всего 213,4 км² – менее 1%.

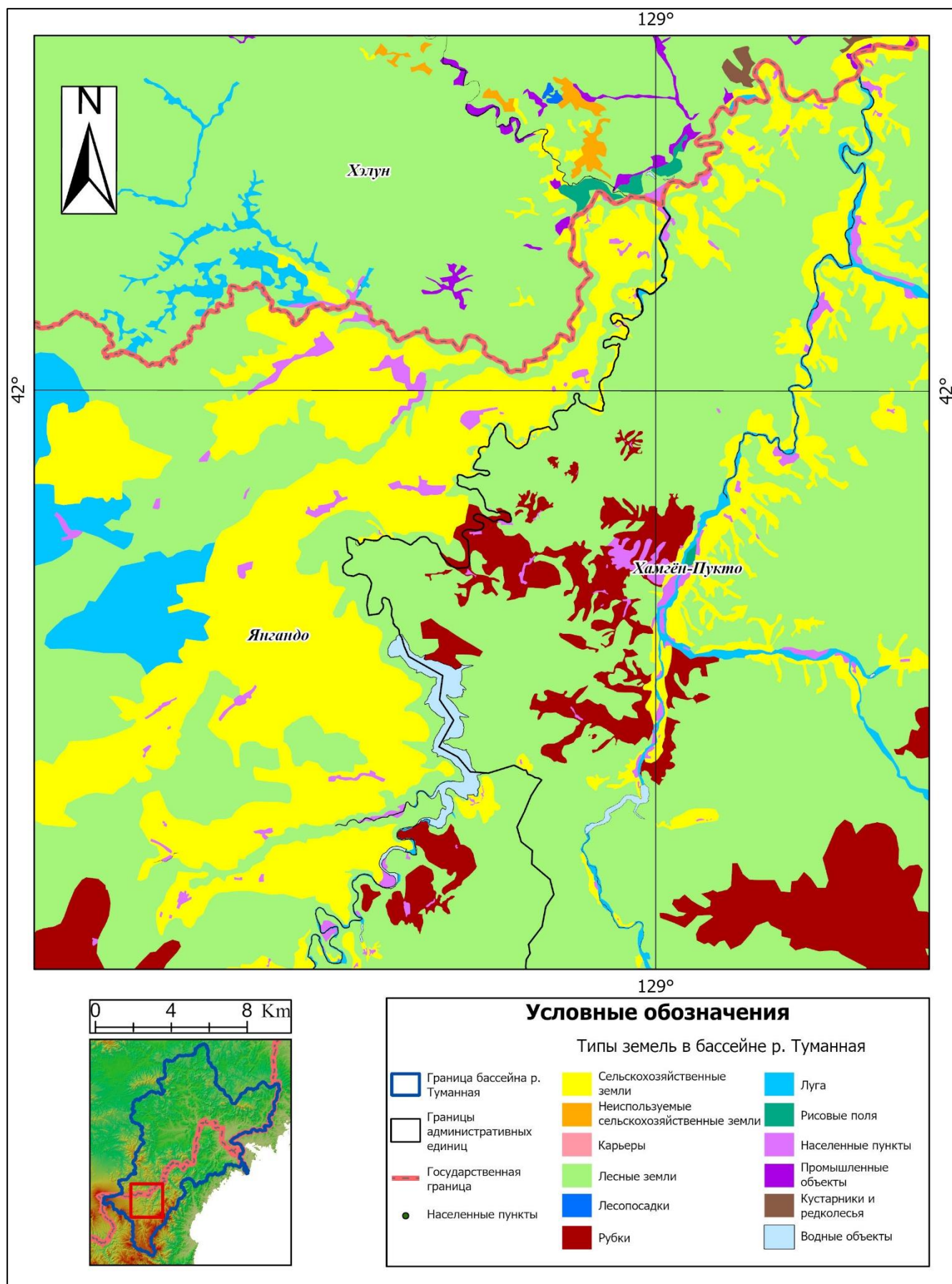


Рисунок 3.3. Показательный участок №2. Сельскохозяйственные земли и рубки в южной части бассейна (КНДР)

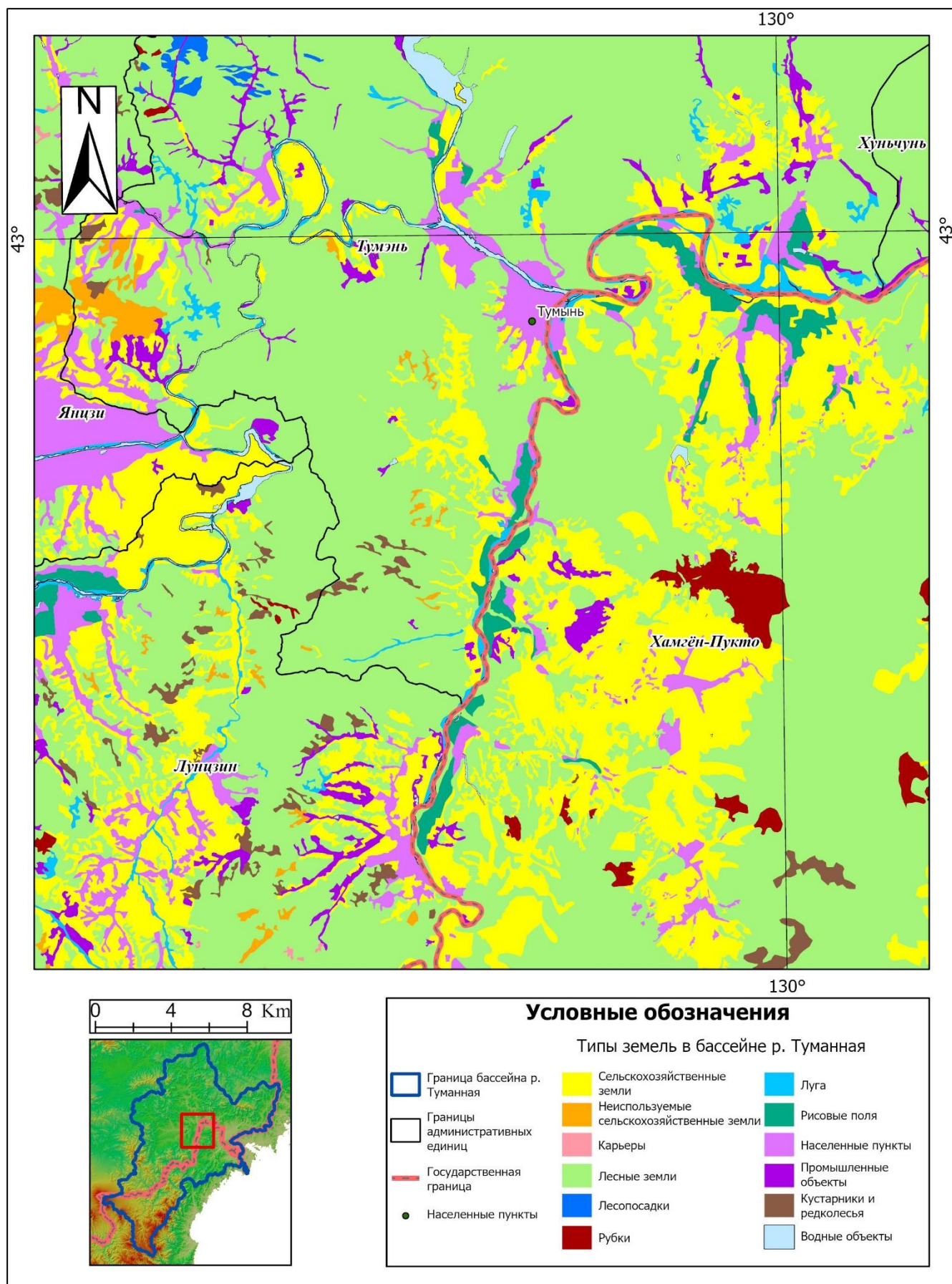


Рисунок 3.4. Показательный участок №3. Сельскохозяйственные земли и рисовые чеки в центральной части бассейна (КНР и КНДР)

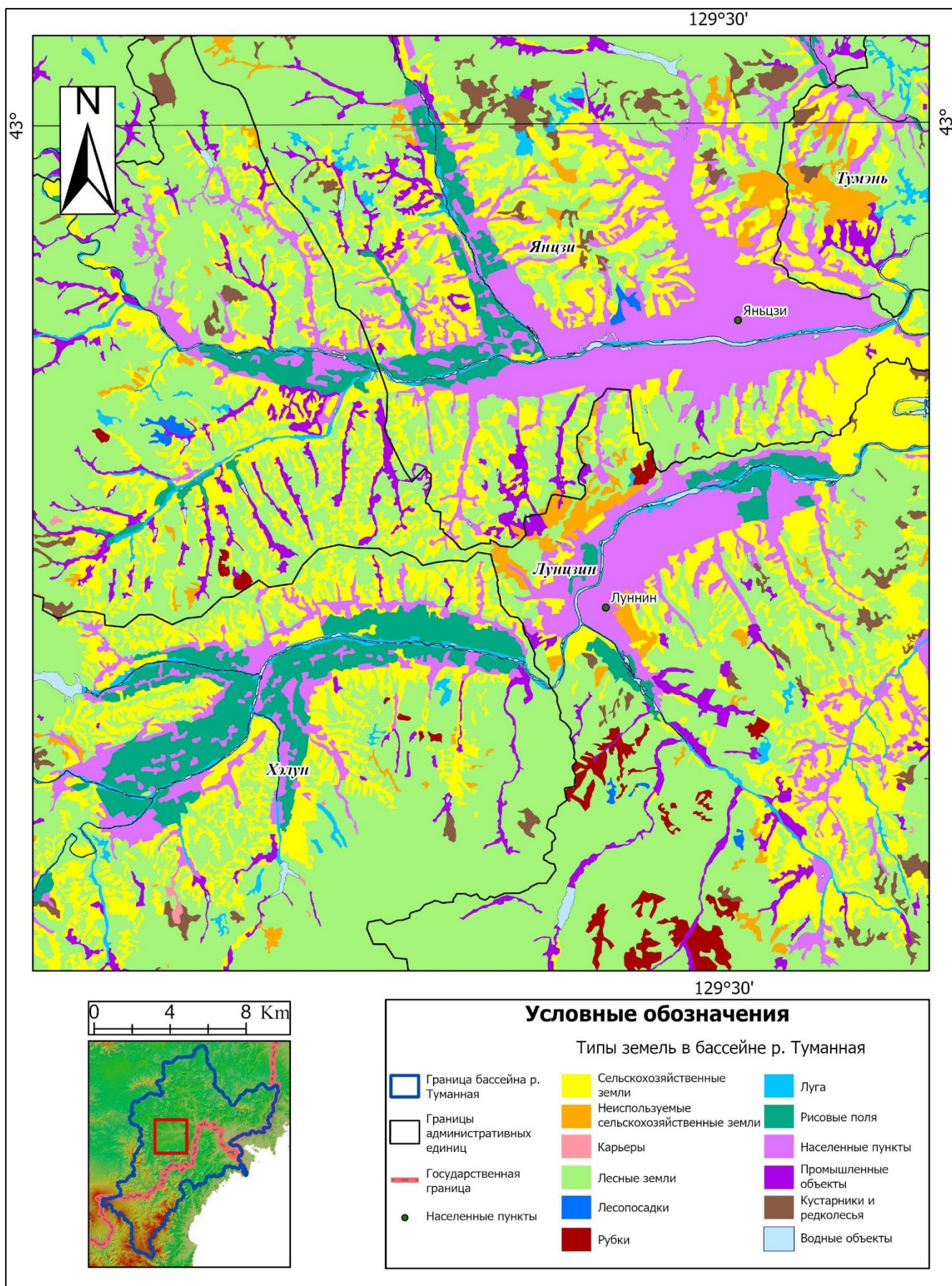


Рисунок 3.5. Показательный участок №4. Населенные пункты и рисовые чеки в центральной части бассейна (КНР)

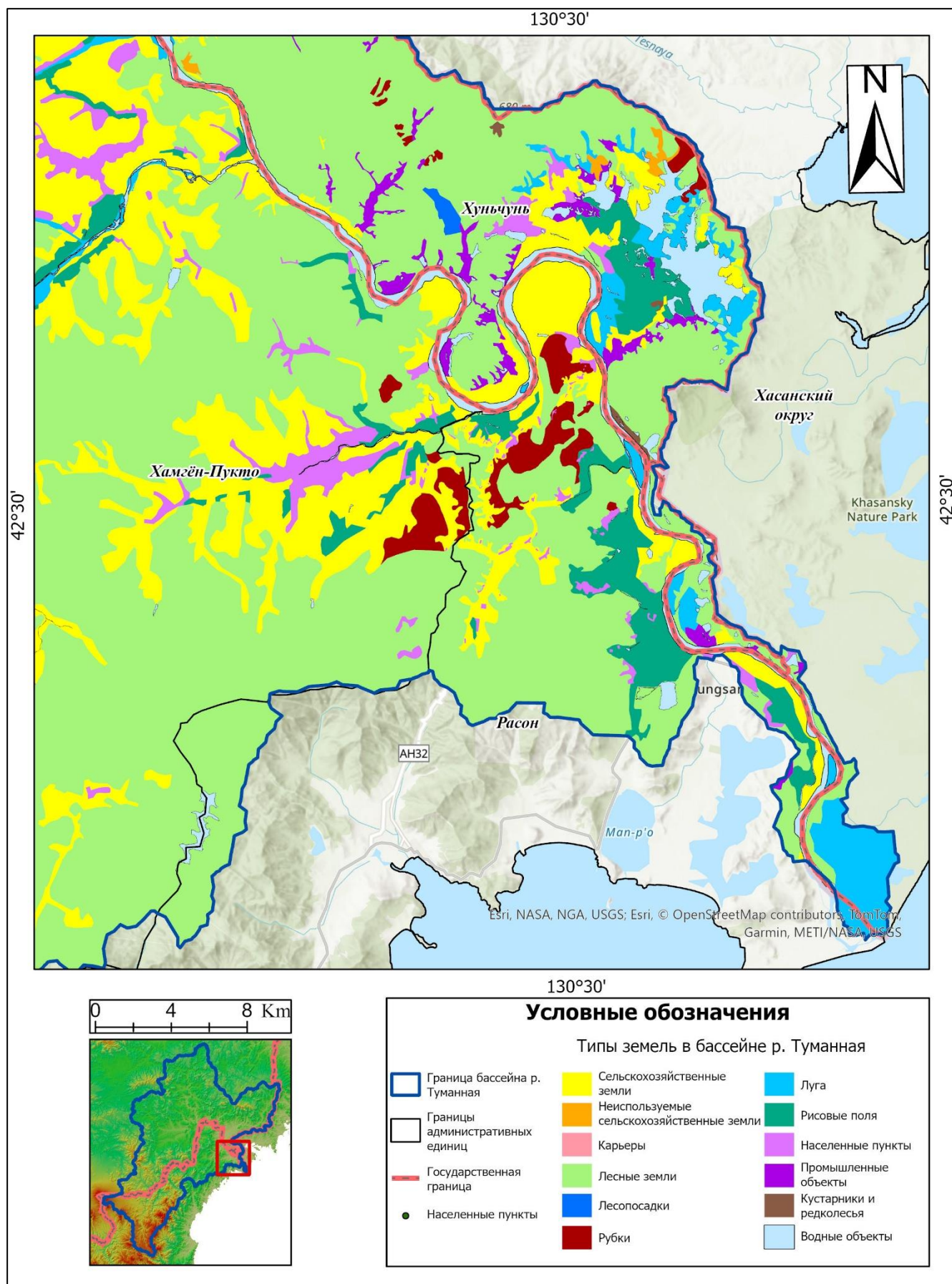


Рисунок 3.6. Показательный участок №5. Пограничный приустьевой участок, рисовые чеки и луга (КНР, КНДР, РФ)

Населенные пункты, сельскохозяйственные поля и остальные земли, характеризующие хозяйственную деятельность, приурочены к долине р. Туманная и ее притоков (рис. 3.1). Это определено историей заселения и экономической целесообразностью хозяйственной деятельности в долинах рек. Лесные земли занимают окраинные части бассейна, отличающиеся горной местностью, обладающие меньшей транспортной доступностью и менее благоприятные для ведения хозяйства.

Следующей задачей работы является картографо-статистический анализ типов использования земель бассейна р. Туманная в пределах КНР, КНДР и РФ. Был проведен анализ и получены результаты для административных единиц. Для КНР данные рассчитаны для городских уездов (Аньту, Ванцин, Лунцзин, Тумэнь, Хуньчунь, Хэлун, Яньцзи). В пределах КНДР расчеты проведены для провинций Хамгён-Пукто и Янгандо, и города особого подчинения Расон. Для российской части данные рассчитаны в границах Хасанского муниципального округа. Для сравнительной характеристики структуры использования земель в пределах административных единиц была составлена таблица (табл. 3.2).

Общность территориального устройства и хозяйственной деятельности в пределах административной единицы предполагает учет природопользования на всей ее территории. Так, для дальнейшего расширенного анализа (см. гл. 4.) была картографирована вся площадь уезда Ванцин (в пределах бассейна находится 73% уезда) и Хэлун (84%) (табл. 1.2). При этом в исследовании учитывалась только часть городского уезда Аньту, находящаяся в пределах исследуемой территории – 22% его площади. Для сравнения результатов была картографирована вся территория Хасанского МО как в пределах бассейна реки (37,45 км²), так и в общих границах муниципалитета (4119,42 км²). В пределах КНДР при анализе учитывалась территория только в пределах Хамгён-Пукто, Янгандо и Расон.

Лидирующие позиции по типам использования земель занимает китайская часть бассейна в силу преобладания ее доли в общей площади бассейна. На КНР приходится 72,2% лесных земель, КНДР – 27,7%, РФ – 0,06%. В КНР лидирует самый большой по площади (из исследуемых) городской уезд Ванцин в северной

части бассейна – 29,5% от лесных земель. В свою очередь, зарубежные авторы отмечают сокращение площади лесных земель как в пределах китайской, так и в корейской части бассейна р. Туманная [Lim С.-Н. et. al., 2017; Nan Y. et. al., 2020; Chen L. et al., 2019].

Таблица 3.2 – Структура использования земель в пределах административных единиц

| Административные единицы | Доля типа использования земель в пределах административной единицы по отношению к площади типа земель в пределах всего бассейна р. Туманная, % | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|----------------------|-------------|----------------|
| | Сельхоз. земли | Неисп. сельхоз. земли | Карьеры | Лесные земли | Лесопосадки | Рубки | Луга | Рисовые чеки | Населенные пункты | Промышленные объекты | Редколесья | Водные объекты |
| Аньту | 3,0 | 3,9 | | 5,1 | 1,7 | 0,5 | 2,5 | 5,5 | 4,9 | 6,8 | 3,4 | 2,7 |
| Ванцин | 12,0 | 19,9 | 3,2 | 21,7 | 38,1 | 6,8 | 7,0 | 13,9 | 9,7 | 18,4 | 17,5 | 9,9 |
| Лунцзин | 8,2 | 20,8 | 7,1 | 5,9 | 6,6 | 4,2 | 5,2 | 6,8 | 13,8 | 17,0 | 14,6 | 6,5 |
| Тумэнь | 3,0 | 7,7 | | 3,0 | 22,7 | 0,1 | 3,8 | 2,0 | 5,0 | 7,2 | 2,1 | 7,1 |
| Хуньчунь | 8,3 | 21,1 | 1,8 | 16,7 | 11,7 | 6,6 | 9,1 | 19,7 | 16,9 | 18,7 | 10,2 | 32,6 |
| Хэлун | 6,9 | 17,2 | 8,7 | 15,0 | 16,2 | 1,9 | 8,7 | 16,8 | 10,0 | 17,8 | 8,7 | 4,7 |
| Янцзи | 4,6 | 9,4 | 5,3 | 4,8 | 2,9 | 0,7 | 3,6 | 5,4 | 17,2 | 12,4 | 9,6 | 5,4 |
| Общее для КНР | 45,9 | 99,99 | 26,1 | 72,2 | 100 | 20,8 | 39,9 | 70,0 | 77,7 | 98,3 | 66,2 | 68,9 |
| Расон | 1,3 | | | 0,6 | | 2,1 | 0,6 | 7,5 | 0,7 | 0,1 | 14,9 | 5,9 |
| Хамген-Пукто | 38,8 | | 73,9 | 19,4 | | 32,6 | 14,3 | 22,3 | 16,9 | 1,5 | 4,1 | 18,6 |
| Янган-до | 13,9 | | | 7,7 | | 44,5 | 42,6 | 0,2 | 4,8 | | 14,9 | 5,7 |
| Общее для КНДР | 54,1 | | 73,9 | 27,7 | | 79,2 | 57,5 | 30 | 22,3 | 1,6 | 19 | 30,2 |
| Хасанский округ | 0,001 | 0,01 | | 0,06 | | 0,02 | 2,68 | | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,91 |

Сельскохозяйственные земли (используемые и неиспользуемые) в китайской части бассейна занимают 48,64%, в корейской – 51,36. Российский приустьевой участок занят водно-болотными угодьями, поэтому данный тип земель здесь занимает менее 0,01%. Среди китайских уездов по площади используемых

сельскохозяйственных земель лидирует уезд Ванцин (12% от данного типа земель). Меньшей долей обладают городские уезды Лунцзин, Хуньчунь и Янцзи – 8,9%, 8,8% и 7,5%, соответственно. Эти уезды находятся в центральной части бассейна и данный тип земель приурочен непосредственно к долине р. Туманная и ее притоков. Аналогично соотношению неиспользуемых сельскохозяйственных земель. При этом последние не были обнаружены при дешифрировании территории КНДР.

Одной из ведущих отраслей сельского хозяйства в пределах бассейна р. Туманная является выращивание риса. На территории КНР находится 70% рисовых полей (324,5 км²), на территорию Кореи приходится 30%, а в России рисовые чеки отсутствуют. Среди городских уездов КНР в бассейне р. Туманная по площади рисовых полей лидируют Хуньчунь (19,7%), Хэлун (16,8%) и Ванцин (13,9%). На провинцию Хамген-Пукто (КНДР) приходится 22,3% от площади рисовых полей.

Населенные пункты занимают площадь 953,48 км², что составляет 2,9% от общей площади бассейна р. Туманная. На территории Китая находится 77,7% данного типа земель, в Корее – 22,3%, в России – 0,02%. В китайской части бассейна доля земель населенных пунктов изменяется от 5% в Аньту и Тумэнь до 17% в Янцзи. На территории лидирующих уездов (Янцзи, Хуньчунь, Лунцзин, Ванцин, Хэлун) расположена основная часть инфраструктуры исследуемой территории. В КНДР лидирующую позицию занимает Хамген-Пукто – 16,9% от площади населенных пунктов в водосборе.

Преимущественно населенные пункты расположены в центральной части бассейна, где находятся основные административные и транспортные узлы. К долине реки тяготеет и большинство предприятий. Это подтверждается наличием здесь земель промышленного назначения, общая площадь которых составила 480,6 км². Основная их часть (98,3%) находится в пределах КНР: в пределах уезда Хуньчунь находится 18,7% от площади промышленных объектов в пределах всего бассейна, в уезде Ванцин – 18,4%, в уезде Хэлун – 17,8%, в уезде Лунцзин – 17%. Для территории КНДР допускается возможность того, что часть промышленных объектов была отнесена к типу земель «населенные пункты» в силу отсутствия очевидных отличительных особенностей промышленных предприятий.

Наличие карьеров, общая площадь которых составляет 14,68 км², подразумевает интенсивное антропогенное воздействие на территорию. В отличие от предыдущих, данный тип использования земель был преимущественно определен для территории КНДР (73,9%). Все определенные карьеры находятся в провинции Хамген-Пукто, что объясняется не только значительной долей провинции в структуре бассейна, но и большей развитостью хозяйственного освоения в более равнинной приустьевой части бассейна р. Туманная. В свою очередь, на территорию КНР приходится 26,1% от площади карьеров.

Лесохозяйственная деятельность является одной из ключевых для территории бассейна. По результатам дешифрирования установлено, что на территории провинций КНДР находится 79,2% рубок (44,5% в Янгандо и 32,6% в Хамген-Пукто). На уезды Ванцин, Хуньчунь и Лунцзин КНР приходится по 6,8%, 6,6% и 4,2% от данного типа земель. Соотношение рубок и лесопосадок позволяет оценить масштабы лесовосстановительных работ. По территории бассейна лесопосадки распределены крайне неравномерно. В Корее отсутствие лесопосадок определяет в некоторой степени нерациональное использование земель. Наибольшая же их доля находится в пределах уездов Ванцин (38,1%) и Тумэнь (22,7%). Такое соотношение площади рубок с площадью восстанавливаемых лесов требует внимания к рациональности ведения данной деятельности.

Тип земель «луга» занимает площадь 660,48 км² и преимущественно распространен в пределах КНДР – 57,5%. Здесь лидирует провинция Янгандо (42,6% от общей площади лугов в бассейне), где дешифрированы участки с разреженной растительностью на более возвышенных территориях. На территорию РФ приходится всего 2,68% данного типа земель, но для российской части он является самым распространенным, т. к. приустьевую часть бассейна Туманной занимают преимущественно водно-болотные угодья.

Редколесья занимают площадь всего 213,4 км² и большей частью распространены в Китае – 66,16%. На долю корейской части бассейна приходится 33,82%, российской – 0,02%. При этом данный тип земель распространен вдоль временных водотоков, преимущественно на возвышенных участках бассейна.

3.2. Количественная оценка структуры использования земель бассейна р. Туманная

3.2.1. Оценка в водосборах притоков р. Туманная

Бассейновый подход является одним из основных в исследовании. На основе цифровой модели рельефа с использованием приложения Model Builder [Djokic D., 1999], инструментов пространственного анализа и гидрологии в программе ArcGIS Pro была построена цифровая модель системы водотоков и бассейнов р. Туманная (см. гл. 2). 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. Всего для анализа были сгенерированы 25 бассейнов (рис. 3.7).

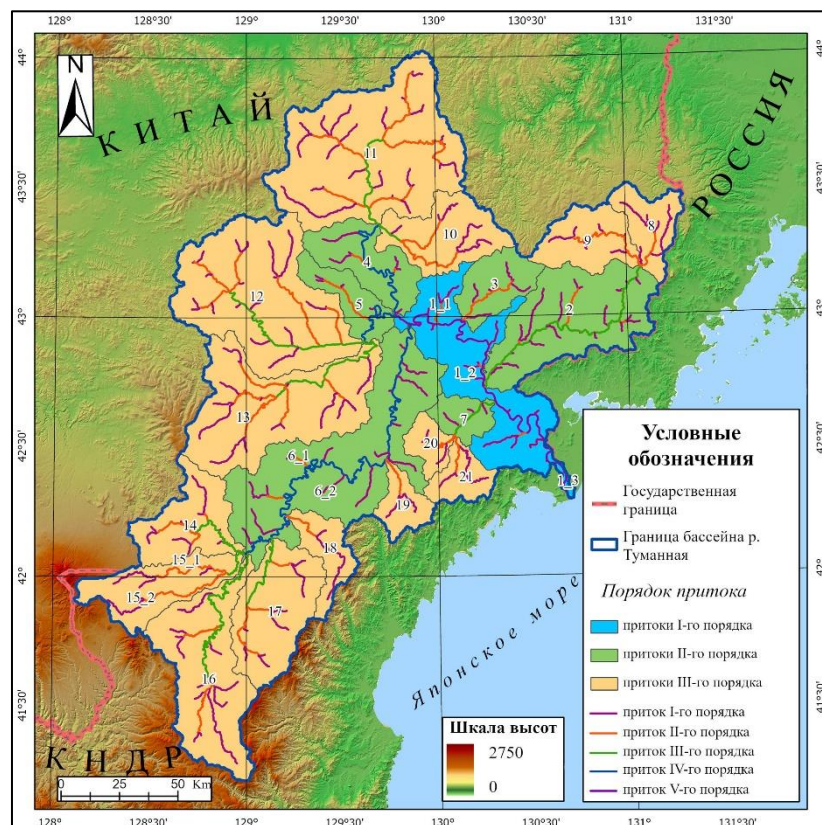


Рисунок 3.7. Схема деления бассейна р. Туманная на бассейны притоков I-го, II-го и III-го порядка.

Для осуществления количественной оценки сложности и разнообразия пространственной и типологической структуры использования земель в бассейне р. Туманная математическими методами был выбран ряд показателей (табл. 2.1). Анализ их значений (табл. 3.3) позволяет охарактеризовать особенности структуры землепользования отдельных водосборов и предложить пути их развития.

Таблица 3.3 – Расчетные данные показателей структуры использования земель бассейна р. Туманная [Маслова, 2023]

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

Индекс дробности показывает среднее количество контуров на выделенную территорию исследования [Викторов, 1986]. Среднее значение индекса составляет 0,25. Максимальное значение характерно для бассейна под номером 1_3 (0,98) в пределах российской части, что определено близостью государственной границы, вытянутостью бассейна, небольшой его площадью. Минимальные значения (0,06–0,07) присущи бассейнам под номерами 3, 14 и 15_2. При их средней для всего бассейна р. Туманная площади, им свойственны максимальные значения средней площади контура – 14,2 км², 14,6 км² и 17,7 км² соответственно. При этом среднее значение площади контура среди 25 составляющих бассейнов равно 6,4 км².

Сложность структуры использования земель прямо пропорциональна числу морфологических единиц (количеству выделенных полигонов) и обратно пропорциональна их среднему размеру [Геренчук и др., 1969]. Среднее значение коэффициента сложности природно-хозяйственного рисунка малых водосборов для трансграничного бассейна составляет 96,96. Наибольшие значения отмечаются для бассейнов под №12 (461,43) и №13 (441,75) на территории КНР, а также для бассейна под №6_2 (237,57) на территории КНДР. Таким образом подтверждается прямая зависимость сложности от количества морфологических единиц, т. к. отмечены бассейны с наибольшими площадями и наибольшим количеством полигонов. Высокие значения (от 130 и более) характерно для крупных бассейнов в центральной части бассейна, здесь находятся одни из основных притоков р. Туманная (Гая, Чаоян, Буэрхатон, Эрдао, Хайлань, Йончхон-чон, Поул-чон, Чонгсон-ган). Это наиболее освоенная территория с наибольшим количеством полигонов и максимальным разнообразием типов использования земель.

Средняя площадь контура и коэффициент сложности природно-хозяйственного рисунка говорят о менее сложной структуре использования земель в пределах бассейнов под номерами 3, 14, 15 и 21 со значениями коэффициента менее 7,0. При этом среднее значение коэффициента равно 100,9. Значения от минимального до 94,8 преимущественно характерно для бассейнов притоков III-го порядка, с площадью до 1250 км², на периферии трансграничного бассейна реки Туманная. Для них отмечаются крупные полигоны таких типов использования

земель, которые не используются в активной хозяйственной деятельности. Наименьшие значения коэффициента сложности характерны для бассейнов под №15_1 и №15_2 – 2,94 и 2,99, соответственно. Являясь частями одного водосборного бассейна III-го порядка, они имеют низкие значения показателя в определенной степени в связи с пересечением государственной границей.

Показатель энтропийной меры сложности (общего разнообразия) отражает вероятность смены типа землепользования другим. Среднее значение показателя для всего бассейна р. Туманная составляет 2,27. Максимальное значение характерно для бассейна №6_2 на территории КНДР – 4,87. Значение выше 4,0 также характерно для бассейнов №1_1, №6_2, №12, №13. Это бассейны во внутренней части бассейна, расположенные в непосредственной близости основного русла реки и ее притоков, в низменной и среднегорной местности. Для каждого бассейна под указанными номерами характерно большое количество полигонов и высокая средняя площадь полигонов. Минимальное значение отмечается у бассейна №14 (0,33), который расположен в высокогорной юго-западной части всего бассейна, на склонах влк. Пектусан в пределах КНР, преимущественно покрытый лесами.

Для количественного анализа структуры использования земель также используются производные от энтропийной меры сложности, которые направлены на оценку организованности строения территории. Для выделенных бассейнов минимальные значения H_{\max} присущи бассейнам №15_1 и №15_2, которые находятся в высокогорном пограничном районе между КНР и КНДР, а также бассейну №1_3 на территории РФ (табл. 3.3). Максимальные значения показателя характерны для бассейнов №12 и №13 (КНР). Среднее значение H_{\max} составляет 7,5. Показатель напрямую зависит от количества полигонов различных типов использования земель в пределах бассейна – лидирующие позиции по данному показателю занимают бассейны с наибольшим значением контуров.

Среднее значение H_1 для всего бассейна р. Туманная составляет 5,23. Максимальные значения показателя характерны для бассейнов №11 (7,94), №16 (7,34), №6_1 (7,32) в пределах КНР и КНДР (рис. 3.8). Минимальное значение

присуще бассейну №1_3 (2,72) в пределах РФ. Бассейнам №15_1 и №16_2 присуще значение 3,93. Т. к. показатель зависит от количества выделенных полигонов и вероятности смены одного типа землепользования другим, то минимальное значение H_1 характерно для бассейнов с наименьшей площадью и минимальным количеством полигонов.

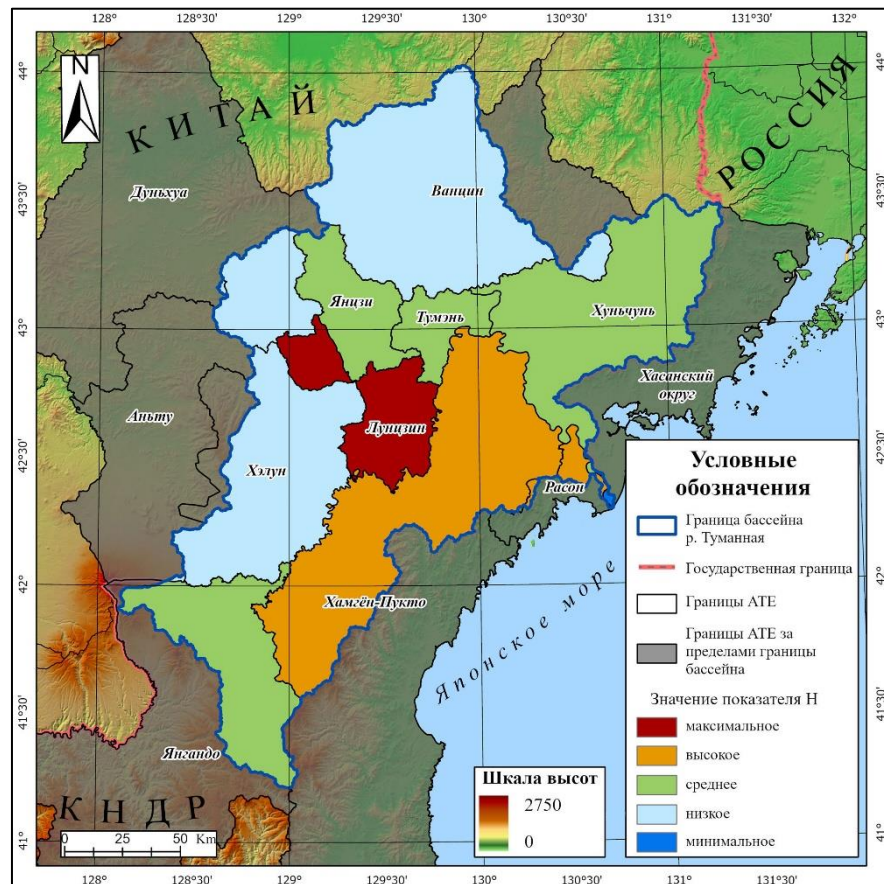


Рисунок 3.8. Ранжирование территории бассейна р. Туманная по значению
Энтропийной меры сложности

Среднее значение выравненности (Е) составляет 0,29. Согласно методике (гл. 2), чем меньше значение, тем выше эффективность хозяйственной деятельности. Наименьшие значения показателя присущи бассейнам №14 (0,05), №3 и №9 (0,07) на территории КНР и бассейну №16 (0,09) на территории КНДР. Максимальные значения присущи бассейнам под №1_2 (0,54), №1_1 (0,50) и №6_2 (0,48). В их пределах отмечается преобладание сельскохозяйственных земель и земель населенных пунктов.

Среднее значение относительной организации составляет 0,71. Наибольшим значением показателя характеризуются бассейны №3, №9, №14 и №16 – преимущественно в пределах КНР. Значение показателя здесь составляет более 0,9. О наименьшей степени организованности и сбалансированности территории (значение показателя менее 0,55) можно говорить в отношении бассейнов №1_1, №1_2, №1_3, №6_2 и №7. Преимущественно это территории в центральной приустьевой части бассейна р. Туманная. Кроме того, это наиболее хозяйственно преобразованная территория, пересекаемой государственной границей.

Оценка разнообразия структуры использования земель осуществлялась с помощью методики Р. Маргалефа [Маргалеф, 1992]. Ранжирование территории по значению индекса представлено на рис. 3.9.

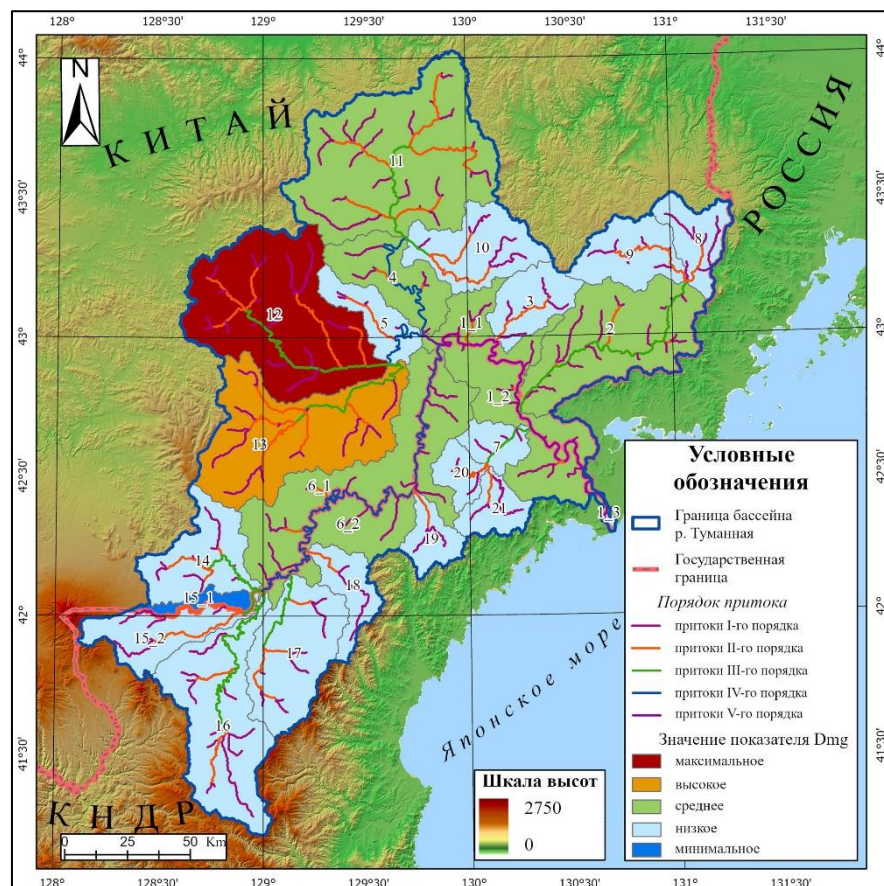


Рисунок 3.9. Ранжирование территории бассейна р. Туманная по значению Индекса Маргалефа [Маслова, 2023]

Среднее значение индекса составляет 44,74 (табл. 3.3). Для бассейнов №12 и №13 характерны максимальные значения – 155,62 и 142,33, соответственно. Эти бассейны в китайской части характеризуются высоким разнообразием, сложностью и раздробленностью (рис. 3.9). О наименьшем разнообразии говорят значения от 4,72 до 9,59, свойственные бассейнам №1_3, №3, №15_1, №15_2, №18, №19 и №21.

Коэффициент раздробленности позволяет оценить средний размер площади конкретного типа земель к площади исследуемой территории. Распределение значения данного показателя сходно с коэффициентом сложности. Наибольшее значение характерно для бассейнов №15_1 (3,7) в КНДР и №1_3 (3,3%) в РФ. Оба бассейна являются разделенными государственной границей частями бассейнов определенного порядка. Это объясняет разорванность и раздробленность многих выделенных полигонов. Наименьшее значение коэффициента отмечается для бассейнов №12 и №13 (0,08 и 0,09 соответственно). Это бассейны на территории Китая со свойственными им низкими значениями средней площади контура и высокими значениями средней площади полигона.

Таким образом, на основе анализа пространственной и типологической структуры использования земель в границах бассейнов притоков I-го, II-го и III-го порядков можно отметить, что площадь и близость бассейна к руслу р. Туманная и ее притоков определяет сложность и разнообразие структуры землепользования. Близость к руслу реки объясняет большую хозяйственную деятельность и большее разнообразие типов использования земель и их сочетаний. Более мелким по площади бассейнам (под номерами 3, 5, 7, 8, 9, 18, 19, 20, 21) характерны низкие значения индекса дробности, коэффициента сложности, индекса Маргалефа. Однако, коэффициент раздробленности преимущественно выше среднего. В свою очередь, не только площадь, но и положение бассейна влияет на особенности структуры землепользования. Бассейны №11, №12 и №12 (КНР) при большой площади и близости к более хозяйственно освоенной части отличаются более высокими значениями коэффициента сложности и индекса Маргалефа, по сравнению с крупными бассейнами №16 и №17 (КНДР) в высокогорной части бассейна.

3.2.2. Оценка в административных единицах

Как отмечалось в разделе 3.1, в пределах бассейна р. Туманная представлено 11 административных образований. Для каждого из них проведен расчет количественных показателей структуры землепользования. В результате количественной оценки составлена результирующая таблица основных показателей сложности (табл. 3.4). Для Хасанского МО значения приведены как в границах округа в пределах бассейна, так и для всего округа в целом.

Таблица 3.4 – Основные показатели количественной оценки структуры использования земель в пределах административных единиц бассейна р. Туманная

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

Наибольшие значения коэффициента сложности [Геренчук и др., 1969] характерны для городских уездов Лунцзин (374,7), Ванцин (250,1), Хуньчунь

(245,5) и Хэлун (212,9) в Китае, провинция КНДР Хамген-Пукто (226) (табл. 3.4, рис. 3.10). Это территориальные единицы с наибольшими площадями и количеством полигонов, что подтверждает прямую зависимость сложности от количества морфологических единиц. Значения показателя более 130 характерны для городских уездов (Тумэнь, Янцзи, Хэлун, Хамген-Пукто, Хуньчунь, Ванцин, Лунцзин) в более освоенной центральной части бассейна в зоне основных притоков р. Туманная, где отмечается большое количество выделенных полигонов.

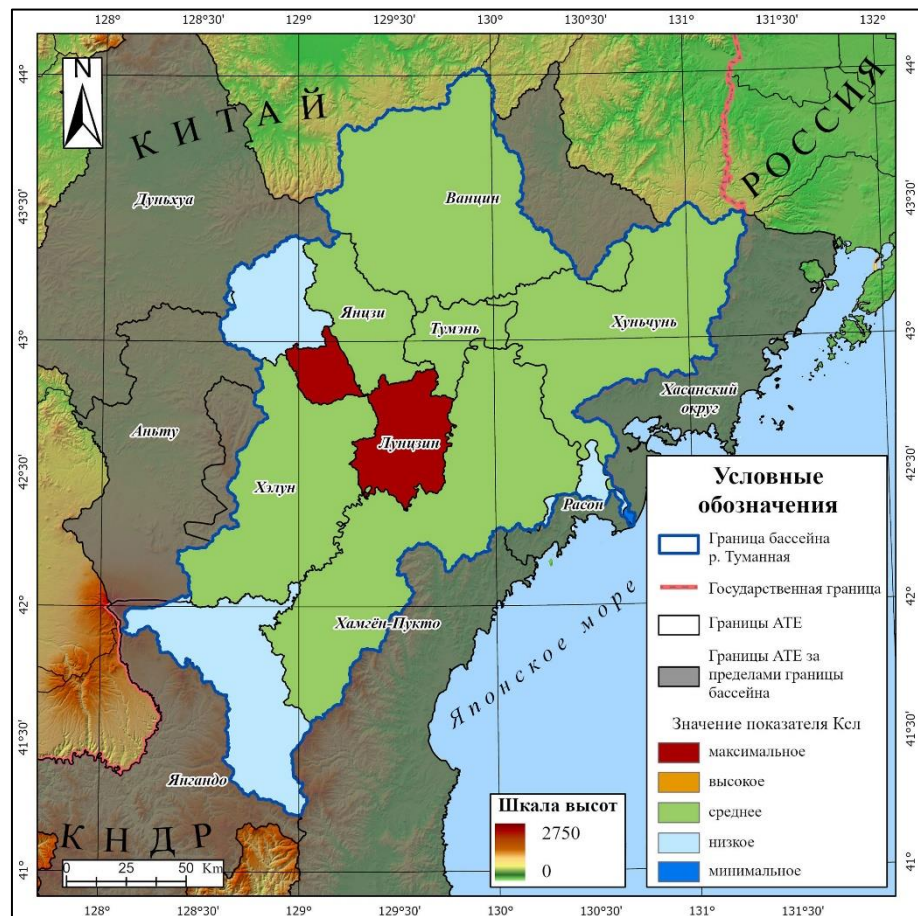


Рисунок 3.10. Ранжирование территории бассейна р. Туманная по значению коэффициента сложности в пределах АТЕ

Менее сложная структура использования земель свойственна Хасанскому МО (7,7), провинции Янгандо (23,6) и городу Расон (44) в КНДР. Для Янгандо это можно объяснить наличием крупных полигонов одного типа земель (лесные земли, рубки, сельскохозяйственные земли). Две другие АТЕ наименьшие по площади

(рис. 3.10). Для Хасанского МО в целом значение коэффициента сложности составляет 662,5, что объясняется значительно большим количеством полигонов при большей площади АТЕ.

Значения энтропийной меры сложности выше среднего (2,83) отмечаются для административных единиц Тумэнь, Янцзи, Расон, Хамген-Пукто, Лунцзин (табл. 3.4). Здесь характерна наибольшая освоенность и наименьшая однородность в пространственной структуре использования земель (АТЕ также присущи высокие показатели индекса дробности и коэффициента (рис. 3.11).

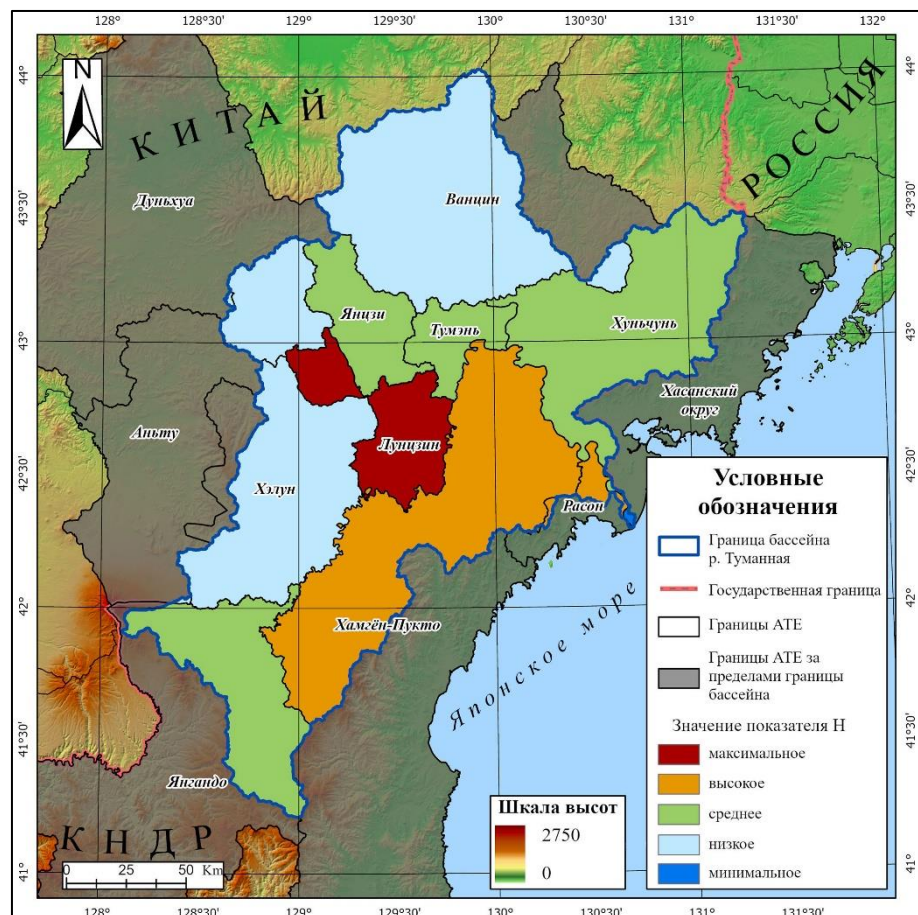


Рисунок 3.11. Ранжирование территории бассейна р. Туманная по значению Энтропийной меры сложности в пределах АТЕ

По периферии бассейна находятся территории с наименьшим значением данного показателя – Аньту и Ванцин с преимуществом доли лесных земель, и Хасанский округ с преимуществом лесных земель и лугов в структуре

использования земель. Если учитывать весь Хасанский МО, то значение показателя составляет 4,35, что приближено к значению уезда Лунцзин (4,25).

Коэффициент раздробленности позволяет оценить отношение средней площади конкретного типа к площади исследуемой территории. Наибольшее его значение характерно для Хасанского округа (5,88), что объясняется разорванностью и раздробленностью выделенных полигонов из-за пересечения государственной границей. При этом для Хасанского МО присуще значительно меньшее значение коэффициента (0,06) из-за большей площади округа при приблизительно таком же значении средней площади выделенных полигонов. Также небольшой площадью и высоким значением коэффициента отличается Расон (0,85) в КНДР. Наименьшее значение коэффициента присуще городскому уезду Ванцин (0,08) в Китае. Это самая большая административная единица на периферии бассейна, отличающаяся высоким значением средней площади полигона и однородностью структуры землепользования.

Максимальные значения индекса Маргалефа, характеризующего разнообразие и структурную неоднородность территории посредством числа и частоты встречаемости типов использования земель, присущи городским уездам Ванцин, Хуньчунь, Лунцзин и Хэлун в Китае, и провинции Хамген-Пункто в пределах КНДР (табл. 3.4, рис. 3.12). Как отмечалось выше, для этих территорий характерны высокая сложность и низкая раздробленность. Низкое значение индекса (4,42) свидетельствует о наименьшем разнообразии в Хасанском МО, что нельзя сказать о всей площади округа, для которого значение индекса составляет 198,35 – максимальное среди всех рассматриваемых административных единиц.

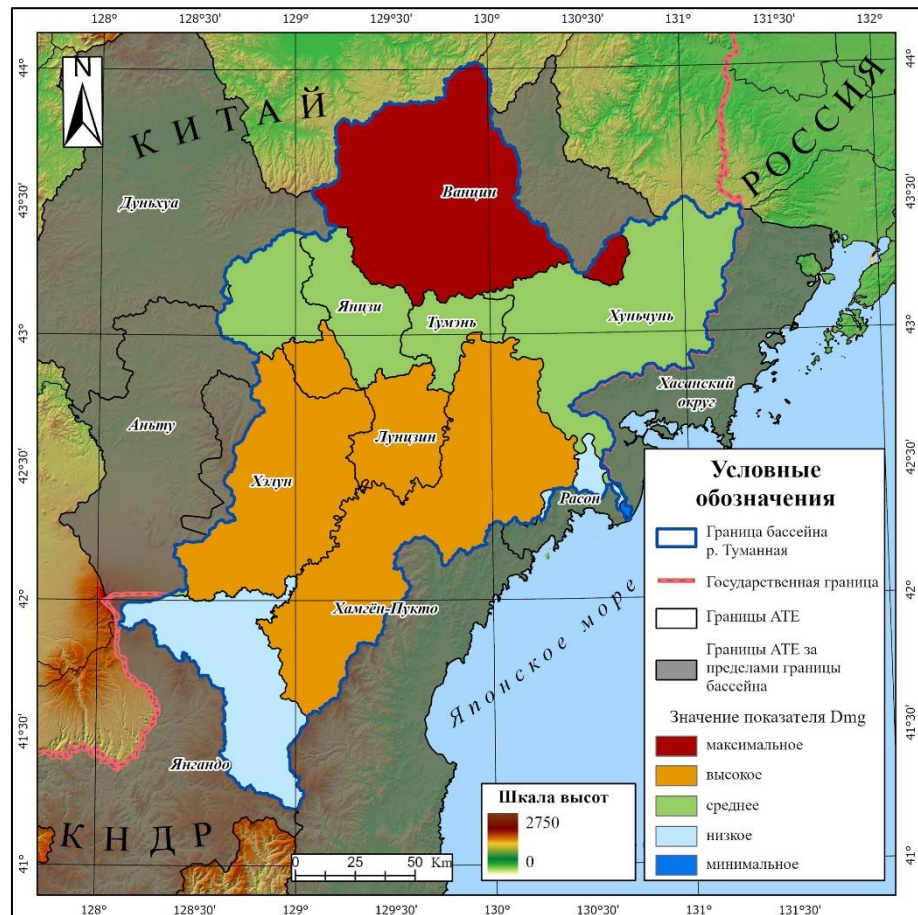


Рисунок 3.12. Ранжирование территории бассейна р. Туманная по значению Индекса Маргалефа в пределах АТЕ

Таким образом, на основе анализа количественных показателей можно отметить 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. 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 (Ванцин в КНР и Янгандо в КНДР).

3.3. Эколого-хозяйственный баланс бассейна р. Туманная

3.3.1. Расчеты для водосборов притоков р. Туманная

Согласно бассейновой концепции Л. М. Коротного специфика природопользования бассейновой геосистемы определяется как трансграничностью геосистемы с дифференцированными экономиками соседних государств и их воздействием на части геосистемы, так и ее бассейновым характером [Коротный, 2017]. В рамках исследования был произведен расчет и анализ эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) в пределах бассейнов притоков I-го, II-го и III-го порядков для р. Туманная (рис. 3.2). Для определения ЭХБ были использованы следующие характеристики: распределение и площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки, интегральная антропогенная нагрузка, напряженность эколого-хозяйственного состояния (ЭХС), естественная защищенность и экологический фонд территории [Кочуров, 1999].

Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель вводятся экспертные балльные оценки. Согласно методике Б. И. Кочурова, выделенные в результате картографирования типы использования земель были объединены в однородные группы от минимальной до максимальной степени антропогенной нагрузки и каждому типу был присвоен соответствующий балл (табл. 3.5). К землям с очень низкой степенью АН (1 балл) не был отнесен ни один тип земель, т. к. получить корректную информацию о количестве и распределении ООПТ для КНР и КНДР не представляется возможным.

Были посчитаны коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности ЭХС территории (табл. 3.6). Коэффициент K_a показывает отношение площади земель, сильно нарушенных антропогенной деятельностью, к площади малотронутых территорий. В пределах бассейна р. Туманная значение данного коэффициента находится в диапазоне от 0,005 (бассейн №21) до 0,129 (бассейн №12). Среднее значение для всего бассейна составляет 0,05. Для всех

выделенных бассейнов отмечается значительный перевес площади земель с низкой АН по сравнению с землями с высокой АН, что говорит о достаточно благополучном состоянии окружающей среды. В структуре использования земель преобладают лесные земли и луга, особенно большой перевес отмечается для корейской части бассейна со средним значением K_a 0,035 (в китайской части среднее значение равно 0,057, для российской – 0,099).

Таблица 3.5 – Классификация земель по степени антропогенной нагрузки
[Кочуров, 1999, 2003]

| Степень антропогенной нагрузки | Балл | Виды и категории земель по классификации Б. И. Кочурова | Тип использования земель согласно классификация при картографировании бассейна р. Туманная | Площадь в пределах бассейна, км ² | |
|--------------------------------|------|---|--|--|----------|
| Высшая | 6 | Земли промышленности, транспорта городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли | Карьеры, населенные пункты, промышленные объекты | P_6 | 1456,26 |
| Очень высокая | 5 | Орошаемые и осушаемые земли | Рисовые чеки | P_5 | 409,57 |
| Высокая | 4 | Пахотные земли; ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы, используемые нерационально | Сельскохозяйственные земли (используемые и неиспользуемые), рубки | P_4 | 4424,77 |
| Средняя | 3 | Многолетние насаждения, рекреационные земли | Лесопосадки, редколесья, водные объекты | P_3 | 487,83 |
| Низкая | 2 | Сенокосы; леса, используемые ограниченно | Лесные земли, луга | P_2 | 26344,53 |
| Очень низкая | 1 | Природоохранные и неиспользуемые земли | - | P_1 | - |

Коэффициент относительной напряженности (K_o) в наибольшей степени характеризует ЭХС, т. к. при его расчете охватывается вся территория и все типы земель. Его значение близкое или равное 1,0 означает сбалансированность ЭХС по степени АН и потенциалу устойчивости природной среды. Среднее значение для бассейна р. Туманная составляет 0,234. Максимальное значение (0,858) характерно для бассейна под номером 1_2, расположенного в припойменной части бассейна р. Туманная на территории КНДР. При этом для бассейна №1_1 значение K_o

составляет 0,3, для бассейна №1_3 – 0,06. При ранжировании бассейнов на группы с высокими, средними и низкими значениями коэффициента в группу со средними значениями (от 0,299 до 0,579) попадают бассейны в корейской части под №6_2 (0,511), №7 (0,461), №20 (0,453) и №16 (0,410). За исключением последнего, указанные бассейны находятся в средней части бассейна реки со среднегорным и равнинным рельефом и характеризуется средней освоенностью. Бассейн №16 находится в южной высокогорной части. Остальные бассейны попадают в группу с низкими значениями K_o с наименьшим значением бассейна №14 в КНР (0,020).

Таблица 3.6 – Показатели эколого-хозяйственного баланса водосборов
внутрик бассейна р. Туманная

| Номер бассейна | Коэффициент абсолютной напряженности (K_a) | Коэффициент относительной напряженности (K_o) | Земли со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$) | Коэффициент естественной защищенности ($K_{ез}$) |
|----------------|--|---|--|--|
| 1_1 | 0,121 | 0,307 | 847,040 | 0,839 |
| 1_2 | 0,099 | 0,858 | 1029,569 | 0,772 |
| 1_3 | 0,021 | 0,060 | 28,963 | 0,945 |
| 2 | 0,093 | 0,255 | 2042,573 | 0,865 |
| 3 | 0,013 | 0,031 | 753,082 | 0,980 |
| 4 | 0,060 | 0,216 | 954,232 | 0,889 |
| 5 | 0,098 | 0,199 | 575,221 | 0,879 |
| 6_1 | 0,049 | 0,121 | 1815,340 | 0,928 |
| 6_2 | 0,049 | 0,511 | 1474,869 | 0,842 |
| 7 | 0,044 | 0,461 | 354,383 | 0,847 |
| 8 | 0,011 | 0,074 | 667,699 | 0,965 |
| 9 | 0,013 | 0,035 | 915,653 | 0,978 |
| 10 | 0,050 | 0,097 | 1170,077 | 0,935 |
| 11 | 0,025 | 0,125 | 3873,806 | 0,939 |
| 12 | 0,129 | 0,289 | 2957,727 | 0,845 |
| 13 | 0,117 | 0,349 | 2447,080 | 0,836 |
| 14 | 0,008 | 0,020 | 1183,931 | 0,987 |
| 15_1 | 0,014 | 0,037 | 242,416 | 0,977 |
| 15_2 | 0,038 | 0,191 | 855,506 | 0,910 |
| 16 | 0,011 | 0,410 | 2071,502 | 0,877 |
| 17 | 0,011 | 0,204 | 1539,051 | 0,926 |
| 18 | 0,041 | 0,270 | 538,941 | 0,894 |
| 19 | 0,018 | 0,177 | 428,058 | 0,928 |
| 20 | 0,037 | 0,453 | 311,226 | 0,858 |
| 21 | 0,005 | 0,103 | 475,538 | 0,956 |
| Среднее | 0,05 | 0,23 | 1182,14 | 0,90 |

Значение интегрального коэффициента $K_{ез}$, отражающего устойчивость природно-антропогенной территории, менее 0,5 свидетельствует о том, что

территория экологически не стабильна. Среднее значение $K_{\text{ез}}$, для бассейна р. Туманная составляет 0,9. Среди двадцати пяти выделенных бассейнов наименьшим значением $K_{\text{ез}}$ обладает бассейн №1_2 (0,772) на территории КНДР, наибольшим – бассейн №14 (0,987) в пределах КНР (рис. 3.13). В целом, среднее значение коэффициента защищенности для корейской части составляет 0,881, в то время как для китайской – 0,917. Для бассейна №1_3, находящегося на территории России, значение коэффициента составляет 0,945 (табл. 3.6).

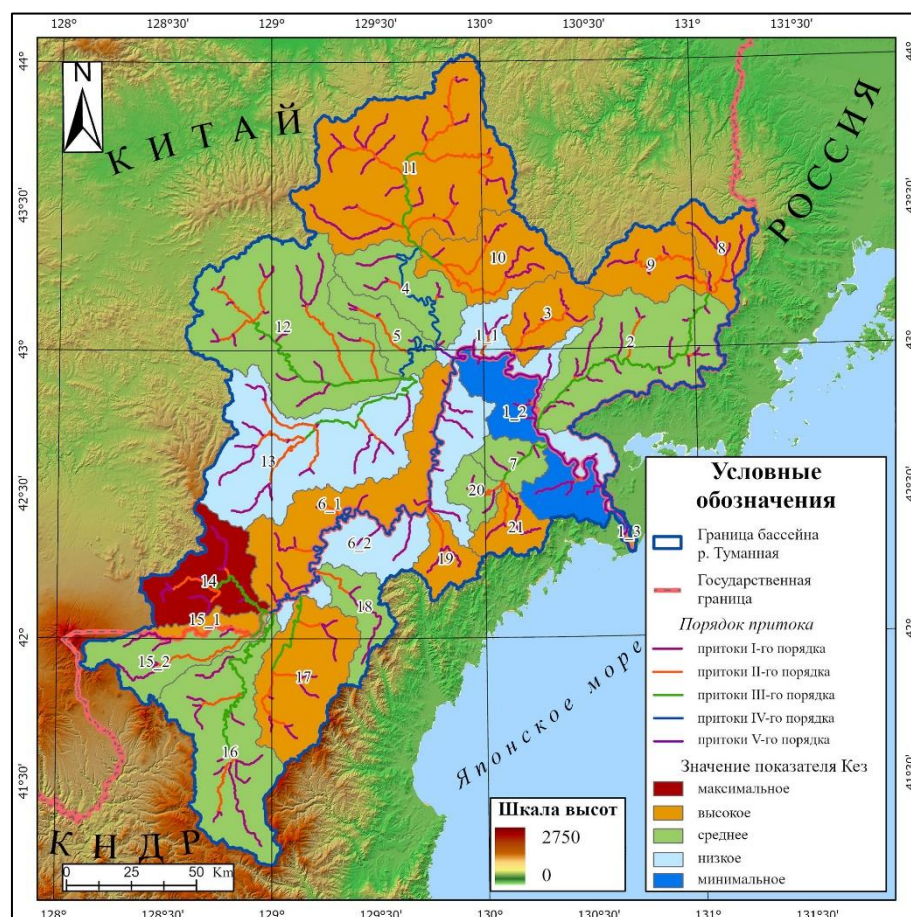


Рисунок 3.13. Ранжирование территории бассейна по значению коэффициента естественной защищенности ($K_{\text{ез}}$) [Маслова, 2023]

Таким образом, можно сделать вывод о достаточно высоком уровне естественной защищенности территории бассейна р. Туманная. В качестве основных характеристик в распределении земель и антропогенной нагрузки стоит отметить большую 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. Стоит отметить, что в целом для территории трансграничного бассейна наличие активно используемых земель компенсируется значительными пространствами неизмененных природных комплексов. Показатели эколого-хозяйственного баланса китайской части бассейна р. Туманная указывают на большее антропогенное влияние на природную среду по сравнению с корейской и российской частями. Возможные трансграничные последствия такого воздействия должны учитываться при организации хозяйственной деятельности и разработке планов рационального природопользования в бассейне р. Туманная.

3.3.2. Расчеты в административных границах

Показатели ЭХБ были рассчитаны для одиннадцати административно-территориальных единиц (АТЕ) в пределах бассейна р. Туманная (табл. 3.7), а также для всего Хасанского МО.

Среднее значение K_o , при расчете которого учитываются все типы земель, составляет 0,26. Наибольшее значение присуще городу Расон ($K_o = 0,482$). Корейским провинциям присущи высокие значения: Янгандо (0,363) и Хамген-Пукто (0,356). Среднее значение для части КНДР оставляет 0,36, что характеризует эту территорию как наиболее сбалансированную. Среднее значение для китайских уездов составляет 0,229. Наименьшее значение присуще Хасанскому МО – в пределах бассейна значение коэффициента составляет 0,017, в пределах границ всего округа значение $K_o = 0,049$.

Таблица 3.7 – Показатели эколого-хозяйственного баланса для АТЕ в бассейне р. Туманная

| АТЕ | Коэффициент абс. напряженности (K_a) | Коэффициент относ. напряженности (K_o) | Земли со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$) | Коэффициент естественной защищенности ($K_{ез}$) |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| <i>Хасанский МО (весь)</i> | <i>0,013</i> | <i>0,049</i> | <i>3974,02</i> | <i>0,965</i> |
| Хасанский МО в пределах бассейна | 0,012 | 0,017 | 36,449 | 0,973 |
| Ванцин | 0,027 | 0,110 | 8101,898 | 0,942 |
| Хуньчунь | 0,098 | 0,245 | 2621,609 | 0,864 |
| Тумэнь | 0,102 | 0,250 | 904,549 | 0,865 |
| Янцзи | 0,177 | 0,330 | 1413,070 | 0,816 |
| Лунцзин | 0,139 | 0,371 | 1808,342 | 0,825 |
| Аньту | 0,060 | 0,164 | 1418,244 | 0,908 |
| Хэлун | 0,046 | 0,137 | 4153,093 | 0,922 |
| <i>Среднее значение для КНР</i> | <i>0,093</i> | <i>0,229</i> | <i>2917,258</i> | <i>0,877</i> |
| Хамген-Пукто | 0,035 | 0,356 | 6115,959 | 0,875 |
| Расон | 0,042 | 0,482 | 250,234 | 0,895 |
| Янгандо | 0,020 | 0,363 | 2747,092 | 0,875 |
| <i>Среднее значение для КНДР</i> | <i>0,032</i> | <i>0,401</i> | <i>3037,762</i> | <i>0,882</i> |
| <i>Среднее для всего бассейна</i> | <i>0,069</i> | <i>0,257</i> | <i>2688,231</i> | <i>0,887</i> |

Для АТЕ в пределах бассейна не отмечено $K_{ез}$ ниже 0,5, что говорит об отсутствии критического уровня защищенности территории. Среднее значение составляет 0,89. Наименьшее значение коэффициента отмечено в уезде Янцзи в КНР (0,816). Наибольшее отмечается в Хасанском округе как в пределах бассейна (0,973), так и в общих границах округа (0,965). Среднее значение $K_{ез}$ для части Китая составляет 0,877, в то время как для Кореи – 0,882 (рис. 3.14).

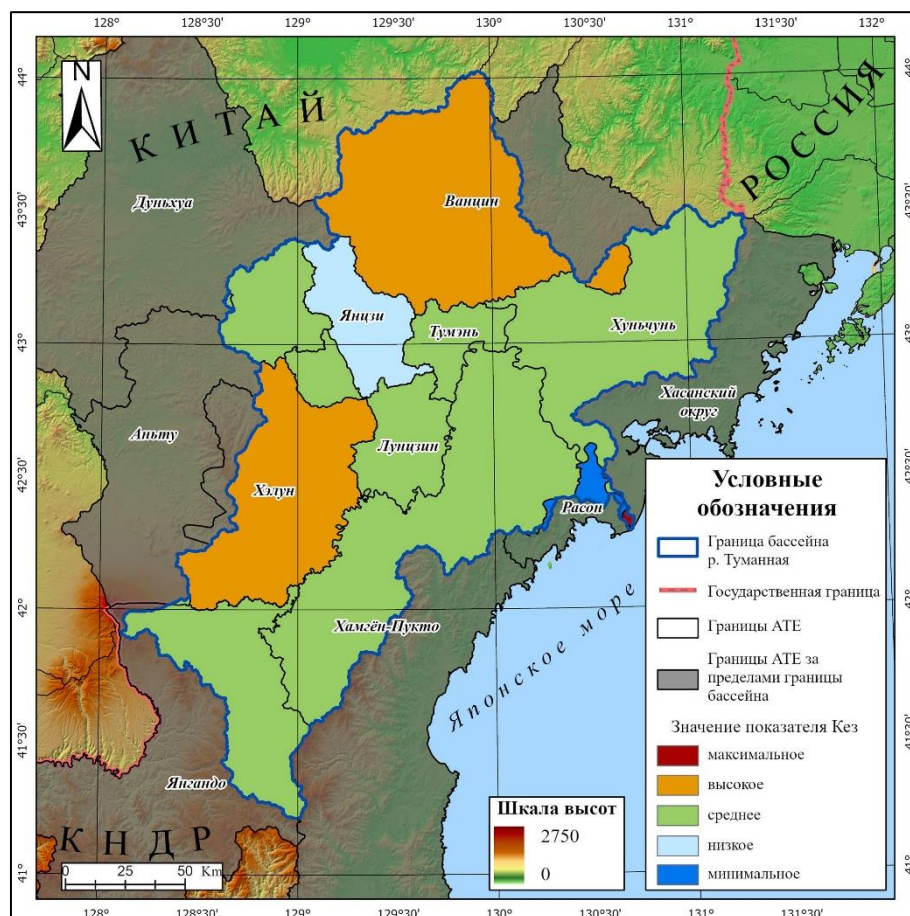


Рисунок 3.14. Ранжирование территории бассейна по значению коэффициента естественной защищенности ($K_{ез}$) в пределах АТЕ

Таким образом, для АТЕ в пределах бассейна р. Туманная отмечается достаточно высокий уровень естественной защищенности территории. Для всего бассейна характерна высокая доля естественных и малотронутых земель (лесные земли, луга и редколесья). Окраинные территории имеют более высокие значения коэффициента естественной защищенности (Хасанский МО, Ванцин и Хэлуи). Доля антропогенно преобразованных земель определяет показатели ЭХБ и отражает более низкую защищенность территории. Преимущественно для АТЕ в пределах Китая отмечается пониженное значение $K_{ез}$ относительно корейской и российской части бассейна, что означает необходимость внимания к более рациональному хозяйственному использованию территории. Однако, значение коэффициента в пределах всего бассейна р. Туманная варьирует в пределах от 0,816 до 0,973, что не может свидетельствовать о критичном уровне защищенности.

3.4. Корреляционный анализ количественных данных структуры использования земель

Известно, что в природе и обществе многие явления и процессы развиваются во взаимосвязи. Например, в природно-территориальном комплексе все составляющие его компоненты находятся во взаимообусловленности и взаимосвязанности [Филандышева, 2015].

Данные, полученные при количественном анализе структуры использования земель в бассейне р. Туманная, позволяют не только охарактеризовать особенности природно-хозяйственной организации территории, но и раскрыть взаимосвязь различных коэффициентов. Для такой характеристики были составлены корреляционные матрицы по формуле коэффициента Пирсона (см. гл. 2) для значений количественных показателей в рамках разделения бассейна р. Туманная на бассейны притоков (табл. 3.8) и в рамках административно-территориального деления (табл. 3.9).

Площадь территории является важнейшим фактором формирования разнообразия. В первую очередь стоит отметить сильную прямо пропорциональную зависимость коэффициента сложности и индекса Маргалефа от площади бассейна (табл. 3.8). Наименьшие бассейны (№1_3; №15_1; №20; №19; №21 и др.) имеют наименьшие значения данных показателей. В свою очередь крупные бассейны под номерами 11, 12, 13 имеют высокие значения данных коэффициентов, что отражает типичную закономерность – высокую зависимость между количеством отдельных контуров (полигонов) в пределах бассейна и его площадью [Ганзей, 2014].

При этом сильная обратно пропорциональная зависимость от площади характерна для коэффициента раздробленности. Наименьшие по площади бассейны (№1_3 и №15_1) наименее однородны и имеют максимальные значения коэффициента. Во многом это зависит от пересечения их государственной границей и разделения полигонов. Значение коэффициента раздробленности тем меньше, чем

больше площадь бассейна, что подтверждается минимальными его значениями для самых больших бассейнов (№2; №11; №12; №13; №16). Это объясняется увеличением здесь средней площади отдельных полигонов.

Таблица 3.8 – Корреляционная матрица между значениями показателей структуры использования земель для бассейнов притоков I-го, II-го и III-го порядка р. Туманная

| | Площадь бассейна | Средняя площадь | Индекс дробности | Коэффициент сложности | Энтропийная мера сложности | Относительная организация | Коэффициент раздробленности | Индекс Маргалефа | $K_{\text{сз}}$ |
|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|
| Площадь бассейна | 1,00 | -0,20 | -0,03 | 0,72 | 0,28 | 0,01 | -0,64 | 0,84 | -0,27 |
| Средняя площадь полигона | -0,20 | 1,00 | -0,73 | -0,55 | -0,67 | 0,62 | 0,41 | -0,54 | 0,54 |
| Индекс дробности | -0,03 | -0,73 | 1,00 | 0,37 | 0,52 | -0,62 | 0,05 | 0,29 | -0,32 |
| Коэффициент сложности | 0,72 | -0,55 | 0,37 | 1,00 | 0,70 | -0,46 | -0,56 | 0,97 | 0,19 |
| Энтропийная мера сложности | 0,28 | -0,67 | 0,52 | 0,70 | 1,00 | -0,93 | -0,49 | 0,65 | -0,90 |
| Относительная организация | 0,01 | 0,62 | -0,62 | -0,46 | -0,93 | 1,00 | 0,21 | -0,38 | 0,83 |
| Коэффициент раздробленности | -0,64 | 0,41 | 0,05 | -0,56 | -0,49 | 0,21 | 1,00 | -0,65 | 0,53 |
| Индекс Маргалефа | 0,84 | -0,54 | 0,29 | 0,97 | 0,65 | -0,38 | -0,65 | 1,00 | -0,54 |
| $K_{\text{сз}}$ | -0,27 | 0,54 | -0,32 | -0,57 | -0,90 | 0,83 | 0,53 | -0,54 | 1,00 |

Также отмечается сильная прямо пропорциональная зависимость энтропийной меры сложности (общее разнообразие) и индекса Маргалефа от коэффициента сложности – чем больше последний, тем выше значение указанных показателей. Данные показатели характерны преимущественно для больших по площади бассейнов, что подтверждает зависимость разнообразия и сложности структуры использования земель от площади бассейна.

Коэффициент естественной защищенности ($K_{\text{сз}}$) находится в прямой пропорциональной зависимости от относительной организации (производная от

энтропийной меры сложности), и в меньшей степени от коэффициента раздробленности и коэффициента сложности (табл. 3.8). Соответственно, чем более сложна территория, тем более она сбалансирована и устойчива к антропогенному изменению. Противоречив результат корреляционной зависимости $K_{\text{ез}}$ от энтропийной меры сложности – зависимость обратно пропорциональна. При этом высокое значение показателя энтропии указывает на разнообразие территории, большую вероятность смены одним типом землепользования другим. Однако, высокое значение показателя соответствует низким значениям коэффициента естественной защищенности, и наоборот.

Корреляция основных количественных показателей в пределах АТЕ имеет схожую картину (табл. 3.9). Так, индекс Маргалефа имеет высокую прямо пропорциональную зависимость от площади АТЕ и коэффициента сложности. Коэффициент сложности имеет среднюю, а не высокую степень прямой зависимости от площади. Высокие значения данных показателей характерны для наибольших АТЕ – Хамген-Пукто, Ванцин, Хэлун, Хуньчунь, Лунцзин.

Аналогично корреляционной матрице для бассейнов, $K_{\text{ез}}$ имеет прямую зависимость от относительной организации и в пределах АТЕ, только среднюю. Однако, диапазон значений коэффициента естественной защищенности составляет от 0,82 до 0,97, что является не совсем показательным для выявления зависимости. Также, коэффициент естественной защищенности имеет среднюю прямо пропорциональную зависимость от коэффициента раздробленности, но со средней площадью полигона связи не установлено.

Энтропийная мера сложности имеет слабую прямо пропорциональную зависимость от индекса дробности, коэффициента сложности и индекса Маргалефа. Все эти показатели характеризуют разнообразие и сложность территории, напрямую зависят от ее площади и количества выделенных полигонов различного вида использования земель.

Таблица 3.9 – Корреляционная матрица между значениями показателей структуры использования земель для административно-территориальных единиц в пределах бассейна р. Туманная

| | Площадь АТЕ | Средняя площадь полигона | Индекс дробности | Коэффициент сложности | Энтропийная мера сложности | Относительная организация | Коэффициент раздробленности | Индекс Маргалефа | $K_{\text{сз}}$ |
|------------------------------------|-------------|--------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|
| Площадь АТЕ | 1,00 | 0,43 | -0,75 | 0,54 | -0,03 | 0,56 | -0,48 | 0,86 | 0,26 |
| Средняя площадь полигона | 0,43 | 1,00 | -0,86 | -0,23 | -0,13 | 0,30 | -0,27 | 0,05 | 0,13 |
| Индекс дробности | -0,75 | -0,86 | 1,00 | -0,05 | 0,18 | -0,58 | 0,52 | -0,43 | -0,18 |
| Коэффициент сложности | 0,54 | -0,23 | -0,05 | 1,00 | 0,36 | 0,29 | -0,55 | 0,88 | -0,17 |
| Энтропийная мера сложности | -0,03 | -0,13 | 0,18 | 0,36 | 1,00 | -0,66 | -0,37 | 0,16 | -0,85 |
| Относительная организация | 0,56 | 0,30 | -0,58 | 0,29 | -0,66 | 1,00 | -0,37 | 0,52 | 0,56 |
| Коэффициент раздробленности | -0,48 | -0,27 | 0,52 | -0,55 | -0,37 | -0,37 | 1,00 | -0,59 | 0,50 |
| Индекс Маргалефа | 0,86 | 0,05 | -0,43 | 0,88 | 0,16 | 0,52 | -0,59 | 1,00 | 0,06 |
| $K_{\text{сз}}$ | 0,26 | 0,13 | -0,18 | -0,17 | -0,85 | 0,56 | 0,50 | 0,06 | 1,00 |

Для выявления зависимости между показателями в пределах административно-территориальных единиц были вычислены значения всех коэффициентов для всей площади Хасанского муниципального округа (табл. 3.10). Так как в пределах бассейна территория округа занимает менее 1% от его площади, то справедливо учитывать всю площадь муниципалитета, соразмерную с другими административными образованиями.

В таком случае индекс Маргалефа также имеет высокую прямо пропорциональную зависимость от площади АТЕ и коэффициента сложности, только значения корреляции несколько меньше. Коэффициент сложности имеет среднюю степень прямой зависимости от площади и от индекса дробности, а также от энтропийной меры сложности и коэффициента естественной защищенности. В данном случае высокие значения упомянутых показателей характерны для

наибольших АТЕ – провинции Хамген-Пукто, уездов Ванцин, Хуньчунь, Лунцзин, и для Хасанского МО в том числе.

Таблица 3.10 – Корреляционная матрица между значениями показателей структуры использования земель для административно-территориальных единиц в пределах бассейна р. Туманная с учетом общей площади Хасанского МО

| | Площадь АТЕ | Средняя площадь | Индекс дробности | Коэффициент сложности | Энтропийная мера сложности | Относительная организация | Коэффициент раздробленности | Индекс Маргалефа | $K_{\text{сз}}$ |
|------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|
| Площадь АТЕ | 1,00 | 0,33 | -0,59 | 0,36 | 0,18 | 0,47 | -0,64 | 0,73 | 0,60 |
| Средняя площадь полигона | 0,33 | 1,00 | -0,88 | -0,42 | -0,35 | 0,28 | 0,02 | -0,23 | 0,16 |
| Индекс дробности | -0,59 | -0,88 | 1,00 | 0,44 | 0,57 | -0,56 | 0,17 | 0,05 | -0,30 |
| Коэффициент сложности | 0,33 | -0,42 | 0,44 | 1,00 | 0,50 | -0,09 | -0,58 | 0,87 | 0,51 |
| Энтропийная мера сложности | -0,15 | -0,35 | 0,57 | 0,50 | 1,00 | -0,87 | 0,10 | 0,24 | -0,37 |
| Относительная организация | 0,47 | 0,28 | -0,56 | -0,09 | -0,87 | 1,00 | -0,57 | 0,22 | 0,64 |
| Коэффициент раздробленности | -0,64 | 0,02 | 0,17 | -0,58 | 0,10 | -0,57 | 1,00 | -0,77 | -0,58 |
| Индекс Маргалефа | 0,73 | -0,23 | 0,05 | 0,87 | 0,24 | 0,22 | -0,77 | 1,00 | 0,65 |
| $K_{\text{сз}}$ | 0,60 | 0,16 | -0,30 | 0,51 | -0,37 | 0,64 | -0,58 | 0,65 | 1,00 |

Отлично от корреляционной матрицы для АТЕ в пределах бассейна р. Туманная, $K_{\text{сз}}$ в пределах общей площади АТЕ имеет среднюю, а не высокую степень отрицательной зависимости от энтропийной меры сложности. Выявлена положительная корреляция с коэффициентом сложности, что совпадает с корреляционной матрицей на уровне бассейнов (табл. 3.8). В данном случае для Хасанского МО характерны наибольшие значения указанных двух показателей. Однако, значение корреляции с показателем коэффициента раздробленности приобрело отрицательное значение – чем меньше раздробленность, тем больше территория находится в сбалансированном состоянии. Для Хасанского МО присуще наименьшее значение данного коэффициента.

Энтропийная мера сложности также имеет слабую прямо пропорциональную зависимость от индекса Маргалефа, как и от коэффициента раздробленности. При этом корреляция с индексом дробности и коэффициентом сложности средняя положительная. Все эти показатели характеризуют разнообразие и сложность территории, напрямую зависят от ее площади и количества выделенных полигонов различного вида использования земель. Сильная отрицательная зависимость характерна только в случае с относительной организацией.

* * *

Составлена карта использования земель в бассейне р. Туманная по состоянию на 2020 г. в рабочем масштабе 1 : 100 000. По результатам картографирования установлено, что при общей площади бассейна в 33146,20 км² более 77% территории занимают лесные земли. Лидирующие позиции в большинстве типов использования земель занимает китайская часть бассейна. В первую очередь это объясняется тем, что территория КНР занимает 68% от площади бассейна реки. Сельскохозяйственные земли в китайской и корейской частях имеют близкие значения площадей, рисовые чеки – преимущественно расположены в КНР. В отличие от большинства типов использования земель, карьеры были найдены на территории КНДР – 73,9%.

Количественная оценка пространственной и типологической структуры использования земель и ЭХБ была произведена в природных границах бассейнов притоков р. Туманная I-го, II-го и III-го порядков и в рамках административно-территориального деления КНР, КНДР и РФ.

В результате количественной оценки структуры использования земель отмечается 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 экономически развитых районов бассейна, преимущественно в припойменной

части притоков и русла р. Туманная. Более крупные бассейны и АТЕ отличаются высокими значениями показателей разнообразия и сложности в связи с большим количеством выделенных полигонов и их большей средней площадью. Для российской части (Хасанский МО) и города Расон (КНДР) характерна высокая раздробленность в силу их 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 земель.

Среднее значение интегрального коэффициента $K_{\text{ез}}$, отражающего устойчивость территории, составляет 0,9, что указывает на достаточно высокий уровень естественной защищенности территории бассейна р. Туманная. Наименьшим значением $K_{\text{ез}}$ обладает приграничный бассейн на территории КНДР, наибольшим – бассейн в высокогорной части в пределах КНР. Антропогенные нагрузки по территории бассейна распределены неравномерно, но для всего бассейна характерна высокая доля естественных и малотронутых земель, что характеризует территорию как сбалансированную. 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 $K_{\text{ез}}$, на что нужно обратить внимание для рационального и устойчивого развития территории.

Корреляционный анализ взаимосвязи количественных показателей сложности и ЭХБ территории показал сильную пропорциональную зависимость коэффициента сложности и индекса Маргалефа от площади бассейна. Отмечается сильная прямо пропорциональная зависимость энтропийной меры сложности и индекса Маргалефа от коэффициента сложности – чем больше последний, тем выше значение указанных показателей. Коэффициент естественной защищенности имеет положительную связь с относительной организацией, коэффициентом раздробленности и коэффициентом сложности.

ГЛАВА 4. НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ Р. ТУМАННАЯ

4.1. Мировой опыт сотрудничества в пределах трансграничных бассейнов

В настоящее время в мире насчитывается от 263 до 298 трансграничных речных бассейнов, почти половина из них расположена в Европе (86) и Азии (63) [Wolf A. et al., 2003; Munia Y. et al., 2016; Сивохип, 2022]. Необходимость обеспечения устойчивого управления общими ресурсами, предотвращения конфликтов и достижения взаимовыгодного развития приводит к формированию особой формы взаимодействия в пределах трансграничных бассейнов.

Под *трансграничными отношениями* понимается вся совокупность общественных отношений между негосударственными субъектами, пересекающих государственную границу и регулируемых ею [Приграничное сотрудничество ..., 2021]. Приграничные/трансграничные отношения состоят из двух понятий – «приграничное сотрудничество» и «приграничная конкуренция» – являющихся отражением разнонаправленных отношений между территориями.

Понятие «*международное сотрудничество*» отражает «такой процесс взаимодействия двух или нескольких стран или регионов, в котором исключается применение вооруженного насилия и доминируют совместные поиски реализации общих интересов» [Цыганков, 2003, С. 440].

Правовую часть данного вопроса в Российской Федерации регулирует ФЗ РФ «Об основах приграничного сотрудничества» [от 26.07.2017] и Концепция приграничного сотрудничества в Российской Федерации [Распоряжение от 09.02.2001]. Согласно официальным документам, под приграничным сотрудничеством в Российской Федерации понимаются «согласованные действия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, направленные на укрепление

взаимодействия РФ и сопредельных государств в решении вопросов устойчивого развития приграничных территорий РФ и сопредельных государств, повышения благосостояния населения приграничных территорий РФ и сопредельных государств, укрепления дружбы и добрососедства с этими государствами».

Согласно классификации форм сотрудничества, сформулированной Европейской ассоциацией приграничных регионов, территориальный охват определяет уровень сотрудничества: приграничное, трансграничное (межгосударственное) или транснациональное. Чаще всего территориальной основой сотрудничества выступают трансграничные бассейновые системы, т. к. водотоки либо пересекают государственные границы (Иртыш, Нил, Инд, Дуэро и др.), либо совпадают на отдельных участках с линией государственной границы (Амур, Урал, Рейн, Рио-Гранде, Ганг и др.). В международных речных бассейнах особенно ярко проявляется переплетение экологической, экономической и политической взаимозависимости [Колосов, 1991].

По определению, принятому в Конвенции Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер в 1992 г. [Конвенция от 17.03.1992], под *трансграничными реками* понимаются водотоки, пересекающие государственную границу двух или более сопредельных государств. Выделяют страны-доноры (верховые) и страны-реципиенты (низовые) речного стока. Предметами межгосударственных дискуссий оказываются практика использования водных ресурсов верховыми странами и возникающие при этом последствия для низовых стран [Фролова, 2018]. Ситуация усугубляется, если речной сток распределяется между государствами с различными социально-экономическими или геополитическими стратегиями.

Примерно с середины XX в. по мере увеличения забора воды на хозяйственно-бытовые нужды и стремительного роста численности населения произошло обострение конфликтных ситуаций в трансграничных бассейнах. Ситуации подразделяются территориально-пограничные, водопользовательские, водно-экологические и природно-ресурсные типы [Корытный, 2010]. Наиболее острые конфликты возникают в регионах с недостаточной водообеспеченностью в

связи с сочетанием различных факторов: пространственно-временные вариации гидро-климатических условий, изменения геополитической и социально-экономической обстановки, обуславливающие межгосударственные противоречия, также и в области совместного использования водных ресурсов.

Чем большее количество государств пересекает речной бассейн, тем сложнее процесс реализации межгосударственных стратегий, особенно в условиях конкурирующих экономик и разных политических идеологий. В пределах трансграничных бассейнов барьерные механизмы государственных границ осложняют реализацию программ комплексного использования водных ресурсов, предусматривающих совместное решение задач по водообеспечению, водопользованию и охране речных вод [Колосов, 1997].

Основная задача межгосударственного взаимодействия в трансграничных бассейнах – создание оптимальных условий для реализации контактной функции политических рубежей на основе институционально-правовой среды.

Основными международными документами в данном аспекте являются так называемые «глобальные водные конвенции», принятые по инициативе ООН. К ним относятся Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [Конвенция от 17.03.1992 г.] и Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков [Конвенция от 21.05.1997 г.]. Большое значение имеют Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий [Конвенция от 17.03.1992 г.] и Конвенция ЕЭК ООН об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте [Конвенция от 25.02.1991 г.]. Ключевым является и договорно-правовой механизм на основе двустороннего сотрудничества.

Для Европы характерны следующие особенности трансграничных водных ресурсов: они распределены неравномерно и экологически загрязнены; страны верховьев и низовьев рек несут риски при несогласованном использовании ресурсов; наблюдается тенденция к росту дефицита воды [Смакова, 2015].

В конце XVIII в. прибрежными странами были предприняты первые попытки совместного использования трансграничных водных ресурсов для регулирования

режима судоходства. В настоящее время успешный опыт сотрудничества сложился благодаря высокому уровню региональной интеграции Европейского союза. Положительным примером является сотрудничество в бассейне р. Рейн. Это самая загруженная река мира и с начала XX в. здесь отмечается ухудшение качества воды. Водопользование здесь регулируют Международная комиссия по защите Рейна (с 1950 г.), Рейнская конвенция о химических веществах и Рейнская конвенция по хлоридам (1972 г.), Программа действий по Рейну (1987–2000 гг.), Программа «Лосось-2000», Программа «Реке нужно место» (1995 г.), Конвенция по защите Рейна (1999 г.), Программа устойчивого развития «Рейн-2020» [Смакова, 2015].

Бассейн р. Дунай охватывает 18 стран Западной и Центрально-Восточной Европы. Основные международные документы по регулированию водопользования: Конвенция о режиме Дуная (1921 г.), Белградская Конвенция о режиме судоходства на Дунае (1948 г.), Бухарестская декларация о защите Дуная (1985 г.), Экологическая программа бассейна Дуная (1991 г.), Конвенция о сотрудничестве в охране и устойчивом использовании р. Дунай и основание Международной комиссии по защите р. Дунай (1994 г.) и др. [Смакова, 2015].

Также в европейском регионе действуют соглашения о трансграничном водном сотрудничестве в бассейне реки Сава на Балканском п-ове и о португало-испанском водном сотрудничестве для основных рек Пиренейского п-ова.

Согласно данным [Межова, 2019], 80% международных конфликтов в пределах трансграничных речных бассейнов сводилось к взаимным обвинениям, 37% случаев в результате привели к началу острохарактерных конфликтов, в т. ч. военных. Подобные ситуации часто возникают в азиатском регионе, где проблемы водопользования обусловлены дефицитом воды и удельной обеспеченностью водой, перенаселением и растущими объемами хозяйственного потребления, а также загрязнением водных ресурсов [Рысбеков, 2009].

Бассейн р. Инд является объектом споров между Афганистаном, Индией, Китаем, Непалом и Пакистаном. В 1960 г. Индия и Пакистан подписали договор о водах Инда и развитии бассейна трансграничной реки для решения военного конфликта по управлению водами. Это Соглашение соблюдалось во время

периодов вооруженных территориальных конфликтов, обеспечивая региональную безопасность и экономическое развитие стран. Новое обострение водной проблемы произошло в 2005 г., когда Дели объявил о планах строительства гидроузла на р. Чинаб, нарушающего договор [Корытный, 2010]. В 2025 г. снова возник военный конфликт в Кашмире на фоне прекращения Индией выполнения договора 1960 г. и перекрытия ею сброса воды с плотин [Лебедев, 2025].

Трансграничные водные конфликты отмечаются и в пределах речной системы Ганг-Брахмапутра, охватывающей Индию, Непал и Бангладеш, а также Бутан, Китай и Мьянму. Вопросы совместного развития обсуждались в сер. 1950-х гг. Миссией ООН. В 1977 г. создан Совместный речной комитет, оговорено строительство канала от р. Брахмапутра к р. Ганг через Бангладеш. Разработана система водохранилищ, гидроэнергетики и водозабора для поддержания межбассейновой переброски воды в период засух и наводнений [Рысбеков, 2009].

Бассейн р. Меконг имеет длительную историю сотрудничества четырех (Камбоджа, Лаос, Таиланд и Вьетнам) государств бассейна. Китай и Мьянма участвуют как партнеры. Между четырьмя странами при поддержке ООН с 1957 г. существует сотрудничество в рамках Комиссии по р. Меконг, в 1995 г. подписано Соглашение о сотрудничестве по устойчивому развитию бассейна реки. Комиссией по Соглашению создано 12 проектов, регулирующих энергетику, хозяйственное использование вод, защиту от паводков и др. Опасения об изменении экологической ситуации в Индокитае связаны с активным строительством плотин на р. Меконг и его притоках в КНР. Однако, благодаря развитию программы субрегиона Большой Меконг от Азиатского банка развития (с 1992 г.) отмечается позитивная тенденция в сотрудничестве [Рысбеков, 2009; Корытный, 2010; Lee S., 2015].

На Ближнем Востоке в пределах трансграничных бассейнов также существуют территориальные, хозяйственные и политические конфликты. Первый Договор о водопользовании между Турцией и Ираком подписан в 1946 г. До 1992 г. потребности стран на воду р. Ефрат регулировал Совместный Технический Комитет. Турция (верховья реки) действовала в рамках Проекта Юго-Восточной Анатолии, подразумевающего строительство плотин, ГЭС и др. В 1990 г. страна на

месяц остановила сток р. Евфрат в Сирию и Ирак для заполнения водохранилища Ататюрк [Корытный, 2010]. Против проекта строительства плотины на р. Тигр выступила Лига арабских государств (ЛАГ) в связи с разрушением курдских поселений, ухудшением экологической и политической обстановки. В 1996 г. Совет ЛАГ принял резолюцию о признании Евфрата и Тигра «международными реками». В 2008 г. создан совместный «водный институт» в Турции по работе над решением трансграничных водных проблем, но сложная современная геополитическая обстановка затрудняет реализацию соглашения [Раткович и др., 2021].

Бассейн р. Иордан является одним из самых напряженных и проблемных в данном контексте. В состоянии войны между Израилем и Иорданией не были приняты планы распределения водных ресурсов бассейна. В 1959 г. Израиль начал реализацию плана по переброске воды «Национальный водный путь», что привело к военно-политическому кризису с Сирией, Египтом, Иорданом и Ливаном и к неоднократным военным столкновениям. В 1994 г. между Израилем и Иорданией подписан Мирный договор, который предусматривал и комплекс мер по рациональному использованию водных ресурсов, их защите от загрязнения, оговаривалась охрана вод и др. проблемы [Рысбеков, 2009].

Загрязнение трансграничных рек – одна из наиболее важных проблем взаимоотношений между Казахстаном, Монголией, Китаем и Россией в бассейнах р. Урал, р. Амур и р. Иртыш [Корытный, 2010].

Территория бассейна р. Урал обладает высоким природно-ресурсным потенциалом и интенсивным аграрно-промышленным развитием. В верхней и средней части бассейна формируется поверхностный сток, где сосредоточено большинство источников водно-экологических проблем. Значительные годовые колебания являются значительным фактором, определяющим состояние территории. Регулярно обсуждаются проблемы эксплуатации Ириклинского водохранилища (РФ) и трансграничного переноса хрома и бора предприятий Казахстана. Отмечается и не всегда объективно необходимое гидротехническое строительство. К эколого-географическим проблемам относится также истощение

водно-биологических ресурсов (ценных промысловых осетровых рыб) [Чибилёв, 2008; Сивохиц и др., 2013, 2022].

Регулирование трансграничных водных отношений между Россией и Казахстаном осуществляется рядом международных документов: Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [Конвенция от 17.03.1992], Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств-участников СНГ [Соглашение от 11.09.1998], Соглашение о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов [Соглашение от 07.09.2010], организованы Российско-Казахстанские Комиссии по трансграничным водотокам двух стран и по сохранению экосистемы бассейна р. Урал. Однако, механизм управления общими водотоками в рамках российско-казахстанского сотрудничества требует коррекции и развития [Сивохиц, 2018].

Иртыш – главный приток р. Обь, исток находится на границе Монголии и Китая. Проблемами водопользования являются истощение водных ресурсов вследствие увеличения заборов воды и потерь на испарение из водохранилищ каскада Верхнеиртышских ГЭС; высокий уровень загрязнения водных ресурсов тяжелыми металлами и нефтепродуктами промышленными предприятиями в верховьях реки; радиационное загрязнение территории; аварийное состояние гидротехнических сооружений; недостаточное развитие правовых механизмов регулирования водопользования [Красноярова и др., 2018, 2022].

Взаимоотношения между Казахстаном и Китаем регулируют соглашение «О сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек» (2002 г.), а также рабочая комиссия по использованию и охране трансграничных водных ресурсов. Между РФ и КНР подписаны Договор о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве (2001 г.) и Соглашение о рациональном использовании и охране трансграничных вод (2008 г.). Однако, отсутствует предметное межгосударственное соглашение между Россией и Казахстаном, регулирующий водохозяйственную политику по трансграничному бассейну р. Иртыш. Взаимодействие осложняется отказом КНР от подписания Конвенции об охране и использовании трансграничных

водотоков и международных озер (1992) и Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков (1997), а также от трехстороннего сотрудничества [Бояркина, 2017; Винокуров и др., 2018].

Объектом международного сотрудничества между Россией и Монголией является бассейн р. Селенга – самого крупного притока Байкала. Бассейн в хозяйственном отношении является наиболее освоенной территорией Монголии и Бурятии. Отличительной чертой природопользования являются экологические ограничения на Байкальской природной территории, оказывающие влияние на развитие и специфику экономической деятельности. Двусторонние отношения регулируются соглашением об охране и использовании трансграничных вод России и Монголии (1995 г.), а также Договором о дружественных отношениях и сотрудничестве (1993 г., Улан-Баторской (2000 г.) и Московской (2006 г.) Декларацией, Декларацией о развитии стратегического партнерства по защите объекта ОВПН (2009 г.) [Сивохип и др., 2013; Осодоев и др., 2014].

Отдельного внимания заслуживает российско-китайское сотрудничество в пределах трансграничных бассейнов. Основными проблемами использования трансграничных участков р. Амур являются [Айраксинен, 2020]:

- размыв российских берегов и русловые переформирования, вызванные интенсивным укреплением противоположного берега, а также попусками водохранилищ и мелиоративных систем;
- изменение водности трансграничных водных объектов, вызванной межбассейновой переброской стока;
- трансграничное загрязнение водных объектов, являющихся источниками водоснабжения населения и объектов экономики.

Ускоренное экономическое развитие северо-восточных провинций Китая (сооружение химических и целлюлозно-бумажных комбинатов, широкое использование удобрений и пестицидов и т. д.) оказывает значительное влияние на качество вод пограничных Аргуни, Амура и Уссури. Особенно это заметно в Амуре ниже впадения р. Сунгари. Положение усугубляется технологически

несовершенными системами очистки сточных вод на большинстве китайских предприятий и их высокой аварийностью [Корытный, 2010].

В период с 1988 по 1997 г. между Россией и КНР был заключен ряд двусторонних соглашений о сотрудничестве в области охраны природы, в том числе заключено Соглашение от 1994 г. между РФ и КНР о сотрудничестве в области охраны, регулирования и воспроизводства живых ресурсов в приграничных водах рек Амур и Уссури [Соглашение от 27.05.1994]. В 2011 г. двумя странами была принята «Стратегия развития трансграничной сети ООПТ в бассейне Амура» [Лызова, 2007; Кондратенко, 2017]

Отдельного внимания заслуживает р. Аргунь, один из основных истоков Амура. На протяжении 940 км (60% длины ее водотока) совпадает с государственной китайско-российской границей. На долю Китая приходится 69% от площади бассейна, РФ – 21%, Монголии – 10%. Качество воды, согласно российской классификации, оценивается как «загрязненная» или «очень загрязненная». С 2006 г. существует соглашение между сопредельными регионами РФ и Китая о сотрудничестве по вопросам защиты качества воды и ее экологического состояния реки, а также утвержден план совместного мониторинга. В начале 2008 г. Россия и Китай подписали соглашение о рациональном использовании и охране трансграничных речных бассейнов [Лызова, 2007; Сивохиц и др., 2013].

4.2. История международного сотрудничества в бассейне р. Туманная (проект «Туманган»)

Бассейн р. Туманная уникален тем, что одновременно принадлежит трем очень разным, контрастным странам: РФ, КНР, КНДР – и выходит к Японскому морю – зоне важнейших морских коммуникаций в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР). Тем самым территория включается в зону пересекающихся интересов многих, в том числе крупнейших стран АТР [Бакланов, 2007].

Первая попытка создать в долине реки анклав с особым международно-правовым статусом была сделана Китаем, Кореей и Японией в 1908–1909 гг. XX в. Последняя пыталась установить управление над корейцами, заселившими долину реки в пределах китайской территории [Гайкин, 2008].

Геополитическое и военно-стратегическое значение района р. Туманной в регионе СВА в качестве коридора из Маньчжурии в Японское море и для контроля северных входов на Корейский п-ов было сформулировано в докладе по вопросам внешней политики Японии в 1927 г. («Меморандум Танака»). В 1920-1930-х гг. через этот район лежали пути японской колонизации Маньчжурии, в 1938 г. на оз. Хасан произошло столкновение между Квантунской армией и советскими войсками, а в начале 1950-х гг. район стал одним из участков боевых действий во время Корейской войны. После ухудшения российско-китайских отношений в 1960-х гг. власти основательно укрепили и фактически закрыли государственные границы в районе р. Туманной, изолировав тем самым этот район на долгие годы от внешних контактов [Гулидов, 2012].

К концу XX в. АТР оставался регионом с минимальным объемом экономического сотрудничества. Отсутствие фиксированных региональных объединений обусловлено тем, что здесь соседствующие страны имеют разное политическое устройство, а также территориальные противоречия и с различных позиций видят исторические события. В конце 1980-х гг. с изменением политико-экономического климата в СВА район реки стал вновь привлекать к себе внимание в связи с перспективами регионального развития и международного экономического сотрудничества. На международной научной конференции в Чаньчуне (КНР) в 1990 г., организованной Центром «Восток – Запад» (Гонолулу, США), ПРООН и Азиатско-Тихоокеанским институтом (Чанчунь), президент этого института Дин Шичен выдвинул концепцию «Золотого треугольника» в дельте р. Туманной как совместной зоны интенсивного хозяйственного освоения на стыке границ КНДР, КНР и СССР (рис. 4.1.). Участники конференции обратились к ПРООН за политической и финансовой поддержкой этой концепции, впоследствии известной как проект «Туманган» [Бурлаков, 2007].

В июле 1991 г. ПРООН созвала официальных представителей КНР, КНДР, Республики Корея и Монголии на конференцию г. в Улан-Баторе (Монголия) для обсуждения субрегиональной программы для СВА, представители организации объявили о принципиальной готовности запустить Программу развития района р. Туманной в качестве проекта ПРООН и выделить финансирование в форме технического содействия странам-участницам [Гулидов, 2012].



Рисунок 4.1. Схематическая карта трансграничного анклава по проекту «Туманган» (корейский, китайский, российский сегменты) [Гайкин, 2020]

В 1995 г. Россия, КНР, Монголия, Республика Корея и КНДР подписали межправительственные соглашения о сотрудничестве в районе реки. Данные соглашения к 1996 г. трансформировались в проект «Туманган» с целью ускорения экономического развития региона, развитие внутренней и транзитной торговли, строительство приграничной зоны свободной торговли [Постановление от 17.07.1995; Меморандум ..., 1995; Davies I., 2000; Бурлаков, 2007; Каширская, 2014].

Проект рассматривался как бы на трех уровнях. Первый – экономическая зона р. Туманган (TREZ) площадью примерно 1000 км². Включает г. Хуньчунь (КНР), г. Раджин (КНДР) и пос. Посьет и Зарубино на юге Хасанского района (РФ). Центр TREZ расположен почти на стыке трех государств.

Второй уровень – зона экономического развития р. Туманган (TREDA) общей площадью около 10 тыс. км². В пределах Китая в зону входят Яньбань-Корейский автономный округ, включая города Яньцзи, Лунцин, Тумэнь и Хуньчунь (2,2 млн чел); в пределах России – Хасан, Краскино, Посьет, Зарубино, Славянка, Владивосток, Находка и Восточный (1,2 млн чел); в пределах КНДР – Чходжин, Хверен, Намьен, Онсон, Ундок, Раджин, Собон и Усан (1,1 млн чел).

Третий уровень – зона регионального развития СВА (NEARDA). Она охватывает приграничные административно-территориальные единицы трех государств общей площадью более 370 тыс. км² [Врадий, 2007].

Основная цель РТИ – формирование в СВА всеобщего коммуникативного пространства, углубление взаимопонимания, формирование соответствующей инфраструктуры развития человеческого потенциала, выработка единой региональной политики в сфере охраны окружающей среды, экономики, туризма, транспорта, культуры, молодежных обменов [Ван Б., 2016].

Развитая транспортная инфраструктура, особые правила торговли, налоговые и инвестиционные льготы должны были привлечь капиталовложения со всего региона. Однако реализации этого проекта воспрепятствовали многочисленные экономические и политические трудности, обусловленные, в том числе, и некоторыми особенностями региона:

- стратегическая значимость прежде закрытого трансграничного региона;
- это зона перманентной напряженности и конфликтов, соперничества держав вследствие противоречий, недоверия и культурных различий;
- транспортный узел в системе глобальной торговли;
- богатые ресурсы;
- удаленность от правительственных центров, регион находится вне либо на одном из последних мест в национальных планах развития, как следствие – регионализм местных властей и экономическая отсталость;

- преобладание государственного сектора в экономике, предполагающего приоритеты централизованного планирования;
- милитаризация экономики;
- сложность межкорейских политических взаимоотношений;
- слабая заселенность [Врадий, 2007].

Проект был приостановлен из-за несовпадения интересов стран-участниц и реализовывались только отдельные транспортные проекты, которые имеют значение для развития региональной экономики Приморского края РФ и провинции Цзилинь КНР. В начале 2000-х гг. руководство Приморского края выступило с инициативой создания международных транспортных коридоров «Приморье–1» и «Приморье–2» в надежде организовать транзитный грузопоток из Монголии и КНР в крупные порты Приморья – Владивосток и Находку [Каширская, 2014; Ващук, 2016; Холоша, 2016; Chen Q. et al., 2020].

В 2005 г. на 8-м заседании Консультативной Комиссии в г. Чанчун проект «Туманган» был переформатирован в «Расширенную Туманганскую инициативу» (РТИ) через преобразование Программы развития зоны р. Туманная (TRADP) в самостоятельный проект межстрановой региональной кооперации. 5 ноября 2009 г. КНДР официально вышла из РТИ [Бейдина, 2021].

Длительное время шел процесс преобразования РТИ в полномасштабную международную организацию многостороннего сотрудничества, со своей структурой управления, реализацией решений, разносторонними полномочиями. В целях оптимизации местного и регионального сотрудничества с 2011 г. функционирует Комитет местного сотрудничества РТИ в СВА, призванный разрабатывать механизм кооперации местных и центральных органов власти на региональном уровне для решения актуальных проблем СВА [Ткаченко, 2017].

В 2007–2010 гг. была сформирована организационная отраслевая структура РТИ, через которую реализуется деятельность отраслевых советов и комитетов –по транспорту, туризму, энергетике, по охране окружающей среды, торговле.

В 2008 г. СП «РасонКонТранс» и «Железнодорожно-транспортная компания Тонхэ» Министерства железных дорог КНДР подписали договор аренды

железнодорожной инфраструктуры участка Туманган – Раджин на 49 лет. На северокорейской стороне была проведена капитальная модернизация участка железной дороги Хасан – Раджин, а в 2013 г. состоялась торжественная церемония открытия этого участка. В 2014 г. в морском порту Раджин открылся универсальный перегрузочный терминал. В 2017 г. российская компания ТрансТелеКом провела оптико-волоконный интернет-канал в КНДР, обеспечив вторую точку подключения КНДР к всемирной сети [Бардаль и др., 2018].

В июле 2009 г. основной темой 14-го Саммита глав региональных администраций СВА была экономическая ситуация в СВА и выработка совместных мер по противодействию финансовому кризису. В рамках данного сотрудничества получили новый толчок к развитию составляющие не реализованного в начальном варианте проекта «Туманган».

15-й Саммит Ассоциации региональных администраций стран СВА в 2010 г. был полностью посвящен экономическому сотрудничеству регионов стран СВА в рамках «РТИ». Основные проекты в рамках «Тумангана» представляют потенциал развития транспортной инфраструктуры: восстановление перевозок по ж/д линии Хуньчунь – Махалино, реконструкция морского порта в бух. Троицы, соединение Транссибирской магистрали с Транскорейской железной дорогой, развитие порта Раджин (КНДР). Создана сеть дорог между КНР и РФ в направлении Хунь-Чунь – Чанлинцзы – Краскино – Славянка. В 2008 г. открыт регулярный сухопутно-морской транспортный маршрут от г. Хуньчунь, который по суше достигает порта Зарубино, порта Сокчо (Республика Корея) и г. Ниигата (Япония) [Каширская, 2014; Ван Б., 2016; Ващук, 2016].

В 2010 г. на 11-м заседании Консультативной Комиссии (г. Чанчунь, КНР) была подтверждена роль РТИ как важной платформы экономического сотрудничества, содействующей устойчивому развитию и стабильности в СВА [Кадочников и др., 2016].

В 2013–2015 гг. прошла новая волна обсуждений формирования коридоров «Приморье-1» и «Приморье-2» с учетом нового Закона «О свободном порте Владивосток» [ФЗ от 13.07.2015] и Распоряжения Правительства РФ Об

утверждении Концепции развития приграничных территорий субъектов РФ, входящих в состав ДФО [Распоряжение от 28.10.2015], а также с учетом краевой программы «Развитие транспортного комплекса Приморского края на 2013-2030 годы [Вашук, 2017; Фисенко, 2016].

Монголия также активно предлагает проекты развития инфраструктуры и энергетики, планируя экспорт природных ресурсов и другой продукции через порты РФ и КНР. В 2013 г. на третьем заседании Транспортного совета РТИ (г. Владивосток) Монголия предложила два дополнительных транспортных коридора: железная дорога Улан-Батор – Ундурхан – Буруун-Урт – Бичигт и автодорога Сайшанд – Буруун-Урт – Хуут – Бичигт [Бейдина, 2021].

Активно обсуждаются возможности транспортных, энергетических, добывающих, туристических проектов, в т. ч. в специальных зонах развития региона. Их реализация создает благоприятные условия развития пограничной инфраструктуры международных транзитных перевозок, а также торговых, инвестиционных и туристических связей между регионами стран СВА.

Проект «Туманган» является важной платформой для совместного развития стран СВА и стимулирования реализации стратегии возрождения старых промышленных баз региона. Китай продолжает инициировать создание порта в районе р. Туманная, что предоставит короткий путь к Японскому морю через трансграничную зону. Следующий шаг – выполнение комплекса работ по модернизации инфраструктуры участка Барановский – Хасан (РФ), связующего звена Транскорейской магистрали и Транссиба.

В декабре 2024 г. запустились новые железнодорожные маршруты из Приморья (Хасан) в КНДР (Туманган), а также в 2025–2027 гг. планируется строительство первого автомобильного моста между Россией и КНДР вдоль железнодорожного [Новый поезд ..., 2025; Первый ..., 2025].

В сентябре 2019 г. в г. Хунчунь в рамках проекта «Туманган» состоялся 8-й Туристический форум, на котором обсуждалось развитие морского туризма и создание туристического пояса Японского моря. Кроме развития туризма в районе дельты р. Туманная, обсуждается расширение гуманитарного сотрудничества,

создание туристического сообщества в Северо-Восточной Азии, маршруты в Японию и Республику Корея [Zabrovskaya, 2022].

В настоящее время реализуется проект международного транспортного коридора, соединяющего территорию Монголии, КНР и России, окончанием которого должен стать крупный порт на побережье Японского моря. Туманганский транспортный коридор начинается в Восточно-Гобийском аймаке Монголии, пересекает автономный район Внутренняя Монголия (КНР), провинцию Цзилинь и выходит к побережью Японского моря в самой южной части Приморского края, в долине р. Туманная. На 2021 г. в рамки проекта коридора «Китай-Монголия-Россия» было включено 32 проекта, в том числе в области транспортной инфраструктуры, торгового сотрудничества, природоохранной области, промышленности и сельского хозяйства и др. [Каширская, 2014; Ператинская, и др., 2022].

Мотивы ПРООН для организации проекта межстранового взаимодействия государств региона р. Туманная очевидны. Территория РТИ распространяется на три северо-восточные провинции (Хэйлунцзян, Цзилинь и Ляонин) и Внутреннюю Монголию КНР, три восточных аймака Монголии (Дорнод, Хентии и Сухбаатар), восточные порты Республики Корея и Приморский край РФ. Общность принципиальных интересов стран региона на сопредельных территориях порождают объективно порождают идею использования синергетического эффекта от международной кооперации в целях экономического роста сопредельных регионов стран СВА [Ткаченко, 2017; Степанов, 2022].

4.3. Трансграничные градиенты

В 1992 г. на конференции ООН (г. Рио-де-Жанейро) была принята Конвенция об устойчивом развитии, которая предусматривала разработку его показателей. Показателями устойчивого развития называют критерии и индикаторы, которые характеризуют уровень и устойчивость развития географических регионов, а

именно, состояние системы «природа-хозяйство-население», прогнозируют ее будущее экономическое, политическое, экологическое, демографическое состояние [Бакланов, 2008]. Они позволяют оценивать состояние этой системы, а также тенденции ее изменений под воздействием техногенных факторов.

Для характеристики устойчивого развития используются «индикатор» и «индекс» развития. *Индикатор* – показатель, на основании которого можно судить об изменениях в состоянии системы. Он может состоять из нескольких переменных, описывающих систему или процесс, либо их отдельные компоненты. В наиболее эффективном варианте они могут в обобщенном виде отражать всю систему и процесс ее развития. *Индекс* – это относительный показатель, выражающий соотношение величин какого-либо одного явления и характеризующий развитие этого явления во времени или в пространстве [Алаев, 1983, С. 122].

На международном уровне индикаторы устойчивого развития разрабатываются специальными департаментами и комиссиями ООН. Ими предложено рассматривать индикаторы систем разного масштаба: глобального, регионального, национального, локального и отраслевого. Выделяются группы индикаторов социальных, экономических, экологических и институциональных показателей. Разработкой экологических индикаторов также занимаются страны экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

Разработка индикаторов для управления природопользованием в пределах трансграничных территорий является одной из основных задач, стоящих перед соседними странами. Необходимо решать две задачи: определить возможности индикаторов как инструментов определения политики совместного управления природопользованием и разработать набор индикаторов для управления природопользованием в пределах таких территорий [Бакланов, 2008].

Система таких показателей должна включать в себя сочетание компонентных характеристик, на основе которого возможно создание интегральных показателей. Среди проблем выбора показателей устойчивого развития для сопредельных территорий Китая и России необходимо отметить специфику представления

данных в официальных статистических изданиях в разных странах, отсутствие данных на уровне уездов об оценке неблагоприятных экологических последствий хозяйственной деятельности, а также различия в характере и степени вовлеченности общественности в обсуждение экологических проблем и в процесс принятия решений [Трансграничный ..., 2002].

В работах С. С. Ганзея (2004, 2005) предложено оценивать различия соответствующих однородных показателей, прежде всего, социально-экономических и экологических, по обе стороны границы специальными индексами в виде трансграничных градиентов. В данном случае **«трансграничные градиенты»** – это индексы, которые отражают соотношение двух однородных индикаторов экономического, социального и экологического состояния по обе стороны границы» [Бакланов, 2008, с. 141]. Трансграничные градиенты могут быть использованы для оценки уровней развития приграничных территорий двух стран, которые почти всегда будут различаться, как и устойчивое развитие в обеих частях трансграничной бассейновой геосистемы.

Исследование проблем соседства через оценку различий в уровне развития приграничных регионов и сопредельных территорий соседних стран позволяет проанализировать происходящие в экономике и социуме процессы, а также оценить перспективы двусторонних взаимодействий [Зотова и др., 2018].

В данной работе сравнение показателей по приграничным территориям проводится на локальном уровне – низовые административные образования России и Китая (табл. 4.1. и 4.2). Территория КНДР в данном случае не была изучена, т. к. статистическая информация для регионального уровня недостаточна для анализа, а данные для муниципального уровня отсутствуют в открытых источниках.

Базовые показатели сравниваемых данных на 2020 г. показывают значительные различия (табл. 4.1.). Если площадь Хасанского МО примерно соответствует средней площади уездов КНР, то численность населения округа в 7,5 раз меньше средней численности населения китайской территории. Абсолютная численность рассматриваемых уездов КНР в 1600 раз больше численности

населения Хасанского МО. При этом соотношение численности населения уезда Тумэнь и Хасанского МО 3,44 : 1, а уезда Янзци с Хасанским МО 18,35 : 1.

Таблица 4.1 Трансграничные градиенты по социально-экономическим показателям Хасанского МО и городских уездов Яньбань-Корейского автономного округа (ЯКАО) на 2020 г. (составлено автором по данным [Приморский край. Муниципальные образования, 2021; Jilin Statistical Yearbook, 2021])

| Показатели | <i>Хасанский МО</i> (абсолютное) | Аньту/ Хасанский МО | Ванцин/ Хасанский МО | Лунцзин/ Хасанский МО | Тумэнь/ Хасанский МО | Хуньчунь/ Хасанский МО | Хэйлун/ Хасанский МО | Янзци/ Хасанский МО | Уезды ЯКАО/ Хасанским МО |
|---|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Площадь, тыс. км ² | <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 ² | <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> 47,93 | <u>39,11</u> 17,54 | <u>36,89</u> 165,50 | <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 посевных 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)

Таким образом, не слишком заселенная по китайским меркам территория значительно превосходит по плотности населения российскую часть бассейна. Плотность населения муниципального округа в 6,9 раза меньше плотности населения в пределах Китая, а соотношение в пользу Янцзи составляет 42,47 : 1.

Сопоставление данных 2020 г. (табл. 4.1) и 2010 г. (табл. 4.2.) показало, что динамика численности населения в сопоставимых показателях имеет разную направленность в отдельных АТЕ. В Хасанском МО численность населения сократилась на 5,21 тыс. чел. Максимальная убыль отмечается в уезде Ванцин – 295 тыс. чел., при этом в уезде Янцзи отмечается прирост на 375 тыс. чел. Общая плотность населения на китайской территории увеличилась на 8,1 чел./км².

Динамика объема промышленного производства на всех территории бассейна р. Туманная отмечается как положительная. В 2010 г. для Хасанского МО этот показатель составлял 788,6 млн. руб., что в 35 раз меньше среднего значения в пределах Китая (объем промышленного производства в уезде Янцзи в 85 раз превышал Хасанский МО). В 2020 г. данный показатель составлял 2,2 млрд. руб. для российской территории и 98,8 млрд. руб. в среднем для китайской территории, что соответствует соотношению 1 : 44. Трансграничный градиент общего объема промышленного производства между Хасанским МО и рассматриваемыми уездами КНР (263,8 млрд. руб) составляет 1 : 118. При этом уезд Тумэнь превосходит Хасанский МО по объему промышленного производства в 13 раз, а уезд Янцзи – в 165 раз. Стоит отметить, что Хасанский округ не является промышленным районом Приморского края, большая часть его территории является особо охраняемой или используется в рекреационных целях.

Оборот розничной торговли также подтверждает иную направленность экономики Хасанского МО. В 2020 г. оборот составлял 47,7 млн. руб., в то время как в уездах Китая от 8,5 млрд. руб. до 234 млрд. руб. Таким образом среднее значение для китайской территории в 985 раз превышает значение показателя для российской территории. При этом оборот розничной торговли в 2010 г. в Хасанском МО составлял 1,7 млрд. руб., и всего в 4 раза уступало среднему значению данного показателя для уездов Китая. (табл. 4.2.).

Таблица 4.2. Трансграничные градиенты по социально-экономическим показателям Хасанского МО и городских уездов Яньбань-Корейского автономного округа (ЯКАО) на 2010 г. (составлено автором по данным [Приморский край. Основные показатели деятельности городских округов и муниципальных районов, 2013; Jilin Statistical Yearbook, 2011])

| Показатели | Хасанский МО (абсолютное значение) | Аньту/Хасанский МО | Ванцин/Хасанский МО | Лунцзин/Хасанский МО | Тумэнь/Хасанский МО | Хуньчунь/ Хасанский МО | Хэлун/Хасанский МО | Янцзи/Хасанский МО | Уезды ЯКАО/ Хасанским МО |
|--|--|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Площадь, тыс. км ² | <u>4,19</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> 7,64 |
| Население, тыс. чел. | <u>35,6</u> 1 | <u>240,2</u> 6,75 | <u>508,4</u> 14,28 | <u>199,7</u> 5,61 | <u>224,4</u> 6,30 | <u>129,1</u> 3,62 | <u>217,1</u> 6,10 | <u>181,9</u> 5,11 | <u>1700,8</u> 47 |
| Плотность населения, чел/км ² | <u>8,64</u> 1 | <u>33,66</u> 3,90 | <u>46,33</u> 5,63 | <u>91,14</u> 10,55 | <u>214,57</u> 24,83 | <u>42,44</u> 4,91 | <u>40,46</u> 4,69 | <u>104,97</u> 12,15 | <u>54,04</u> 6,25 |
| Объем промышленного производства, млрд. руб. | <u>0,79</u> 1 | <u>10,09</u> 12,80 | <u>17,94</u> 22,75 | <u>10,49</u> 13,30 | <u>15,08</u> 19,12 | <u>59,19</u> 75,06 | <u>17,54</u> 22,25 | <u>67,70</u> 85,84 | <u>198,04</u> 251,12 |
| Оборот розничной торговли, млрд. руб. | <u>1,72</u> 1 | <u>0,93</u> 0,54 | <u>0,73</u> 0,42 | - | <u>6,61</u> 3,84 | <u>2,19</u> 1,28 | <u>0,31</u> 0,10 | <u>39,43</u> 22,93 | <u>50,20</u> 29,20 |
| Площадь посевных площадей, тыс. га | <u>1,22</u> 1 | <u>27,13</u> 45,22 | <u>46,15</u> 70,99 | <u>26,81</u> 36,13 | <u>8,16</u> 13,46 | <u>28,65</u> 45,89 | <u>28,81</u> 39,36 | <u>16,87</u> 21,24 | <u>182,59</u> 272,29 |
| Валовая стоимость с/х производства, млрд руб. | <u>0,20</u> 1 | <u>3,54</u> 17,70 | <u>4,75</u> 23,75 | <u>3,12</u> 15,60 | <u>0,98</u> 4,90 | <u>3,51</u> 17,55 | <u>2,55</u> 12,75 | <u>2,77</u> 13,85 | <u>21,22</u> 106,10 |
| Производство мяса, тыс. тонн | <u>0,19</u> 1 | <u>5,14</u> 27,05 | <u>4,21</u> 22,16 | <u>4,39</u> 23,11 | <u>1,47</u> 7,74 | <u>3,66</u> 19,26 | <u>4,76</u> 25,05 | <u>3,57</u> 18,79 | <u>27,20</u> 143,16 |
| Площадь лесов, тыс. га | <u>194,95</u> 1 | <u>384,64</u> 15,30 | <u>847,75</u> 33,71 | <u>166,36</u> 6,62 | <u>62,92</u> 2,50 | <u>411,63</u> 16,37 | <u>520,87</u> 20,71 | <u>82,69</u> 3,29 | <u>2476,81</u> 98,50 |
| Площадь охраняемых территорий, тыс. га | <u>211,43</u> 1 | <u>196,58</u> 0,93 | <u>42,76</u> 0,20 | <u>77,32</u> 0,37 | <u>5,49</u> 0,03 | <u>108,70</u> 0,51 | = | <u>2,17</u> 0,01 | <u>433,01</u> 2,05 |

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)

Развитию сельского хозяйства в КНР придается большое значение. За период 2010–2020 гг. посевные площади всех сельскохозяйственных культур в пределах китайской территории бассейна увеличилась на 30 тыс. га. В Хасанском городском округе данный показатель за этот же период времени уменьшился на 0,44 тыс. га (с 1,22 тыс. га до 0,78 тыс. га). Разница в площади сельскохозяйственных земель по состоянию на 2010 г. между городскими уездами КНР и Хасанским МО составляла более 180 тыс. га (табл. 4.3). Наибольшая площадь данных земель отмечалась в уезде Ванцин (по отношению к Хасанскому МО 1 : 37), наименьшая площадь отмечалась в уезде Тумэнь (1 : 7).

На 2020 г. соотношение посевных площадей на российской и китайской территории бассейна составляло 1 : 272. При этом наибольшая площадь данных земель отмечается в уезде Ванцин (табл. 4.1.).

Об уровне развития сельского хозяйства можно судить по валовой стоимости растениеводства и животноводства (руб.). Данный суммарный показатель в уездах КНР в 2010 г. составила 21,22 млрд руб. В свою очередь в Хасанском МО РФ данный показатель составил 0,2 млрд. руб., что в 106 раз меньше, чем на территории Китая. При этом соотношение Хасанского МО к уезду Тумэнь составляет 1: 4,9, а к уезду Ванцин 1: 23,8 (табл. 4.2)

За период 2010–2020 гг. валовая стоимость продукции сельского хозяйства в уездах Китае увеличились на 53 млрд руб., а в пределах российской административной части бассейна увеличилась на 150 млн руб. (значение трансграничного градиента между российской и китайской частью на 2020 г. составляет 1 : 212). В свою очередь данный показатель в уезде Ванцин в 22 раз больше показателя в Хасанском МО.

Отдельно стоит рассмотреть показатель, характеризующий уровень развития отрасли животноводства на территории – объем производства мяса (руб.). За период 2010–2020 гг. общий объем производства мяса сократился как в пределах КНР, так и в РФ. В уездах Китая объем уменьшилась с 27,2 млрд руб. до 19,8 млрд руб., а в Хасанском МО с 190 млн руб. до 127 млн руб. В 2020 г. данный показатель на территории Китая был в 156 раз больше, чем на российской территории.

Оценивая уровень развития сельского хозяйства в пределах территории бассейна р. Туманная стоит отметить, что для пограничных уездов Китая растениеводство и животноводство являются одними из основных отраслей хозяйства. С учетом их периферийного положения на северо-востоке страны уровень развития данных отраслей является достаточно высоким. В свою очередь юг Дальнего Востока России является наиболее освоенной территорией региона. Но для Хасанского МО сельское хозяйство не является ключевой отраслью хозяйства, что подтверждается низкими показателями производства в данной отрасли.

Для некоторого сравнения о развитии лесного хозяйства и природоохранной деятельности были выбраны показатели площади лесных земель и земель особо охраняемых природных территорий. В данном случае нет возможности сопоставить данные за 2010 и 2020 г. для всех административных территорий в пределах бассейна. Для территории Китая данные представлены только на 2010 г., поэтому сравнение произведено на эту дату.

Особо охраняемые природные территории занимают в Хасанском МО 2,1 тыс. км² или 51% от его площади. Доля охраняемых природных территорий в пределах городских уездов КНР составляет 13,8% (4,3 тыс. км²). Для уезда Хэлун данная статистическая информация отсутствует в статистическом ежегоднике Цзилиня. Наименьшие градиенты в соотношении земель ООПТ (табл. 4.4) характерны для Хасанского МО и уезда Яньцзи (1 : 0,01) и уезда Тумэнь (1 : 0,026), что можно объяснить их наименьшими площадями среди городских уездов. При этом с уездом Аньту соотношение составляет 1 : 0,93 – в данном муниципалитете доля ООПТ составляет 27,5% от его общей территории. Такое соотношение охраняемых территориях по разные стороны государственной границы подтверждают структуру природопользования в пределах муниципалитетов. Для Хасанского МО (в целом) хозяйственную специализацию определяют транспорт, судоремонт, рыболовство, а также рекреационная и природоохранная деятельность – это и отражается в структуре использования земель. С другой стороны, для китайской части характерна более интенсивная деятельность в области сельского

хозяйства и промышленности, что находит отражение в большей доле данных типов земель в муниципалитетах КНР.

Площадь лесов в Хасанском МО составляет 1,9 тыс. км² или 47,3% от территории муниципалитета. Согласно аналитической записке «Информация о результатах государственного мониторинга земель» [Информация о ..., 2018], к данной категории земель относятся земли ООПТ, земли лесного фонда и земли запаса. На всей территории городских уездов КНР площадь лесов составляет 24,8 тыс. км² или 78,6% от площади уездов. Наименьшее количество лесных земель находится в уезде Тумэнь, соотношение Хасанского МО к уезду 1 : 0,32. Наибольшее количество приходится на уезд Ванцин, соотношение Хасанского МО к уезду – соотношение 1 : 4,35.

Статистические данные о площади земель разных типов в пределах административно-территориальных единиц на территории бассейна р. Туманная были сопоставлены с данными, полученными в результате дешифрирования космических снимков. Кроме того, с помощью корреляции и экстраполяции была предпринята попытка рассчитать значения показателей производительности растениеводства для территории КНДР.

Согласно Комплексному сборнику Приморскстата «Приморский край. Муниципальные образования» [Приморский край, 2021], посевная площадь сельскохозяйственных земель в Хасанском МО на 2020 г. составляет 7,84 км², при этом валовая стоимость продукции растениеводства составила 200,8 млн. руб. В свою очередь дешифрировано было 37,4 км² используемых сельскохозяйственных земель. Площадь сельскохозяйственных угодий в семи городских уездах КНР составляет 2,1 тыс. км² или 6,78% от всей территории. Валовая стоимость продукции растениеводства составляет 48,1 млрд руб.

Так как доля Хасанского МО в границах бассейна очень мала по сравнению с другими административно-территориальными единицами КНР и КНДР, а также из-за значительно более низких показателей сельскохозяйственного производства, то Хасанский МО был исключен для дальнейшего анализа.

Для определения примерного количества валовой стоимости продукции растениеводства на территории КНДР были выполнены следующие расчеты. Для всех административно-территориальных единиц КНР была вычислена средняя площадь сельскохозяйственных земель (между картографированным значением и статистическими данными), включая рисовые чеки. Далее рассчитана удельная валовая стоимость продукции на 1 км² средней площади сельскохозяйственных земель в АТЕ китайской части бассейна. Вычисленная средняя валовая стоимость продукции растениеводства составляет 22,7 млн/км². Так как для провинций КНДР таких данных нет, среднее значение удельной валовой стоимости (22,7 млн/км²) было умножено на площадь сельскохозяйственных земель по результатам дешифрирования и получены значения валовой стоимости продукции растениеводства для АТЕ КНДР (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Продуктивность посевных площадей на территории КНР и расчетные данные для КНДР

| АТЕ | Площадь округа/ уезда, км ² | Посевная лошадь, км ² | Доля от площади АТЕ | Картографированная площадь с/х земель, км ² | Доля от площади АТЕ | Средняя площадь с/х угодий, км ² | Валовая стоимость продукции растениеводства, млн руб. | Валовая стоимость продукции растениеводства на единицу площади, млн руб. на 1 км ² |
|---------------------|--|----------------------------------|---------------------|--|---------------------|---|---|---|
| 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 |
| <i>Расон</i> | <i>311,28</i> | - | - | <i>79,8</i> | <i>25,63</i> | <i>79,8</i> | <i>1813,5**</i> | 22,7* |
| <i>Хамген-Пукто</i> | <i>6990,82</i> | - | - | <i>1434,4</i> | <i>20,52</i> | <i>1434,4</i> | <i>32602,3**</i> | |
| <i>Янгандо</i> | <i>3140,87</i> | - | - | <i>478,6</i> | <i>15,24</i> | <i>478,6</i> | <i>10878,9**</i> | |

* – среднее значение по китайской территории
** – расчетное значение (см. текст)

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 км². Соответственно, для провинции Хамген-Пукто стоимость может составлять 32,6 млрд руб. (на 1434,4 км²) и для провинции Янгандо 10,8 млрд руб. (на 478,7 км²).

Таким образом, предположительные расчетные трансграничные градиенты валовой стоимости продукции растениеводства 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, т. к. стоимость производства в провинции больше в два раза. При очень близком значении стоимости продукции растениеводства в КНР и КНДР, его распределение несколько иное 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.

По этим данным можно предположить, каково соотношение в использовании удобрений и уровень антропогенного воздействия, связанный с ним. При этом оказывается влияние на загрязнение вод в пределах бассейна реки, и далее на сток в бассейн зал. Петра Великого. По данным Статистического сборника провинции Цзилинь (2021), в семи рассматриваемых уездах КНР на 2020 г. было применено 104,4 тыс. тонн минеральных удобрений. В КНДР среднее ежегодное использование удобрений (для всей страны) составляет 711,9 млн тонн [FAO and WFP, 2019]. Это косвенно подтверждает достаточной высокий уровень загрязнения на зарубежной части бассейна р. Туманная (см. гл. 1).

Для определения связи между геоэкологическим и социально-экономическим состоянием территории была составлена корреляционная матрица между несколькими количественными характеристиками сложности (см. гл. 3) и показателями экономического состояния территории (табл. 4.4).

Таблица 4.4. Корреляционная матрица между количественными характеристиками сложности территории и социально-экономическими показателями

| | Площадь округа/ уезда, км ² | Картографированная площадь с/х земель, км ² | Валовая стоимость продукции растениеводства, | Население, чел. | Плотность населения, чел./км ² | Энтропийная мера сложности рисунка | Индекс Маргалефа | Коэффициент естественной защищенности |
|--|---|--|--|-----------------|--|---------------------------------------|------------------|---|
| Площадь округа/ уезда, км ² | 1,00 | 0,77 | 0,76 | 0,52 | -0,42 | 0,27 | 0,32 | -0,24 |
| Картографированная площадь с/х земель, км ² | 0,77 | 1,00 | 0,94 | 0,92 | -0,01 | 0,41 | 0,31 | -0,14 |
| Валовая стоимость продукции растениеводства, млн руб. | 0,76 | 0,94 | 1,00 | 0,88 | -0,01 | 0,32 | 0,47 | 0,00 |
| Население, чел. | 0,52 | 0,92 | 0,88 | 1,00 | 0,25 | 0,32 | 0,33 | 0,04 |
| Плотность населения, чел./км ² | -0,42 | -0,01 | -0,01 | 0,25 | 1,00 | 0,28 | -0,31 | 0,30 |
| Энтропийная мера сложности рисунка | 0,27 | 0,41 | 0,32 | 0,32 | 0,28 | 1,00 | -0,17 | -0,72 |
| Индекс Маргалефа | 0,32 | 0,31 | 0,47 | 0,33 | -0,31 | -0,17 | 1,00 | 0,26 |
| Коэффициент естественной защищенности | -0,24 | -0,14 | 0,00 | 0,04 | 0,30 | -0,72 | 0,26 | 1,00 |

Наибольшая степень зависимости выявлена между картографированной площадью сельскохозяйственных земель и валовой стоимостью продукции растениеводства. Также прямая пропорциональная зависимость выявлена между площадью АТЕ и картографированной площадью сельскохозяйственных земель, валовой стоимостью продукции растениеводства, населением. Данные результаты подтверждают зависимость социально-экономического развития территории от ее площади и состояния земель.

Прямая отрицательная зависимость отмечается для коэффициента естественной защищенности и картографированной площади сельскохозяйственных земель, что подтверждает ухудшение геоэкологического

состояния территории при антропогенном воздействии на нее. Нулевая корреляция выявлена для данного коэффициента и валовой стоимости продукции растениеводства. В свою очередь, для индекса Маргалефа и энтропийной меры сложности отмечаются положительные корреляции с социально-экономическими показателями – при изменении территории увеличивается ее разнообразие и сложность. Исключение – отрицательная корреляция между индексом Маргалефа и плотностью населения.

4.4. Перспективы и направления развития международного сотрудничества в пределах бассейна р. Туманная

Бассейны трансграничных рек, как правило, густонаселенные, с развитым промышленным и сельскохозяйственным производством, подвержены значительной антропогенной нагрузке. Они интенсивно используются для водоснабжения, судоходства, энергетики, орошения, рыбного хозяйства. Основными проблемами являются загрязнение вод, дефицит водных ресурсов в отдельные годы и периоды года, наводнения, слабо развитая сеть пунктов мониторинга и недостаток информации.

Справедливое вододеление международных водных объектов является сложнейшей современной проблемой. В Хельсинских правилах [14, гл. 2, ст. V] указаны факторы, которые должны приниматься во внимание при определении разумной и справедливой доли водопользования, а именно: география бассейна, в том числе его протяженность на территории каждой из сопредельных стран; гидрология бассейна с учетом количества стока вод с территории каждого государства; климатическое воздействие бассейна; использование вод бассейна; экономические и социальные нужды каждой страны бассейна; степень зависимости населения от водных ресурсов в каждой из стран; сравнительная стоимость альтернативных способов удовлетворения экономических и социальных потребностей каждого государства на территории бассейна; наличие других

ресурсов; возможность исключения неоправданных потерь при использовании вод бассейна; возможность компенсации ущерба одному или нескольким государствам на территории бассейна как средство урегулирования споров между пользователями; возможность удовлетворения потребностей одного государства без причинения существенного ущерба другому государству на территории бассейна. Также говорится и о предотвращении загрязнения водоисточников [Болгов и др., 2016].

КНР не ратифицировала Хельсинкские соглашения по трансграничным бассейнам, то есть не является субъектом международного права в этой юридической сфере. На сегодняшний день между КНР и Российской Федерацией подписано лишь одно соглашение – между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о рациональном использовании и охране трансграничных вод [Соглашение 29.01.2008]. Однако данное соглашение является рамочным документом, не указывает на какие-либо водные объекты, признающиеся трансграничными, поэтому реальных решений по вопросам водопользования трансграничного бассейна данный документ не содержит.

Международная практика использования трансграничных водных объектов, основанная на принципах устойчивого развития, предполагает согласованные действия государств на территории бассейнов трансграничных водотоков при осуществлении водохозяйственных работ, использовании и охране водных объектов на основе международных договоров и соглашений. Россией ратифицирован ряд международных актов, регулирующих охрану и использование трансграничных вод.

Современный механизм регулирования совместного использования водных ресурсов трансграничных рек должен учитывать ряд ограничений. Основными положениями механизма следует выделять [Фролова, 2018]:

1. Необходимость ответственности каждого государства за соблюдение общих правил совместного использования водных ресурсов с целью его оптимизации;

2. Учет гидроэкологических условий и требований безопасности при делении, регулировании и использовании речного стока.

3. Установление ограничений для каждой стороны – договорные квоты на использование водных ресурсов по аналогии с Киотским протоколом (1997).

4. Разработка каждой страной собственной стратегии использования водных ресурсов на основе собственных принципов экономической эффективности и экологической безопасности.

5. Установление объектом оптимизации совместного водопользования суммарного экономического эффекта, который каждая сторона получает от использования своей доли водных ресурсов в течение расчетного периода.

Международного документа, регламентирующего водопотребление в бассейне р. Туманная в настоящее время нет. Данный вопрос требует изучения и разработки.

Большим немаловажным вопросом трансграничного природопользования является природоохранная сфера. К настоящему времени в рамках сотрудничества России и соседних стран подготовлены и заключено некоторое количество договоров, соглашений, протоколов, проводятся научные и научно-практические конференции, совещания, готовятся совместные программы и т. д. Однако, давно сформировавшиеся проблемы природопользования в приграничных областях не разрешаются [Фролова, 2018].

Экологическое сотрудничество России и соседних стран концентрируется на следующих основных направлениях: рациональное использование и охрана трансграничных водных объектов; сохранение редких видов, создание международных особо охраняемых природных территорий (ООПТ); профилактика и тушение лесных и степных пожаров на приграничных территориях; охрана перелетных птиц и их местообитаний и др. (см. главу 5.2).

Решению трансграничных экологических проблем способствует создание международных ООПТ, снижающее уровень хозяйственной активности в приграничье [Transboundary ..., 2025]. Важным шагом в данном вопросе стало образование российско-китайского трансграничного резервата «Земля больших

кошек» [Li H. et al., 2024; Дарман, 2024а, 2024б, 2025]. В его состав вошли государственный природный биосферный заповедник «Кедровая падь» и национальный парк «Земля леопарда» с его охранной зоной со стороны РФ, «Северо-восточный национальный парк тигров и леопардов» со стороны КНР в провинциях Цзилинь и Хэйлунцзян. Общая площадь резервата составляет 1,83 млн га. Значительная часть территории резервата находится под строгой охраной. Хозяйственная деятельность возможна только на половине охраняемой площади с российской стороны, где предполагается развитие рекреационной деятельности, размещение объектов туристической индустрии, использование природных ресурсов для нужд местного населения. Со стороны КНР в зоне общего контроля постепенно сокращается количество промышленных предприятий, возможно только традиционное природопользование и развитие туризма. Таким образом, резерват имеет большое природоохранное значение, а гибкое зонирование его территории позволяет привлекать капитал для социально-экономического развития с учетом устойчивого развития территории.

В пределах трансграничного бассейна активно развивается туристическая отрасль. К сильным сторонам развития экотуризма в Китае можно отнести наличие прекрасных природных ландшафтов, в т. ч. находящихся рядом с Россией. Приграничные территории Китая обладают большим биоразнообразием. Правительство Китая осуществляет поддержку экологического туризма на национальном уровне, в том числе поддерживая инициативы по организации и развитию инфраструктуры ООПТ, по научной деятельности на их территории, а также по укреплению международного сотрудничества. Предполагается, что развитие экологического туризма позволит КНР изменить подходы к хозяйственной деятельности и повысить экологическую ответственность. Основными проблемами развития экотуризма в Китае являются: неэффективная охрана ООПТ; уязвимости в законодательной базе, которые позволяют обходить закон и не нести ответственности за причинение вреда ООПТ; недостаток экологического образования; присутствие вирусов, которые могут массово убивать диких

животных; отсутствие фундаментальных научных разработок по сохранению видов животных [Бочарников, 2023а].

В настоящее время китайские власти рассматривают проект "Туманган" как инструмент для продвижения собственных интересов, прежде всего для налаживания трансграничных социально-экономических связей с КНДР. Региональная экономическая интеграция позволяет осваивать приграничные районы обеих стран [Ji M. et al., 2023]. С 2005 г. КНДР идет на встречу в сотрудничестве с Китаем, уже налажен туристический обмен в районе г. Тумень (КНР) – г. Раджин (КНДР). Этому способствует аренда порта Раджин китайским капиталом и соединение его железнодорожной линией с г. Тумень. Развитие экологического туризма соотносится с инициативой Китайского правительства «Один пояс – один путь», направленной на создание инфраструктуры между Россией и Китаем. Изначально основной целью проекта было строительство транспортной инфраструктуры для удобства сообщения между странами, направленное на экономическое развитие. В процессе реализации проект приобрёл экологическую значимость, поскольку строительство дорог обратило внимание на проблемы, связанные с сохранением биоразнообразия [Бочарников, 2023а].

До недавнего времени российская сторона не видела необходимости в развитии инфраструктуры отдаленного района в целях расширения экономических связей с КНР и КНДР. Однако, российско-китайский туристический проект «Туманганский путь» (см. гл. 1.2.5) позволяет наладить международное сотрудничество в дельте р. Туманная [Забровская, 2024].

Современную политическую ситуацию на Корейском полуострове можно характеризовать как благоприятную и стабильную по сравнению с прошлыми десятилетиями. Соответственно, многие специалисты отмечают положительные перспективы создания интегрированной транспортно-логистической сети, включающую Россию, Китай, КНДР, Республику Корея, Монголию, Японию. Стык границ в дельте р. Туманная является наиболее актуальным районом развития. Для КНДР главной точкой роста здесь является ОЭЗ «Расон» (порт Раджин с хинтерландом, г. Сонбон и окружающая территория общей площадью 890 км²). В

России особое внимание уделяется проектам развития транспортных маршрутов Раджин – Хасан, проект развития порта Зарубино, проект развития порта Славянка.

Развитие транспортно-экономических связей КНР рассматривает глобально, в том числе в рамках развития «Нового Великого шелкового пути» между европейскими и азиатскими странами. Примером стратегического единства и разнообразия Китая и контролируемой экономической самостоятельности его отдельных провинций является стратегия «Чан-Цзи-Ту». Данный маршрут может иметь множество вариантов выхода к портам юга Приморья, к Раджину (КНДР) и к портам Китая. КНР также не оставляет попыток организации свободного судоходства по р. Туманная, чтобы обеспечить проход судов из Японского моря по этой реке в район г. Хуньчунь. В 2012 г. КНР инициировала пробное плавание по р. Туманная с целью продвижения вопроса о развитии грузового и пассажирского трафика [Вороненко и др., 2024].

Значительную роль в развитии транспортно-логистических связей играет развитие коридоров «Приморье-1» и «Приморье-2», запуск железнодорожного маршрута из Приморья (Хасан) в КНДР (Туманган), строительство автомобильного моста между Россией и КНДР вдоль железнодорожного. Кроме развития экономического сотрудничества и увеличения туристического потока в связи со строительством автомобильного моста на р. Туманная, начатого весной 2025 г., предполагается значительное воздействие на природную среду трансграничного бассейна. Уже на этапе строительства ожидается негативное воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, на водно-болотные угодья в низовье реки. Однако, предприняты меры и природоохранные мероприятия для минимизации воздействия, а также планируется искусственное воспроизводство гидробионтов в качестве компенсации воздействия.

Исследования качества воды в р. Туманная позволяют судить о высоком уровне промышленного, сельскохозяйственного, бытового загрязнения. В Китае в последние годы отмечается тенденция к сокращению воздействия, контролю использования удобрений и улучшению очистных сооружений в Яньбань-Корейском АО. Однако, подобной информации о корейской части бассейна в

открытом доступе нет. При этом воздействие отражается на акватории зал. Петра Великого. Изучение состояния вод р. Туманная и окружающей ее территории требует совместных действий пограничных стран.

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. Туманная 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;
- организация обмена опытом в сфере охраны трансграничной реки и развитие системы трансграничных ООПТ, в том числе с целью сохранения биоразнообразия и водно-болотных угодий в нижнем течении р. Туманная.

Таким образом, в структуре международных отношений в пределах трансграничного бассейна р. Туманная выделяется несколько направлений: сельское хозяйство, природоохранная деятельность, рекреационная деятельность, транспортная инфраструктура. Каждая из областей хозяйственной деятельности требует как особого внимания каждого государства отдельно, так и совместных

усилий на международном уровне для разработки мероприятий по устойчивому развитию территории.

Для осуществления совместного управления речным бассейном необходимо наличие нескольких предпосылок. Во-первых, хорошей политической атмосферы в отношениях между странами. В последнее время отмечается снижение градуса конфликта на Корейском п-ове. Отмечается налаживание связей КНДР с КНР, спустя время после введения санкций и последствий COVID-19. Увеличивается как объем торговли, так и туристический поток между странами [Дёмина, 2025]. В связи с политической ситуацией в западной части Россия рассматривает сотрудничество со странами АТР, в том числе с КНР и КНДР в качестве приоритетных. В СМИ отмечается сближение РФ, КНР и КНДР, в том числе благодаря взаимным визитам высокопоставленных чиновников трех государств. Возможными вариантами развития трехсторонних отношений отмечается сближение с последующей институционализацией сложившейся системы отношений [Виноградов, 2024; Совместное ..., 2025].

Во-вторых, необходима эффективная правовая и институциональная организация и координация при выполнении международных соглашений и планов. К настоящему времени между КНР, КНДР и РФ нет ни одного трехстороннего документа, определяющего международные отношения в пределах трансграничного бассейна р. Туманная. Возможно, проект «Туманган» может являться прототипом и основой разработки мер по устойчивому и сбалансированному развитию территории.

Также, в качестве основы могут выступить Соглашение между Правительством РФ и Правительством КНР о рациональном использовании и охране трансграничных вод [Соглашение от 29.01.2008], Соглашение между Правительством РФ и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов [Соглашение от 07.09.2010], Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством КНР о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек [Соглашение от 10.09.2002], касающиеся регулирования

взаимоотношений в пределах трансграничных рек Урал, Амур. Основной упор подобных соглашений сделан на природопользование и охрану природной среды, на контроль загрязнений, а также обмен данными и совместными исследованиями природных процессов. Однако, регламент взаимодействий можно расширить, разработав систему контроля промышленного и сельскохозяйственного развития в пределах трансграничной территории р. Туманная, возможно установить этапы развития и регулирования туристического потока между пограничными странами.

В-третьих, необходимо оперативное реагирование на проблемы финансового и технического сотрудничества при их решении на основе обмена информацией. По оценкам экспертов [Захарова, 2015, 2021; Чубаров, 2017; Епифанова, 2021; Лабюк, 2021; Дяо Сюхуа, 2022; Сенотрусова, 2022; Лагутина, 2023; Леонкин, 2023; Виноградов, 2024; Науменко, 2024], в настоящее время взаимоотношения РФ, КНР и КНДР представляют собой динамически развивающуюся систему, которая реагирует на происходящие геополитические и экономические изменения, в том числе и на обострение конфликтов, возникающих на международной арене. Развитие сотрудничества, в том числе подписание соглашений и установление порядка взаимодействия в трансграничном бассейне р. Туманная возможно при общей заинтересованности трех стран. Выгодными последствиями предполагается увеличение туристического потока, развитие экономических зон и торговых отношений, улучшение и развитие системы охраны природной среды. Однако, сейчас страны не стремятся к активным действиям и на деле существуют только отдельные двусторонние международные проекты (в области торговли, транспорта, энергетики, туризма и экологии).

Существующий разрыв между теорией управления речным бассейном и ее практическим воплощением обусловлен институциональными различиями в использовании поверхностных вод в разных странах, трудностями во взаимодействиях между ними, источником которых зачастую являются культурно-национальные, социальные, экономические и политические проблемы, связанные с ориентацией на одноразовое использование водных ресурсов. Переговоры по использованию водных ресурсов трансграничных рек и поддержанию их

экологического состояния требуют много времени и учета законных интересов всех участников [Бакланов, 2008].

* * *

Опыт международного сотрудничества в международных водосборных бассейнах показывает, что благополучное сосуществование стран в них возможно лишь при совместных усилиях и координации действий, направленных на сохранение качества водных ресурсов и природной среды, на обеспечение устойчивого развития территории в целом.

Проект «Туманган», предложенный в 1990-е гг., предполагал сотрудничество КНР, КНДР и России, а также ближайших стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Основная цель проекта – формирование в Северо-восточной Азии всеобщего коммуникативного пространства, углубление взаимопонимания, формирование соответствующей инфраструктуры развития человеческого потенциала, выработка единой региональной политики в сфере охраны окружающей среды, ускорение экономического развития региона, развитие внутренней и транзитной торговли, строительство приграничной зоны свободной торговли.

Однако, к настоящему времени не существует документа, регулирующего международное сотрудничество в районе трансграничного бассейна р. Туманная. Существуют двусторонние соглашения о сотрудничестве в транспортной, энергетической, туристической и экологической областях.

Изучение специфики трансграничного региона может быть основано на расчете трансграничных градиентов, которые отражают соотношение индикаторов экономического, социального и экологического состояния по обе стороны границы.

В данном исследовании трансграничные градиенты по десяти индикаторам рассчитаны для АТЕ Китая и России. Выяснено, что социально-экономическое развитие китайской части бассейна значительно превосходит российскую часть. Предполагаемые рассчитанные показатели и трансграничные градиенты для

корейской части также подтверждают диспропорции в освоении территории бассейна и большем антропогенном воздействии на нее.

В качестве наиболее актуальных направлений международного сотрудничества в пределах трансграничного бассейна р. Туманная можно выделить природоохранную и рекреационную деятельность, развитие транспортной инфраструктуры, сельское хозяйство. Благоприятными предпосылками для взаимодействия соседних стран являются достаточный экономический, экологический, трудовой потенциал, располагающий к его разностороннему развитию. Каждая из трех пограничных стран высказывает свою заинтересованность в международном сотрудничестве, что подтверждается наличием транспортно-логистических, торговых, туристических, экологических и иных проектов между КНР, КНДР и РФ. Однако, для дальнейшего устойчивого развития территории необходима согласованность действий, которую возможно организовать с помощью единой программы по сотрудничеству в пределах как трансграничного бассейна р. Туманная, так и сопредельных территорий административных единиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бассейновая концепция на основе геосистемного подхода позволяет оценить положение международной трансграничной геосистемы бассейнового типа в системе природа-общество. Управление развитием такой территории невозможно без учета геоэкологического состояния всех приграничных частей бассейна и координации совместных действий соседних стран. В результате диссертационного исследования трансграничного бассейна р. Туманная получены следующие результаты.

1. Составлена карта использования земель в бассейне р. Туманная по состоянию на 2020 г. Общая площадь бассейна составляет 33114,47 км². Значительную долю занимают лесные земли – 25752,96 км² (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 Китае 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 Кез, 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 Кез, 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айраксинен, Е. Ю. Проблемы комплексного использования трансграничных водных объектов бассейна Амура / Е. Ю. Айраксинен, М. Н. Шевцов // Дальний Восток: Проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2020. – № 1. – С. 220-224.
2. Алаев, Э. Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь / Э. Б. Алаев. – Москва: Мысль, 1983. – 350 с.
3. Ананьев, Ю. С. Геоинформационные системы: учебное пособие / Ю. С. Ананьев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 70 с.
4. Антипов, А. Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории / А. Н. Антипов, В. Н. Федоров. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2000. – 250 с.
5. Асмолов, К. В. Современная Северная Корея: первое десятилетие эпохи Ким Чен Ына (2012—2021): монография / К. В. Асмолов, Л. В. Захарова / Рос. акад. наук, Ин-т Китая и совр. Азии. – Москва: ИКСА РАН, 2022. – 440 с.
6. Атлас Приморского края. – Владивосток: Дальпресс, 2008. – 1 атл. (48 с.)
7. Баврина, А. П. Современные правила применения корреляционного анализа / А. П. Баврина, И. Б. Борисов // Медицинский альманах. – 2021. – № 3 (68). – С. 70-79.
8. Базаров, К. Ю. Применение данных дистанционного зондирования Земли для анализа современной структуры использования земель в бассейне озера Ханка / К. Ю. Базаров, Е. Г. Егидарев, Н. В. Мишина // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории: сборник научных статей. – 2019. – С. 197-203.
9. Базовые карты // Esri. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/mapping/map-authoring/author-a-basemap.htm> (дата обращения: 08.04.2025).

10. Бакланов, П. Я. Динамика природно-ресурсного потенциала территории и методы её оценки / П. Я. Бакланов // География и природные ресурсы. – 2000. – № 3. – С. 10-16.
11. Бакланов, П. Я. Геополитическая специфика района Туманган / П. Я. Бакланов, В. П. Каракин // Проблемы устойчивого природопользования в нижнем течении реки Туманная: материалы международной научной конференции. – Владивосток: ДВО РАН. – 2007. – С. 8-11.
12. Бакланов, П. Я. Геосистемный подход в географических исследованиях / П. Я. Бакланов // Теория и методология географических исследований. – 2020. – №1 (1). – С. 7-12.
13. Бакланов, П. Я. Приграничные и трансграничные территории как объект географических исследований / П. Я. Бакланов, К. С. Ганзей // Известия РАН. Серия Географическая. – 2004. – № 4. – С. 27-34.
14. Бакланов, П. Я. Природопользование Дальнего востока России и сопредельных территорий / П. Я. Бакланов, В. П. Каракин, А. С. Шейнгауз // Пространственная экономика. – 2005. – № 1. – С. 27-45.
15. Бакланов, П. Я. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования / П. Я. Бакланов, К. С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 216 с.
16. Бакланов, П. Я. Геополитические факторы развития трансграничных регионов / П. Я. Бакланов, М. Т. Романов // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. – 2010. – № 2 (51). – С. 60-71.
17. Бардаль, А. Б. К вопросу о трехстороннем экономическом сотрудничестве Республики Корея, КНДР и России / А. Б. Бардаль, А. Н. Демьяненко, О. В. Дёмина, Я. В. Дёмина, Н. В. Ломакина, П. А. Минакир // Регионалистика. – 2018. – Т. 5, № 6. – С. 18-36.
18. Баукина, О. О. Проблема трансграничного загрязнения окружающей среды (на примере р. Туманная) / О. О. Баукина, Л. П. Лазарева, А. С. Вах // Вологодские чтения: материалы научно-технической конференции. –

Владивосток: Изд-во: Дальневосточный федеральный университет, 2009. – № 75. – С. 10-13.

19. Бейдина, Т. Е. «Расширенная Туманганская инициатива»: тенденции и перспективы / Т. Е. Бейдина, А. П. Литовченко // Вестник Забайкальского университета. – 2021. – Т. 27, № 9. – С. 45-54.

20. Белянин, П. С. Ландшафтная структура долины реки Туманной и окружающих ее предгорий (Дальний Восток) / П. С. Белянин // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 134-141.

21. Берсенева, Ю. И. Особо охраняемые природные территории Приморского края: существующие и проектируемые: монография / Берсенева Ю. И.; Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Приморское отделение Русского географического общества - Общество изучения Амурского края. – Владивосток: Изд-во ДВФУ Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 202 с.

22. Болгов, М. В. Институциональные, нормативно-правовые и управленческие аспекты использования трансграничных водных объектов России / М. В. Болгов, А. П. Демин, К. Ю. Шаталова // Водные ресурсы. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 442-450.

23. Ботнарь, М. А. Создание и развитие торгово-экономической зоны "Расон" / М. А. Ботнарь // "Новая волна" корееведения в Дальневосточном федеральном университете: сборник научных трудов / отв. ред. И. А. Толстокулаков и К. А. Пак. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2017. – Вып. 3. – С. 78-125.

24. Бочарников, В. Н. Концепт природоохранного ландшафта для сохранения биоразнообразия в юго-западе Приморского края (Хасанский район) / В. Н. Бочарников, К. Ю. Базаров // География, экология, туризм: новые горизонты исследований: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Воронеж, 10–12 октября 2024). – Воронеж: Издательский дом ВГУ. – 2024а. – Т. 1. – С. 390-394.

25. Бочарников, В. Н. Концептуальная модель экологической цивилизации в цифровой среде Антропоцена / В. Н. Бочарников // GRAPHICON 2024: Материалы 34-й Международной конференции по компьютерной графике и

машинному зрению (Россия, Омск, 17–19 сент. 2024 г.). – Омск: Изд-во ОмГТУ. – 2024б. – С. 691-696.

26. Бочарников, В. Н. Междисциплинарный подход к проблеме «природа-общество-человек». – Владивосток: Дальнаука-МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2014. – 320 с.

27. Бочарников, В. Н. Новые перспективы российско-китайского сотрудничества в области экологического туризма Северо-Восточной Азии / В. Н. Бочарников, А. А. Новоселова // Вестник Псковского ГУ. Серия: Естественные и физико-математические науки. – 2023а. – Т. 16. – № 4. – С. 36–47.

28. Бочарников, В. Н. Современная геополитика России: естественно-природные и цивилизационные аспекты / В. Н. Бочарников // Вопросы социальной теории. – 2023б. – Т. 15. – С. 193-205.

29. Бояркина, О. А. Российско-казахско-китайские взаимоотношения на трансграничных реках / О. А. Бояркина // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Политология. Религиоведение». – 2017. – Т. 22. – С. 211-216.

30. Бурлаков, В. А. Проект «Туманган» и игра геополитических интересов в Северо-Восточной Азии в 90-е годы XX века: монография. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – 224 с.

31. Васильева, Н. В. Основы землепользования и землеустройства: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. В. Васильева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 401 с.

32. Ван, Б. Проблемы и перспективы реализации трансграничных экономических проектов в Северо-Восточной Азии на примере Расширенной Туманганской Инициативы / Б. Ван, И. Сян // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2016. – Т. 5, № 4(17). – С. 69-72.

33. Ващук, А. С. Международный транспортный коридор «Приморье-2»: идеи, проекты, реалии в русле «Тихоокеанского разворота» / А. С. Ващук // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». – 2016. – № 3 (10). – С. 121-138.

34. Ващук, А. С. Развитие предпринимательства на железнодорожном транспорте и в портовом хозяйстве Хасанского района Приморского края в конце

XX – начале XXI вв. / А. С. Ващук // Региональные проблемы. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 39-49.

35. Викторов, А. С. Рисунок ландшафта / А. С. Викторов. – Москва: Мысль, 1986. – 181 с.

36. Викторов, А. С. Рисунок ландшафта: Анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение. Изд. 2-е. / А. С. Викторов, – Москва: ЛЕНАНД, 2014. – 184 с.

37. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг геосистем с использованием морфологических методов / Б. В. Виноградов // География и природные ресурсы. – 1998. – № 4. – С. 97-103.

38. Виноградов, И. С. РФ – КНР – КНДР: перспективы развития трёхсторонних отношений и их оценки российскими, китайскими и западными СМИ / И. С. Виноградов // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2024. – № 3. – С. 92-99.

39. Винокуров, Ю. И. Институциональное партнерство в трансграничном бассейне реки Иртыш / Ю. И. Винокуров, Б. А. Краснаярова, Г. Я. Барышников, О. Н. Барышникова, Т. В. Антюфеева, С. Н. Шарабарина // Известия АО РГО. – 2018. – № 1 (48). – С. 17-23.

40. Власова, А. Н. Ландшафтная организация бассейна реки Салгир: специальность: 25.00.23. «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»: автореферат диссертации на соискание степени ученой кандидата географических наук / А. Н. Власова; Южный федер. ун-т. – Симферополь: [б. и.], 2019. – 25 с.

41. Водно-болотные угодия России. Восточно-Маньчжурский горный экорегион (япономорский сектор) // Водно-болотные угодия России. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fesk.ru/pages/94.html> (дата обращения: 18.05.2024).

42. Волынчук, А. Б. Трансграничный регион: теоретические основы геополитического исследования / А. Б. Волынчук // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. – 2009. – № 4 (8). – С. 49-55.

43. Вороненко, А. К. Интеграционные процессы в транспортной системе Северо-Восточной Азии: реалии и прогнозы / А. К. Вороненко, С. М. Смирнов, М. В. Холоша // Тихоокеанская география. – 2024. – № 1. – С. 34-45.
44. Врядий, С. Ю. Опыт регионального сотрудничества в Северо-Восточной Азии: программа Туманган / С. Ю. Врядий // Проблемы устойчивого природопользования в нижнем течении реки Туманная: материалы международной конференции (Владивосток, 17-19 сентября 2007 г.) – Владивосток: ДВО РАН. – 2007. – С. 33-36.
45. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод. – Женева: ООН, 2011. – 448 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://unece.org/environment-policy/publications/second-assessment-transboundary-rivers-lakes-and-groundwaters> (дата обращения: 18.04.2025).
46. Вулкан Пэктусан / Заповедники и Национальные парки мира. [Электронный ресурс]. – URL: <http://reserves-park.ru/zapovedniki/biosfernye/134-vulkan-pektusan.html> (дата обращения: 10.07.2024).
47. Гайкин, В. А. Проект «Туманган», Евразийский транспортный коридор, «Один пояс-один путь» (ретроспектива евразийских геополитических проектов КНР) / В. А. Гайкин // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2020. – Т. 3, ч. 2. – С. 69-73.
48. Гайкин, В. А. Проект «Туманган»: из прошлого в будущее (к столетию проекта «Туманган» / В. А. Гайкин // Ойкумена. – 2008. – № 2. – С. 153-157.
49. Галанин, А. В. Восточноазиатская гумидная и Азиатско-Североамериканская аридная ботанико-географические дуги. [Электронный ресурс] – Наша Ботаничка. Владивосток, 2012. – /geobotany/arc_01.htm (дата обращения: 20.10.2024).
50. Ганзей, К. С. Ландшафтное разнообразие Курильских островов / К. С. Ганзей, А. Н. Иванов // География и природные ресурсы. – 2012. – № 2. – С. 87-94.
51. Ганзей, К. С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских остров / К. С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 214 с.

52. Ганзей, К. С. Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов / К. С. Ганзей // Известия РАН. Серия Географическая. – 2014. – № 2. – С. 61-70.
53. Ганзей, С. С. Международные трансграничные территории как объект географических исследований / С. С. Ганзей // География и природные ресурсы. – 2004а. – № 2. – С. 11-18.
54. Ганзей, С. С. Основные результаты выполнения Проекта Туманнет в низовьях реки Туманная / С. С. Ганзей // Проблемы устойчивого природопользования в нижнем течении реки Туманная: материалы международной конференции (Владивосток, 17-19 сентября 2007 г.) – Владивосток: ДВО РАН, 2007. – С. 36-39.
55. Ганзей, С. С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и Северо-Восточного Китая / С. С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2004б. – 232 с.
56. Ганзей, С. С. Трансграничные градиенты юга Дальнего Востока России и провинции Хэйлунцзян КНР / С. С. Ганзей // Региональная экология. – 2005. – № 3/4. – С. 74-80.
57. Ганзей, С. С. Трансграничные территории в программах устойчивого развития / С. С. Ганзей, П. Я. Бакланов // Функционирование геосистем : материалы 3-й региональной научно-практической конференции; К всемирным дням воды и метеорологии (Владивосток, 21-22 марта 2002 г.). – Владивосток: Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2002. – С. 57–58.
58. Гвоздецкий, Н. А. Физико-географическое районирование СССР / Н. А. Гвоздецкий. – Москва: Изд-во МГУ, 1968. – 575 с.
59. Генеральный план Хасанского муниципального округа Приморского края. Материалы по обоснованию в текстовой форме. – Т. 1. – 2024. – 357 с. [Электронный ресурс] – URL: https://xasanskij-r25.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/580/4486/Materialy_po_obosnovaniyu_v_textovoy_forme.pdf (дата обращения: 12.03.2025).

60. Геология СССР. Том 32. Приморский край. Часть 1. Геологическое описание. Приморский край / А. В. Сидоренко. – Москва: Недра, 1969. – 695 с.
61. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков: в 3 т. Т. 2. Природные ресурсы и региональное природопользование / отв. ред. П. Я. Бакланов, В. П. Каракин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 559 с.
62. Геренчук, К. И. Методика определения некоторых параметров морфологической структуры ландшафтов / К. И. Геренчук, И. К. Гораш, А. Г. Топчиев // Изв. АН СССР. Серия географическая. – 1969. – № 5. – С. 102-109.
63. Горбатенко, Л. В. Оценка изменений гидрологического режима трансграничной реки Туманная (Российская часть) / Л. В. Горбатенко // Успехи современного естествознания. – 2023. – № 11. – С. 54-60.
64. Гулидов, Р. В. Проект «Туманган»: вымысел и реальность / Р. В. Гулидов // Пространственная экономика. – 2012. – № 1. – С. 90-108.
65. Дарман, Ю. А. Влияние пограничных инженерных сооружений на трансграничные экологические коридоры на Дальнем Востоке России / Ю. А. Дарман, В. П. Каракин, В. В. Бардюк // Современные проблемы регионального развития. – 2024а. – С. 65-68.
66. Дарман, Ю. А. Приоритеты российско-китайского сотрудничества по сохранению биоразнообразия в трансграничных геосистемах юга Дальнего Востока России и Северо-Восточного Китая / Ю. А. Дарман, В. В. Жариков, В. П. Каракин, В. В. Бардюк, К. С. Ганзей // География и природные ресурсы. – 2024б. – № 5. – С. 42-51.
67. Дарман, Ю. А. Российско-китайский трансграничный резерват «Земля больших кошек» как основа сохранения биоразнообразия Восточно-Маньчжурских гор / Ю. А. Дарман, В. В. Бардюк, В. П. Каракин // Геосистемы Северо-восточной Азии: природные, социальные и хозяйственные системы: сборник научных статей. – Владивосток: [б. и.] – 2025. – С. 440-447.
68. Денисов, Д. А. Теоретические основы геоинформационных систем и методика использования ГИС в экологическом образовании / Д. А. Денисов // Минск: Вестник Минского университета. – 2015. – № 2. – С. 6.

69. Деркачева, Л. Н. Предпосылки формирования приграничного туристического кластера на юге Хасанского района (Приморский край) / Л. Н. Деркачева, О. А. Коротких // Туризм и региональное развитие: сборник научных статей. Вып. 10. – Смоленск: Универсум, 2017. – С. 145-151.
70. Дёмина, Я. В. Экономика КНДР в современных условиях / Я. В. Дёмина, М. Г. Мазитова // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2025. – Т. 19, № 1. – С. 152-162.
71. Доннелли, Р. А. Статистика / Р. А. Доннелли. – Москва: Астрель: АСТ, 2007. – 367 с.
72. Дубина, В. А Особенности трансграничного переноса поверхностных вод в северо-западной части Японского моря по многолетним спутниковым наблюдениям / В. А. Дубина, И. О. Катин // Вестник ДВО РАН. – 2018. – № 6. – С. 13-19.
73. Дяо Сюхуа, Экономическое сотрудничество Северо-восточного региона Китая и ДВ России в новых условиях: состояние, возможности и предложение / Дяо Сюхуа // Теоретическая экономика. – 2022. – № 1. – С.70-78.
74. Елифанова, Н. С. Приграничная торговля регионов России и провинций Китая / Н. С. Елифанова, В. Н. Акулинин // Вестник НГУ. Серия: История, филология. – 2021. – Т. 20, № 10: Востоковедение. – С. 103-116.
75. Ермошин, В. В. Геоинформационное картографирование природных комплексов Дальнего Востока России / В.В. Ермошин, К. С. Ганзей, Н. В. Мишина, Е. Г. Егидарев // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2012. – № 3. – С. 152-161.
76. Журавлев, Ю. Н. Трансграничные миграции и локальные констрайнты в динамике ихтиофауны нижнего течения реки Туманная / Ю. Н. Журавлев, С. В. Шедько, С. В. Клышевская // Амурский зоологический журнал. – 2019. – Т. XI, № 4. – С. 348-361.
77. Забровская, Л. В. Сотрудничество КНДР и КНР в реализации задач проекта "Туманган" / Л. В. Забровская // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2024. – № 2. – С. 147-153.

78. Зайчиков, В. Т. Корея / В. Т. Зайчиков. – Москва: Географгиз, 1951. – С. 331-355.
79. Зайчиков, В. Т. Физическая география Китая: монография / В. Т. Зайчиков. – Москва: Мысль, 1964. – 737 с.
80. Занозин, В. В. Методы и алгоритмы оценки ландшафтного разнообразия в морфологическом аспекте на примере центральной части дельты реки Волги / В. В. Занозин, А. Н. Бармин, С. А. Ямашкин, А. А. Ямашкин // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы международной конференции. – Москва: Издательство Московского университета, 2020. – Т. 26, Ч. 4. – С. 114-130.
81. Зарубежная Азия. Физическая география: учебное пособие / Д. Л. Арманд, Б. Ф. Добрынин, Ю. К. Ефремов; ред.: Б. Ф. Добрынин, Э. М. Мурзаев. – Москва: Учпедгиз, 1956. – 608 с.
82. Захарова, Л. В. Изменения во внешней торговле КНДР как следствие обострения ситуации на Корейском полуострове в 2016–2017 гг. / Л. В. Захарова // Восточная Азия: прошлое, настоящее и будущее. 2021: сборник научных статей – Москва: ИДВ РАН, 2022. – Вып. 1. – С. 176-187.
83. Захарова, Л. В. Экономические отношения России и КНДР в XXI в. / Л. В. Захарова // Азия и Африка сегодня. – 2015. – № 5 (694). – С. 15-21.
84. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. 20.03.2025) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/744100004> (дата обращения: 01.04.2025).
85. Зенгина, Т. Ю. Профильные учебные геоинформационные системы как дидактический инструмент комплексной подготовки специалистов в области природопользования и экологии / Т. Ю. Зенгина // Вестник РУДН. Серия Информатизация образования. – 2011. – № 2. – С. 47-54.
86. Зотова, М. В. Территориальные градиенты социально-экономического развития российского пограничья / М. В. Зотова, В. А. Колосов, А. А. Гриценко, А.

Б. Себенцов, М. С. Карпенко // Известия РАН. Серия географическая. – 2018. – № 5. – С. 7-21.

87. Зыков, А. А. Трансграничные отношения / А. А. Зыков, С. В. Севастьянов // Введение в исследования границ. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – С. 122-145.

88. Иванов, А. Н. Ландшафтное разнообразие и методы его измерения / А. Н. Иванов // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Материалы XI Международной конференции (Москва, 22–25 августа 2006 г.). – Москва: Географический факультет МГУ, 2006. – С. 99-101.

89. Иванов, Г. И. Почвообразование на юге Дальнего Востока / Г. И. Иванов. – Москва: Наука, 1976. – 200 с.

90. Иванов, Г. И. Почвы Приморского края / Г. И. Иванов. – Владивосток: Дальневосточн. кн. изд-во, 1964. – 107 с.

91. Ивашутина, Л. И. К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов / Л. И. Ивашутина, В. А. Николаев // Вестник Московского университета. Серия географическая. – 1969. – № 4. – С. 49-59.

92. Информация о результатах государственного мониторинга земель (аналитическая записка) по теме: «Выполнение работ по мониторингу состояния и использования земель». Хасанский район Приморского края. Росреестр. – 2018. – 90 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://clck.ru/3N8M6e> (дата обращения: 15.10.2022).

93. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 400 с.

94. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года по Хасанскому району. 2014. Администрация Хасанского муниципального района. [Электронный ресурс]. – URL: <https://prim-hasan.ru/index.php?id=129> (дата обращения: 12.04.2023).

95. Кадочников, П. А. Внешнеэкономическая политика России в Азии и трансформация Расширенной Туманганской Инициативы / П. А. Кадочников, Н. И.

Ячеистова, Е. С. Гушин // Российский внешнеэкономический вестник. – 2016. – № 3. – С. 14-28.

96. Калихман, Т. П. Природоохранные трансграничные территории Сибири и Дальнего Востока / Т. П. Калихман // География и природные ресурсы. – 2019. – № 4. – С. 22-32.

97. Каракин, В. П. Влияние транспортной инфраструктуры на сохранение диких животных в российско-китайских трансграничных геосистемах / В. П. Каракин, Ю. А. Дарман, В. В. Бардюк // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры: сборник научных статей. – Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. – С. 425-433.

98. Карнаух, В. Н. Разрушение дельты реки Туманной в голоценовое время и формирование приповерхностных скоплений газа на шельфе западной части залива Петра Великого (Японское море) / В. Н. Карнаух, Е. Н. Суховеев // Тихоокеанская геология. – 2024. – Т. 43, № 1. – С. 88-109.

99. Каширская, А. В. Роль Дальнего Востока России в региональном сотрудничестве стран Северо-Восточной Азии / А. В. Каширская // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2014. – № 2 (31). – С. 67-69.

100. Кащавцева, А. Ю. Моделирование речных бассейнов средствами ArcGIS 9.3 / А. Ю. Кащавцева, В. Д. Шипулин // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». – 2011. – Т. 24 (63), № 3. – С. 85-92.

101. Кисилёва, В. И. Проблема источников статистической информации об экономике КНДР / В. И. Кисилёва // Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 146-162.

102. Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий. Хельсинки (17.03.1992). [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1900920> (дата обращения: 15.07.2024).

103. Конвенция ЕЭК ООН об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (25.02.1991). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.un.org/ru/> (дата обращения: 15.07.2024).

104. Конвенция о биологическом разнообразии. Рио-де-Жанейро (05.06.1992). ФЗ РФ от 17.02.1995 №16-ФЗ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1900738> (дата обращения: 03.05.2025).

105. Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков. Генеральная Ассамблея ООН (21.05.1997). [Электронный ресурс]. – URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercrs.shtml (дата обращения: 10.03.2025).

106. Конвенция ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (17.03.1992). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.un.org/ru/> (дата обращения: 15.07.2024).

107. Кондратенко, Г. В. Проблемы и возможности трансграничного сотрудничества Китая и России в сфере экологии / Г. В. Кондратенко // Известия Восточного института. – 2017. – №2 (34). – С. 40-58.

108. Колосов, В. А. Международные речные бассейны: географические аспекты взаимозависимостей / В. А. Колосов, К. И. Бибанов // География и природные ресурсы. – 1991. – № 1. – С. 17-29.

109. Колосов, В. А. Современные государственные границы: новые функции в условиях интеграции и приграничное сотрудничество / В. А. Колосов, Р. Ф. Туровский // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1997. – № 5. – С. 106-113.

110. Коротный, Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л. М. Коротный. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.

111. Коротный, Л. М. Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию / Л. М. Коротный // География и природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 5-16.

112. Корытный, Л. М. Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества // География и природные ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 11-19.
113. Космические снимки // Геоаналитика.Агро. [Электронный ресурс]. – URL: http://agro.geoanalitika.com/ru/products/kosmicheskie_snimki/ (дата обращения: 10.07.2023).
114. Кочуров, Б. И. Геоэкодиагностика: основные положения, направления, способы / Б. И. Кочуров // Юг России: экология, развитие. – 2007. – № 7. – С. 18-23.
115. Кочуров, Б. И. Геоэкодиагностика территории на основе объектно-ориентированной ГИС / Б. И. Кочуров, Т. П. Варшанина, В. А. Лобковский, О. А. Плисенко, С. Ф. Пикин // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 2 (29). – С. 96-106.
116. Кочуров, Б. И. Геоэкологическое картографирование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовская. – Москва: Издательский центр Академия, 2009. – 192 с.
117. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории: учебное пособие / Б. И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
118. Кочуров, Б. И. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района / Б. И. Кочуров, Ю. Г. Иванов // География и природные ресурсы. – 1987. – № 4. – С. 49-54.
119. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие / Б. И. Кочуров. – Москва — Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
120. Краснаярова, Б. А. Проблемы международно-правового регулирования сотрудничества государств в трансграничном бассейне реки Иртыш / Б. А. Краснаярова, Т. В. Антюфеева, А. Б. Мырзагалиева, Т. Н. Самарханов // География и природопользование Сибири. – 2019. – № 26. – С. 118-129.
121. Краснаярова, Б. А. Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество / Б. А.

Красноярова, Ю. И. Винокуров, А. В. Пузанов // Тихоокеанская география. – 2022. – № 1. – С. 59-67.

122. Куренцова, Г. Э. Растительность Приморского края / Г. Э. Куренцова; отв. ред. Н. Г. Васильев. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1968. – 192 с.

123. Лабутина, И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для студентов вузов / И. А. Лабутина. – Москва: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

124. Лабюк, А. И. Потенциал и проблемы приграничного сотрудничества КНР и России в оценках китайских экспертов (2016—2020 гг.) / А. И. Лабюк // Россия и АТР. – 2021. – № 2. – С. 102-120.

125. Лагутина, М. Л. Поворот на Восток в контексте внешней политики России: история и современность / М. Л. Лагутина, М. В. Лапенко // Восточный вектор: история, общество, государство. – 2023. – Вып. 1. – С. 23-37.

126. Лебедев, Д. Что опять не поделили Индия и Пакистан. Почему они снова воюют // Фонтанка.ру. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.fontanka.ru/2025/05/07/75429086/> (дата обращения: 25.05.2025).

127. Леонкин, А. Д. Взаимоотношения России и Китая в сфере гидропользования совместных водных артерий / А. Д. Леонкин // Известия Иркутского государственного университета. Серия История. – 2023. – Т. 44. – С. 61-68.

128. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И. К. Лурье. – Москва: КДУ, 2008. – 422 с.

129. Лызова, А. В. Влияние трансграничного загрязнения р. Амур на водные биологические ресурсы / А. В. Лызова // Известия ТИНРО. – 2007. – Т. 148. – С. 262-274.

130. Малышева, Н. В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений / Н. В. Малышева. – Москва: Изд-во МГУЛ, 2012. – 154 с.

131. 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.
132. Маслова, М. Н. Структура использования земель бассейна реки Туманная / М. Н. Маслова // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 8. – С. 52.
133. Маргалев, Р. Облик биосферы / Р. Маргалев. – Москва: Наука, 1992. – 215 с.
134. Межова, Л. А. Экологические конфликты природопользования в международных речных бассейнах / Л. А. Межова, З. М. Сагова // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия гуманитарных и экономических наук. – 2019. – № 1/4–1 (68). – С. 267-275.
135. Меморандум О взаимопонимании по руководящим принципам охраны окружающей среды в районе экономического развития бассейна реки Туманной в Северо-Восточной Азии. Нью-Йорк (06.12.1995). [Электронный ресурс]. – URL: https://lawrussia.ru/texts/legal_193/doc193a160x801.htm (дата обращения: 25.05.2025).
136. Мильков, Ф. Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования / Ф. Н. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11-18.
137. Мильков, Ф. Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность / Ф. Н. Мильков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. Ун-та, 1986. – 328 с.
138. Мирзеханова, З. Г. Ландшафтное разнообразие в системе показателей устойчивого развития: теоретические основы формирования базы данных / З. Г. Мирзеханова, Е. М. Климина // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 4. – С. 55-63.
139. Михеев, В. С. Ландшафтный синтез географических знаний / В. С. Михеев. – Новосибирск: Наука, 2001. – 216 с.

140. Мишина, Н. В. Географический анализ трансграничных геосистем: (на примере Бикино-Вандашаньской физико-географической провинции): специальность 25.00.36. «Геоэкология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Н. В. Мишина. – Владивосток: [б. и.], 2005. – 209 с.

141. Мишина, Н. В. Трансграничные геосистемы юга дальнего востока России и сопредельных территорий Китая и КНДР / Н. В. Мишина, Т. К. Музыченко // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры: сборник научных статей. – Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – 2024. – С. 441-446.

142. Мишина, Н. В. Трансграничные территории юга Дальнего Востока России и их районирование / Н. В. Мишина, С. С. Ганзей // Географические геоэкологические исследования на Дальнем Востоке: сборник статей молодых ученых. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 111-112.

143. Моделирование исторических данные о климате и погоде для Тюменский // meteoblue. [Электронный ресурс]. — URL: https://www.meteoblue.com/ru/погода/historyclimate/climatemodelled/Тюменский_Китай_2034340 (дата обращения: 10.12.2020).

144. Музыченко, Т. К. 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.

145. Музыченко, Т. К. Трансграничный анализ структуры земель бассейна реки Раздольная / Т. К. Музыченко, М. Н. Маслова // Тихоокеанская география. – 2021. - № 1 (5). – С. 70-77.

146. Науменко, А. С. Стратегическое оборонное партнерство России, Китая и Северной Кореи / А. С. Науменко, С. Д. Салтанов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: ПОЛИТОЛОГИЯ. – 2024. – № 26(1). – С. 107-120.

147. Непоклонов, В. Б. Применение геоинформационных технологий при исследовании изменений структуры землепользования территорий по материалам многозональной космической съемки / В. Б. Непоклонов, Д. А. Хабаров, И. А. Хабарова // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 151-159.

148. Николаев, В. А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия / В. А. Николаев. – Москва: Географический факультет МГУ, 2006. – 208 с.

149. Новый поезд начнёт курсировать между приморским Хасаном и северокорейским Туманганом на следующей неделе // VL.RU. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newsVL.ru/society/2024/12/10/228405/> (дата обращения: 20.06.2025).

150. Осодоев, П. В. Эколого-географические проблемы природопользования трансграничных бассейнов рек азиатской части России: р. Селенга (Россия – Монголия), р. Аргунь (Россия – Китай) / П. В. Осодоев, А. С. Михеева, Г. Ц. Цыбекмитова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 680.

151. Отдых в КНДР: курорты Северной Кореи // Korea-foto. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.korea-foto.ru/resorts.htm> (дата обращения: 13.02.2025).

152. Паспорт инвестиционного проекта «Туманганский путь» (Устав) // Приморская общественная организация «Туманганский путь». [Электронный ресурс]. – URL: <https://test.tumanganrf.ru/pasport-investitsionnogo-proekta-tu/> (дата обращения: 20.05.2025).

153. Пейзажный район Фанчуань (Хуньчунь) // China.org.cn. [Электронный ресурс]. – URL: http://jilin.china.org.cn/russian/2018-06/04/content_40368982.htm (дата обращения: 13.02.2025).

154. Первый автомобильный мост между Россией и КНДР построят за два года // Риа Новости [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/20250620/most-2024075435.html> (дата обращения: 20.06.2025).

155. Ператинская, Д. А. Трехсторонне сотрудничество «Китай-Монголия-Россия»: развитие транспортного коридора / Д. А. Ператинская, А. С. Харланов, А. А. Бобошко // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 2. – С. 34-37.

156. Площадь Тумэньцзян // China.org.cn. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://jilin.china.org.cn/russian/2018-11/06/content_40563736.htm (дата обращения: 13.02.2025).

157. Плюснин, В. М. Ландшафтный анализ горных территорий / В.М. Плюснин. – Иркутск: Изд-во Ин-та геогр. СО РАН, 2003. – 257 с.

158. Позаченюк, Е. А. Обеспечение экологической безопасности и рационального природопользования в трансграничных регионах / Е. А. Позаченюк, А. В. Мурава-Середа, В. Н. Максимова, Л. И. Шестакова, С. П. Вишнякова, И. В. Калинчук // Региональные геосистемы. – 2023. – Т. 47, № 4. – С. 630-642.

159. Позаченюк, Е. А. Оценка ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра. / Е. А. Позаченюк, А. А. Агиенко // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – Т. 3 (69), № 2. – С. 102-116.

160. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июля 1995 г. № 732 Об участии Российской Федерации в реализации проекта Программы развития ООН «Программа развития бассейна реки Туманной» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-17.07.1995-N-732/> (дата обращения: 20.05.2025).

161. Постановление администрации Приморского края от 28 декабря 2012 г. N 448-па Об установлении границ округа горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительной местности регионального значения "Ясное" [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/494216377> (дата обращения: 08.04.2025).

162. Приграничное сотрудничество вдоль государственной границы России. Часть 1: Регионы Дальнего Востока, Сибири, Урала и Поволжья: монография / под ред. А. П. Клемешева, Я. А. Ворожейиной, И. С. Гуменюка, Г. М. Федорова. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2021. – 213 с.

163. Приграничное сотрудничество российского Дальнего Востока с Китайской Народной Республикой: маркетинговый анализ и проблемы развития: монография / под общ. ред. А. П. Латкина; А.П. Латкин, П.Я. Бакланов, В.И.

Суржилов [и др.]; Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2017. – 138 с.

164. Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран (проблемы и предпосылки устойчивого развития) / отв. ред. П. Я. Бакланов, А. К. Тулохонов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ие, Байкальский инт-т природопользования [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 610 с.

165. Приморский край. Муниципальные образования: комплексный сборник / пред. ред. кол. Н. Г. Баукова; Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Приморскому краю. – Владивосток: Приморскстат, 2021. – 245 с.

166. Приморский край. Основные показатели деятельности городских округов и муниципальных районов. 2013: Статистический ежегодник. – Владивосток: Приморскстат, 2013. – 266 с.

167. Притула, Т. Ю. Физическая география материков и океанов: учебное пособие для вузов / Т. Ю. Притула, В. А. Еремина, А. Н. Спрялин. – Москва: Владос, 2004. – С. 395-399.

168. Провинция Хамгён-Пукто // The Association of North East Asia Regional Governments. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.neargov.org/ru/m_2018/page.jsp?mnu_uid=2930 (дата обращения: 13.02.2025).

169. Пузаченко, Ю. Г. Разнообразие ландшафта и методы его измерения / Ю. Г. Пузаченко, К. Н. Дьяконов, Г. М. Алещенко // География и мониторинг биоразнообразия. – Москва: Изд-во НУМЦ, 2002. – С. 76-178.

170. Пузаченко, Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: Учебное пособие для студ. вузов / Ю. Г. Пузаченко. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.

171. Пшеничников, Б. Ф. Почвы Дальнего Востока: Учебное пособие / Б. Ф. Пшеничников. – Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 1986. – 60 с.

172. Распоряжение Правительства РФ от 09.02.2001 N 196-р «Об утверждении Концепции приграничного сотрудничества Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901780926> (дата обращения: 26.08.2025).

173. Распоряжение Правительства РФ от 28.10.2015 N 2193-р «Об утверждении Концепции развития приграничных территорий субъектов РФ, входящих в состав Дальневосточного федерального округа» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420313859> (дата обращения: 12.03.2025).

174. Раткович, Л. Д. Аспекты распределения водных ресурсов трансграничных рек / Л. Д. Раткович, М. Манхаль, Н. В. Сафонова, Д. В. Агеев // Природообустройство. – 2021. – № 2. – С. 92-101.

175. Региональное природопользование: методы изучения, оценки, управления: учебное пособие / П. Я. Бакланов, П. Ф. Бровко, Т. Ф. Воробьева и др.; под ред. П. Я. Бакланова, В. П. Каракина. – М: Логос, 2002. – 159 с.

176. Реймерс, Н. Ф. Природопользование. Словарь-Справочник / Н. Ф. Реймерс. – Москва: Мысль, 1990. – 640 с.

177. Река Туманная // Справочник водных ресурсов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://waterresources.ru/reki/tumannaya/> (дата обращения: 20.10.2022).

178. Ретеюм, А. Ю. Физико-географическое районирование и выделение геосистем / А. Ю. Ретеюм // Вопросы Географии. – 1975. – № 98. – С. 5-27.

179. Ресурсы поверхностных вод СССР, Т. 18. Дальний Восток: вып. 3: Приморье / под ред. М. Г. Васьковского. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 627 с.

180. Розенберг, Г. С. Информационный индекс и разнообразие: Больцман, Котельников, Шеннон, Уивер / Г. С. Розенберг // Самарская Лука: Проблемы региональной и глобальной экологии. – 2010. – Т. 19, № 2. – С. 4-25.

181. Рысбеков, Ю. Х. Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов / Ю. Х. Рысбеков / под ред. В.А. Духовного. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2009. – 203 с.

182. Севастьянов, С. В. Китайские подходы к развитию трансграничного сотрудничества в северо-восточной Азии (на примере Яньбянь-Корейского автономного округа) / С. В. Севастьянов, А. Б. Волынчук // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 2. – С. 4.

183. Семенов, Ю. М. Геосистемы и комплексная физическая география / Ю. М. Семенов, Е. Г. Суворов // География и природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 11–19.

184. Семенов, Ю. М. К 50-летию выхода в свет первой статьи В. Б. Сочавы о геосистеме / Ю. М. Семенов, В. А. Снытко // География и природные ресурсы. – 2013. – № 3. – С. 5-8.

185. Сенотрусова С. В. История и современное состояние китайско-русской торговли лесом и лесопродукцией // С. В. Сенотрусова, Б. С. Цзя // Вестник Московского ун-та. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2022. – № 3. – С. 80-100.

186. Сивохиц, Ж. Т. Анализ нормативно-правовых основ и механизмов институционального сотрудничества в трансграничных речных бассейнах / Ж. Т. Сивохиц // Вестник ВГУ. – 2018. – № 1. – С. 59-66.

187. Сивохиц, Ж. Т. Трансграничные речные бассейны Азиатской России: эколого-географические особенности институционального сотрудничества / Ж. Т. Сивохиц, Ю. И. Винокуров, Б. А. Краснаярова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15, № 3(3). – С. 954-957.

188. Сивохиц, Ж. Т. Трансграничные речные бассейны: базовые принципы решения проблем межгосударственного взаимодействия / Ж. Т. Сивохиц, А. А. Чибилёв // География и природные ресурсы. – 2022. – № 3. – С. 28-39.

189. Силина, А. В. Донное поселение приморского гребешка в бухте Миноносок залива Посьета в условиях марикультуры / А. В. Силина // Биота и среда. – 2018. – № 4. – С. 92-108.

190. Смакова, Ж. Ж. Трансграничное водное сотрудничество стран Европы / Ж. Ж. Смакова // Вестник современной науки. – 2015. – № 5. – С. 216-224.

191. Советский энциклопедический словарь / главный редактор А. М. Прохоров. - 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Советская энциклопедия, 1989. – 1633 с.

192. Совместное коммюнике по итогам 30-й регулярной встречи глав правительств России и Китая // Правительство России. [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/news/56833/> (дата обращения: 20.10.2025).

193. Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек (от 10.09.2002). [Электронный ресурс]. – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P020000989_ (дата обращения: 28.05.2025).

194. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о рациональном использовании и охране трансграничных вод от 29.01.2008. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/international_contracts/international_contracts/2_contract/45621/ (дата обращения: 30.05.2025).

195. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в области охраны, регулирования и воспроизводства живых водных ресурсов в пограничных водах рек Амур и Уссури (от 27.05.1994). [Электронный ресурс]. – URL: https://businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_46593.html (дата обращения: 10.09.2025).

196. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о создании трансграничного резервата "Земля больших кошек" (от 16.05.2024). [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405200005?index=2> (дата обращения: 08.04.2025).

197. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов (07.09.2010). [Электронный ресурс]. – URL:

https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/international_contracts/international_contracts/2_contract/45111/ (дата обращения: 30.05.2025).

198. Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств - участников СНГ. Москва (от 11.09.1998). [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/12125616/> (дата обращения: 30.05.2025).

199. Соколов, А. С. Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения / А. С. Соколов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, вып. 1. – С. 208-213.

200. Соколовский, А. С. Ихтиофауна нижнего течения реки Туманная и ее придаточных водоемов. / А. С. Соколовский, И. В. Епур. – Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия РАН. - 2008. – № 4.– С. 364-370.

201. Соляник, В. А. Полуостров Краббе: уникальный геологический объект культурно-познавательного туризма / В. А. Соляник, В. К. Попов // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 6. – С. 127-129.

202. Сомова, Е. Г. Оценка потенциальной устойчивости ландшафтов национального парка «Земля леопарда» и заповедника «Кедровая падь» в рекреационным нагрузкам / Е. Г. Сомова, А. М. Сазыкин // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7, № 1 (22). – С.116-123.

203. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.

204. Старожилов, В. Т. Ландшафтная география Приморского края Тихоокеанской России: курс лекций. В 3 ч. Ч. 2. Районирование / В. Т. Старожилов. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – 300 с.

205. Степанов, Н. С. Перспективы развития Расширенной Туманганской Инициативы (РТИ) в новой геополитической реальности / Н. С. Степанов // Финансы и управление. – 2022. – № 4. – С. 34-41.

206. Стунжас, П. А. Первый случай аноксии в водах Дальневосточного морского заповедника / П. А. Стунжас, П. Я. Тищенко, В. В. Ивин, Ю. А.

Барабанщиков, Т. И. Волкова, Д. И. Вышкварцев, В. И. Звалинский, Т. А. Михайлик, П. Ю. Семкин, П. П. Тищенко, Н. Д. Ходоренко, М. Г. Швецова, Ф. М. Головченко // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 467, № 2. – С. 218-221.

207. Тищенко, П. П. Гипоксия залива Петра Великого / П. П. Тищенко, В. И. Звалинский, Т. А. Михайлик, П. Я. Тищенко // Известия ТИНРО. – 2021. – Т. 201, № 3. – С. 600-639.

208. Тищенко, П. Я. Гидрохимия эстуария реки Туманной (Японское море) / П. Я. Тищенко, П. Ю. Семкин, Г. Ю. Павлова, П. П. Тищенко, В. Б. Лобанов, А. А. Марьяш, Т. А. Михайлик, С. Г. Сагалаев, А. Ф. Сергеев, Е. Ю. Тибенко, Н. Д. Ходоренко, Р. В. Чичкин, М. Г. Швецова, Е. М. Шкирникова // Океанология. – 2018. – Т. 58, № 2. – С. 192-204.

209. Ткаченко, И. Ю. Россия и перспективы интеграции в Северо-Восточной Азии / И. Ю. Ткаченко // Россия: тенденции и перспективы развития: сборник материалов конференции (Москва, 01–30 декабря 2016). Ежегодник. – Т. 12, ч. 1. – 2017. – С. 60-73.

210. Трансграничный диагностический анализ: RAS/98/G31 – Программа развития ООН / Фонд GlobalEnvironmentFacility – Стратегическая программа действия для р. Туманной / редакторы: Бакланов П. Я., Ганзей С. С., Качур А. Н. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 253 с.

211. Трансграничный регион. Понятие, сущность, форма: монография / Бакланов П. Я., Зыков А. А., Шинковский М. Ю. [др.]; Владивост. гос. ун-т экономики и сервиса и др. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 275 с.

212. Урусов, В. М. Введение в экологический кадастр Восточно-Маньчжурских гор (Приморье) / В. М. Урусов, Л. И. Варченко, И. С. Майоров; отв. ред. О. А. Смирнова. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2014а. – 211 с.

213. Урусов, В. М. Эколого-туристические проекты для юго-запада Приморья / В. М. Урусов, Л. И. Варченко // Вестник КрасГАУ. – 2014б. – № 6. – С. 164-170.

214. ФГБУ «Земля леопарда» // Земля леопарда [Электронный ресурс]. – URL: <https://leopard-land.ru/about> (дата обращения: 15.09.2025).

215. Федеральный закон № 212-ФЗ от 13.07.2015 «О свободном порте Владивосток»: принят Государственной Думой 3 июля 2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39906> (дата обращения: 12.03.2025).

216. Федеральный закон №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды»: принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zakonrf.info/zakon-ob-ohrane-okr-sredy/> (дата обращения: 12.09.2025).

217. Федеральный закон от 26.07.2017 г. № 179-ФЗ Об основах приграничного сотрудничества. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42132> (дата обращения: 08.04.2025).

218. Физическая география материков и океанов. В 2 т. Т 1. Физическая география материков. Кн. 1. Дифференциация и развитие ландшафтов суши земли. Европа. Азия.: учебник / Э. П. Романова, Н. Н. Алексеева, М. А. Аршинова. – Москва: Издательский центр Академия, 2014. – С. 438-441.

219. Физическая география материков и океанов: учебное пособие для вузов / Т. В. Власова, М. А. Аршинова, Т. А. Ковалева. – Москва: Академия. – 2008. – С. 267-274.

220. Филандышева, Л. Б. Статистические методы в географии: учебно-методическое пособие / Л. Б. Филандышева, Е. С. Сапьян. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. – 216 с.

221. Фисенко, А. И. Задачи и направления развития международных транспортных коридоров Приморья в условиях формирования свободного порта Владивосток / А. И. Фисенко // Вестник Морского государственного университета. – 2016. – № 76. – С. 42-50.

222. Фролова, Н. Л. Трансграничные речные бассейны: единство природной системы и политическая фрагментация / Н. Л. Фролова, М. А. Самохин // Российское пограничье: вызовы соседства. – Москва: ИП Матушкина И.И., 2018. – С. 322-357.

223. Хельсинские правила использования вод международных рек от 20.08.1966 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1900698> (дата обращения: 12.05.2025).

224. Холоша, М. В. Развитие транспортной инфраструктуры на Дальнем Востоке России и новые идеи и проекты для Приморья / М. В. Холоша // Проектирование развития региональной сети железных дорог. – 2016. – № 4. – С. 62-72.

225. Цыганков, П. А. Теория международных отношений: учебное пособие / П. А. Цыганков. – Москва: Гардарики, 2003. – 590 с.

226. Чернова, Е. Н. Биомониторинг тяжелых металлов на южном участке Дальневосточного морского заповедника / Е. Н. Чернова, Е. В. Лысенко // Вестник ДВО РАН. – 2020. – № 2. – С. 73-79.

227. Чибилёв, А. А. Бассейн Урала: история, география, экология / А. А. Чибилёв. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.

228. Что такое ArcMap // Esri. [Электронный ресурс] – URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm> (дата обращения: 08.04.2025).

229. Чубаров, И. Г. Проблемы преодоления периферийности российско-китайского трансграничья / И. Г. Чубаров, Е. В. Михайлова // Россия и АТР. – 2017. – № 4. – С. 88-105.

230. Шейнгауз, А. С. Многоцелевое лесопользование: опыт разработки системы понятий / А. С. Шейнгауз // География и природные ресурсы. – 1984. – № 2. – С. 11-19.

231. Шулькин, В. М. Влияние природных факторов и артефактов пробоподготовки на оценку качества речных вод по химическому составу на примере рек юга Дальнего Востока РФ / В. М. Шулькин // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры: сборник научных статей. – Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. – С. 115-120.

232. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. – Москва: Издательство иностранная литература, 1959. – 430 с.
233. Юг Дальнего Востока: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока / Г. И. Худяков, Е. П. Денисов, А. М. Короткий, А. П. Кулаков, Р. И. Никонова, Е. И. Чернобровкина. – Москва: Наука, 1972. – 423 с.
234. Agricultural production situation in DPR Korea: 2020 / Bir C. Mandal, Indrajit Roy. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fao.org/uploads/media/Crop_Production_in_2020_in_DPRK_narrative_report_revised_020421_01.pdf (дата обращения: 27.09.2025).
235. Bai, F. Forest vegetation responses to climate and environmental change: A case study from Changbai Mountain, NE China / F. Bai, W. Sanga, J. C. Axmacherc // Forest Ecology and Management. – 2011. – Vol. 262, Iss. 11. – P. 2052-2060.
236. Chen, L. Mapping spatial variations of structure and function parameters for forest condition assessment of the Changbai mountain national nature reserve / L. Chen, C. Ren. B. Zhang, Z. Wang, Y. Wang // Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11 (24). – doi:10.3390/rs11243004.
237. Chen, Q. Chinese and Russian transport corridors and the belt and road initiative: prospects of Sino-Russian cooperation / Q. Chen // R-ECONOMY. – 2020. – Vol. 6(2). – P. 100-110.
238. Davies, I. Regional Co-operation in Northeast Asia, Tumen River Area Development Programme 1990-2000: In Search of a Model for Regional Economic Cooperation in NEA. North Pacific Policy Papers. 2000. № 4. – Vancouver : Program on Canada-Asia Policy Studies Institute of Asian Research, University of British Columbia, 2000. – 107 p.
239. Djokic, D. DEM Preprocessing for Efficient Watershed Delineation / D. Djokic, Z. Ye // Proceedings of the 19th Esri Users Conference (San Diego, CA, 1999). [Электронный ресурс]. – URL: <https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap676/p676.htm> (дата обращения: 08.04.2025).
240. Dormels, R. North Korea's cities. Profiles of the cities of DPR Korea / R. Dormels. – Seoul: Jimoondang Publishing Company, 2014. – 544 p.

241. DPR Korea. 2008 Population Census. National Report, 2009 // United Nations Statistics Division. [Электронный ресурс]. – URL: https://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/wphc/North_Korea/Final%20national%20census%20report.pdf (дата обращения: 08.04.2025).
242. EarthExplorer // USGS science for a changing world. [Электронный ресурс]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 08.04.2025).
243. FAO and WFP. FAO/WFP Joint Rapid Food Security Assessment - Democratic People's Republic of Korea. – Bangkok, 2019. – 44 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://reliefweb.int/report/democratic-peoples-republic-korea/democratic-people-s-republic-korea-dprk-faowfp-joint-rapid> (дата обращения: 27.09.2025).
244. Giridhar, M.V.S. DEM Processing for Watershed Delineation using QSWAT / M.V.S. Giridhar, R. Anirudh, G. S. Rao, P. Sowmya // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2015. – Vol. 6, Iss. 8. – P. 1670-1674.
245. Han, Ye. A geochemical reconnaissance of the Duman (Tumen) River and the hot springs of Mt. Baekdu (Changbai): Weathering of volcanic rocks in mid-latitude setting / Ye. Han, Yo. Huh // Chem. Geology. – 2009. – Vol. 264, Iss. 1/4. – P. 162-172.
246. Horton, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology / R. E. Horton // Geological society of America bulletin. – 1945. – Vol. 56 (3). – P. 275-370.
247. Ji, M. Potential for Economic Transition and Key Directions of Cross-Border Cooperation between Primorsky Krai (Russia) and Jilin (China) / M. Ji, F. Li, S. Xu, Y. Zhuang, T. Bair, A. Bilgaev, K. Guo // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – doi:10.3390/su15054163.
248. Jilin statistical yearbook, 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <http://tjj.jl.gov.cn/tjsj/tjnj/2021//ml/indexe.htm> (дата обращения: 18.11.24).
249. Jilin statistical yearbook, 2010 [Электронный ресурс]. – URL: <http://tjj.jl.gov.cn/tjsj/tjnj/2011//ml/indexe.htm> (дата обращения: 18.11.24).
250. Li, H. Transboundary Cooperation in the Tumen River Basin Is the Key to Amur Leopard (*Panthera pardus*) Population Recovery in the Korean Peninsula / H. Li,

P. Pandey, Y. Li, T. Wang, R. Singh, Y. Peng, H. Lee, W.-S. Lee, W. Zhu, C.-Y. Choi // *Animals*. – 2024. – Vol. 14, Iss. 59. – doi:10.3390/ani14010059.

251. Lim, C.-H. Impact of Deforestation on Agro-Environmental Variables in Cropland, North Korea / C.-H. Lim, Y. Choi, M. Kim, S. W. Jeon, W.-K. Lee // *Sustainability*. – 2017. – Vol. 9 (8). – doi:10.3390/su9081354.

252. Munia, Y. Water stress in global transboundary river basins: significance of upstream water use on downstream stress / H. Munia, J. H. A. Guillaume, N. Mirumachi, M. Porkka, Y. Wada, M. Kummu // *Environment. Research*. – 2016. – Vol. 201, Iss. 11. – doi:10.1088/1748-9326/11/1/014002.

253. Nan, Y. Spatial Patterns of LULC and Driving Forces in the Transnational Area of Tumen River: A Comparative Analysis of the Sub-regions of China, the DPRK, and Russia / Y. Nan, B. Wang, D. Zhang, Z. Liu, D. Qi, H. Zhou // *Chinese Geographical Science*. – 2020. – Vol. 30, Iss. 4. – P. 588–599.

254. North Hamgyeong Province // *Encyclopedia of Korean Culture*. [Электронный ресурс]. – URL: <http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Item/E0062114> (дата обращения: 20.10.2022).

255. OpenStreetMap // OpenStreetMap. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=7/43.041/129.847> (дата обращения: 23.04.2025).

256. Rason Directly-Administered City // *Encyclopedia of Korean Culture*. [Электронный ресурс]. – URL: <http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Item/E0011522> (дата обращения: 20.10.2022).

257. Shannon, C. E. The mathematical theory of communication / C. E. Shannon // *The Bell System Technical Journal*. – 1948. – Vol. 27. – P. 379-423, 623-656.

258. SAS.Планета // SASGIS. Веб-картография и навигация. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 08.04.2025).

259. Lee, S. Benefit sharing in the Mekong River basin / S. Lee // *Water International*. – 2015. – Vol. 40, Iss. 1. – P. 139-152.

260. Tang, L. Landscape-level Forest Ecosystem Conservation on Changbai Mountain, China and North Korea (DPRK) / L. Tang, A. Li, G. Shao // *Mountain Research and Development*. – 2011. – Vol. 31, Iss. 2. – P. 169-175.

261. Transboundary Cooperation among Protected Wetlands in the Lower Tumen River Area // NEASPEC.ORG [Электронный ресурс]. – URL: https://www.neaspec.org/sites/default/files/Transboundary%20Cooperation%20among%20Protected%20Wetlands%20in%20the%20Lower%20Tumen%20River%20Area_final.pdf (дата обращения: 27.09.2025).

262. Zabrovskaya, L. V. The Tumangan project as a tool for cross-border interaction in Northeast Asia / L.V. Zabrovskaya // *Asia-Pacific journal of marine science & education*. – 2022. – Vol. 12, Iss. 2. – P. 59-70.

263. Zhang, P. Spatio-temporal Changes in Water Conservation Ecosystem Service During 1990–2019 in the Tumen River Basin, Northeast China / P. Zhang, X. Liu, W. Zhu, Ch. Li, R. Jin, H. Yan, Ch. Gu, J. Wang // *Chin. Geogra. Sci.* – 2023. – Vol. 33, Iss. 1. – P. 102-115.

264. Wang, Q. Changbai Mountain Natural Resources Reserve based on ecological footprint theory ecological structure optimization / Q. Wang, S. Zhang, B. Tang // *E3S Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 167. – doi:10.1051/e3sconf/202016706002.

265. Wang, Y. Habitat Quality Assessment under the Change of Vegetation Coverage in the Tumen River Cross-Border Basin / Y. Wang, D. Quan, W. Zhu, Z. Lin, R. Jin // *Sustainability*. – 2023. – Vol. 15 (12). – doi: 10.3390/su15129269.

266. Wolf, A. T. Conflict and cooperation within international river basins: the importance of institutional capacity / A. T. Wolf, K. Stahl, M. F. Macomber // *Water Resources Update*. – 2003. – Vol. 125. – P. 31-40.

267. Yanbian Korean Autonomous Prefecture // Baidu. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clk.li/Yvkh> (дата обращения: 13.05.2022).