

На правах рукописи



Ряполова Наталья Леонидовна

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО СЕВЕРА**

25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Барнаул – 2017

Работа выполнена на кафедре гидравлики, водоснабжения, водных ресурсов и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (СГУПС)

Научный руководитель:

Попова Наталья Борисовна, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экономики транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Сибирский государственный университет путей сообщения (ФГБОУ ВО СГУПС), г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

Семёнов Юрий Михайлович, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории физической географии и биогеографии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт географии имени В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (ИГ СО РАН), г. Иркутск;

Барышникова Ольга Николаевна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры физической географии и геоинформационных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет» (ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»), г. Барнаул.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет».

Защита состоится «22» марта 2018 года в 13:00 на заседании диссертационного совета Д 003.008.01 при ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук по адресу: 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН и на сайте www.iwep.ru.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, подписанные и заверенные печатью организации, просим направлять Учёному секретарю диссертационного совета по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1. Диссертационный совет. Тел./факс: +7(3852)240396, e-mail: iwep@iwep.ru

Автореферат разослан «15» февраля 2018 года

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат географических наук, доцент



И.Д.Рыбкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Научные работы, посвященные изучению регионов, относятся к числу актуальных направлений географических и геоэкологических исследований природной среды. С учётом перспектив хозяйственного развития северных территорий страны, геосистемы Западно-Сибирского Севера, одновременно сложные и уникальные, представляют научно-практический интерес.

Национальная стратегия устойчивого развития предусматривает сохранение биопродуктивной природной среды в природно-техногенных системах, формируемых в районах нового освоения. Чтобы последствия влияния хозяйственной деятельности не привели к необратимым изменениям жизнеобеспечивающих ресурсов региональных геосистем – приземного слоя воздуха, поверхностных вод суши, фитоценозов, необходима оценка современного состояния природоформирующих элементов региональных геосистем, то есть на уровне ландшафтных провинций.

Исследование региона с позиций единства физико-географических процессов, определяемых ресурсами тепла и влаги и их соотношения, показало пространственно-временную изменчивость условий увлажнения и теплообеспеченности территорий Западно-Сибирского Севера.

Эколого-географические условия формирования и функционирования геосистем региона дают представление о генетических особенностях природных комплексов, их состоянии и экологическом потенциале. Применение частных методик количественной оценки экологической емкости и экологической техноемкости компонентов геосистемы объективно требует дифференциации методических подходов в рамках ландшафтных провинций.

Согласно принципам сбалансированного природопользования, хозяйственная деятельность на определенной территории и техногенная нагрузка на окружающую среду не должны превышать восстановительного потенциала в пределах геосистем, то есть экологической техноемкости территории.

С учетом этого актуальность диссертационного исследования определяется необходимостью оценки состояния компонентов окружающей природной среды на уровне ландшафтных провинций и изучения эколого-географических условий их формирования и функционирования.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при разработке мероприятий по рациональному использованию природно-ресурсного потенциала региона, геоэкологическому обоснованию регионального природопользования.

Степень разработанности темы исследования.

В научных работах 50-80-х годов XX века, посвящённых Западной Сибири - Николаев, 1963; Сочава, 1964; Орлова, 1968; Петров, 1971; Трофимов, 1973; Богданов, 1977; Иванов, 1975; Гаджиев, 1976; Земцов, 1976; Гелета, 1978 и др., - публикуемые результаты исследований имели во многом экспериментальную основу, базировались на данных экспедиционных исследований и фиксировали зависимости между компонентами природного комплекса, полученные опытным путём.

Позднее результаты наблюдений стали многочисленными, появились возможности их анализировать, статистически обобщать и экспериментально

обосновывать причинно-следственные связи, возникающие между всеми элементами геосистемы. Научные работы Мезенцева и Карнацевича, 1969; Белоненко и др., 1966; Никитина и Земцова, 1986; Антипова, 1987; Бачурина, 1987; Винокурова, 1988; Михайлова, 1989; Корытного, 1991 и др. стали научно-практической основой для систематизации и структурирования взаимодействия природных и социальных явлений и поиска путей оптимального или рационального природопользования в регионе.

Ландшафтные исследования в связи с хозяйственным освоением Западно-Сибирского Севера активно велись в 60-70-е годы XX века. Наблюдения, эксперименты, описания, результаты измерений нашли отражение во многих научных работах того периода, и получили исследовательское и научно-практическое продолжение в трудах по географическому моделированию с последующим критическим ситуационным анализом реальной хозяйственной деятельности, подготовленных учёными Институтами географии, водных и экологических проблем СО РАН, других научно-исследовательских учреждений и организаций. Работы Линевиц, 1981; Михеева, 1987; Кузьменко и Михеева, 2008; Винокурова, 1989; Винокурова и др., 2003; Солнцевой, 1998; Скалона, 1990; Мальгина и Пузанова, 1993; Бабушкина и др., 2007; Булатова и др., 2008; Карнацевича и др., 2007; Козина, 2007; Седых, 2005, 2011; и других ученых показали комплексность в методических подходах и их теоретический синтез в методологическую программу изучения различных аспектов Западной Сибири как сложной гео- и экосистемы.

Необходимо отметить, что в конкретных топологических условиях эколого-географические условия формирования и функционирования геосистем разных рангов не отличаются однородностью. Поэтому геоэкологическая оценка современного состояния геосистем и прогноз их дальнейшего развития возможны при наличии количественных показателей природного потенциала территорий более мелкого масштаба. В этом случае сохраняются как условия формирования общих закономерностей, так и проявляются особенности взаимодействия природного и социального явлений на региональных уровнях.

Результативность такого методического подхода может быть доказана детализацией рассмотрения показателей, характеризующих природную основу региона. Эколого-географическая оценка в этом случае приобретает функции научного метода познания; в практическом отношении будет иметь целью обоснование объективной основы для нормирования природопользования в регионе.

Целью диссертационной работы является анализ эколого-географических условий формирования и функционирования геосистем Западно-Сибирского Севера.

В качестве **объекта исследования** принята территория Западно-Сибирского Севера, включающая 50 ландшафтных провинций (Ю.И. Винокуров, Ю.М. Цимбалей, Б.А. Красноярова, 2005).

Предметом исследования выступают закономерности формирования и функционирования природных компонентов как основы эколого-географических характеристик геосистем и их устойчивости.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- исследовать физико-географические условия формирования геосистем Западно-Сибирского Севера;
- выполнить научно-методическое обоснование оценки эколого-географических характеристик функционирования природных систем региона исследования – экологического потенциала и экологической техноёмкости;
- дать количественную оценку компонентов природной среды – увлажнения и теплообеспеченности, определяющих функционирование и развитие геосистем;
- определить эколого-географические параметры ландшафтных провинций и дать оценку их развитию.

Область исследования диссертационной работы соответствует пунктам:

- п.1.9 – «Оценка состояния, изменений и управления современными ландшафтами»;
- п.1.11 – в части «Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем»;
- п.1.16 – «Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов» паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

Исходной концепцией теоретического анализа закономерностей формирования, территориального распределения и временной изменчивости режимов увлажнения и теплообеспеченности территорий исследуемого региона принята определяющая роль ресурсов тепла и влаги и их соотношение в формировании природных процессов в ландшафтной сфере.

Такое понимание движущих сил физико-географических процессов создаёт предпосылки для количественной оценки и анализа влияния зональных и азональных природных факторов на формирование и функционирование ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера и их эколого-географических характеристик.

Методологическая основа диссертационного исследования **определила и набор научных методов.** Системный подход к объекту исследования способствовал изучению закономерностей, принципов распределения и оценки эколого-географических характеристик функционирования природных систем Западной Сибири и их устойчивости. Совокупность сравнительно-географических, вероятностно-статистических методов, приемов формализации, картографирования и районирования использовалась применительно к обработке и систематизации статистической информации.

Исходными данными для диссертационного исследования послужили общегеографические и тематические карты региона исследования, как опубликованные в соответствующих атласах, так и авторские картосхемы; многолетние данные о климате и ресурсах поверхностных вод, опубликованные в официальных источниках, собранные и обработанные автором; литературные источники по физико-географическому, ландшафтному, геоботаническому, почвенному, эколого-географическому районированию.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что в результате проведенных исследований впервые:

- разработаны и адаптированы частные методики количественной оценки природно-климатических факторов, формирующих эколого-географические

условия функционирования региональных геосистем – ландшафтных провинций;

- на единой методической основе выполнена количественная оценка экологических потенциалов и экологических техноемкостей компонентов природной среды региона исследования;

- исследованы закономерности пространственной и временной изменчивости параметров экологической техноемкости на уровне ландшафтных провинций исследуемой территории;

- составлена серия тематических картосхем, характеризующих пространственную дифференциацию эколого-географических условий формирования и функционирования ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера.

Теоретическое значение диссертационного исследования состоит в развитии методического подхода к оценке единой природной основы для формирования эколого-географических условий функционирования и развития региональных геосистем.

Практическое значение диссертационной работы предусматривает возможность использования оценочных эколого-географических характеристик ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера при создании информационно-аналитической базы для научных и методических разработок; для целей рационального природопользования и природообустройства, эколого-географической экспертизы на ландшафтном уровне и последующего принятия управленческих решений.

Методические приемы количественной оценки элементов экологического потенциала территории, апробированные автором в регионе исследования, могут быть полезными при разработке экологических нормативов природопользования и для нормирования антропогенной нагрузки на компоненты окружающей природной среды.

Результаты исследований приняты к внедрению на предприятиях Отдела водных ресурсов Нижне-Обского БВУ, ООО «ОмНИОГиМ», материалы диссертационной работы используются в учебном процессе и в научно-исследовательской работе факультета «Агрехимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования» ФГБОУ ВО Омский ГАУ, востребованы кафедрой «Гидравлики, водоснабжения, водных ресурсов и экологии» Сибирского государственного университета путей сообщения для подготовки учебных занятий экологической тематики.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием автором справочных, нормативных и методических материалов, опубликованных в официальных изданиях. В экспериментальных расчётах, выполненных автором, использованы фактические материалы Западно-Сибирского межрегионального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; средние, многолетние и ежегодные данные о климате и ресурсах поверхностных вод Западной Сибири, опубликованные в справочниках по климату и в изданиях государственного водного кадастра СССР и России.

Апробация результатов. Основные результаты диссертационного исследования представлялись на региональных и всероссийских научных и

научно-практических конференциях, в том числе с международным участием – «Актуальные вопросы современного водохозяйственного комплекса» (Омск, 2009), IX научно-технической конференции «Наука и молодежь XXI века» (Новосибирск, 2010), XIV Международной научно-практической конференции «Экономика природопользования и природоохраны» (Пенза, 2011), Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в инновационном развитии АПК» (Москва, 2012), Международной научно-практической конференции «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе» (Новосибирск, 2012), Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (Барнаул, 2012), II Международном научно-техническом форуме «Реализация государственной программы развития сельского хозяйства: инновации, проблемы, перспективы» (Омск, 2013), III Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (Барнаул, 2017), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы географии» (Астана, 2017). Результаты исследований обсуждались в период 2009-2017 гг., на заседаниях профильных кафедр ОмГАУ и СГУПС.

Научные публикации. По теме диссертационного исследования автором опубликовано 14 работ, в том числе 7 работ в специализированных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Основное содержание диссертации изложено на 156 страницах, включает 11 таблиц, 74 рисунка, иллюстрирующих содержание работы. Список литературы включает 186 наименований, в том числе 12 на иностранном языке.

Положения, выносимые на защиту:

1. Природно-климатические факторы и их параметры определяют особенности формирования региональных геосистем и находят отражение в количественных показателях эколого-географических условий функционирования и закономерностях их изменения.

2. Эколого-географические характеристики ландшафтных провинций определяются величинами экологического потенциала, его удельных значений и экологической техноёмкости территории.

3. Современная организация региональных геосистем есть следствие комплекса природных характеристик, закономерности изменения которых, обуславливают их функционирование и устойчивость; формируют представление о пространственно-временной динамике эколого-географических параметров и показателей ландшафтных провинций.

4. Географический анализ и картографическая интерпретация показателей экологической техноёмкости основных элементов природной среды служат практической основой эколого-географической оценки ландшафтных провинций и прогноза их дальнейшего развития.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** - «Геосистемы – исходные объекты эколого-географического анализа» рассмотрены основные особенности организации геосистем (ландшафтов) Западно-Сибирского Севера. Отмечено, что в физико-географических условиях, определяющих динамику природных процессов в исследуемом регионе, ведущая роль принадлежит геоморфологическим, климатическим, почвенно-растительным особенностям. Показано, что рельеф территории, радиационные характеристики, атмосферные осадки и почвенно-растительный покров стали природной основой выделения ландшафтных провинций или региональных геосистем, и формируют эколого-географическую основу их существования и функционирования.

Во **второй главе** - «Методика оценки эколого-географических характеристик функционирования и устойчивости природных систем Западно-Сибирского Севера» отражены основные эколого-географические характеристики – экологический потенциал и экологическая техноёмкость. В материалах главы приведены их параметрические основы, даны примеры расчётов удельных значений, выполнены и картографически отображены результаты расчётов увлажнения, элементов влагооборота, экологического потенциала и экологической техноёмкости в средний год.

В **третьей главе** – «Эколого-географическая оценка современной организации геосистем – ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера» показана практическая реализация методических обоснований по исследованию закономерностей преобразования потоков энергии и вещества в ландшафтной сфере. Подчеркивается, что условия увлажнения и теплообеспеченности формируют современную организацию и экологическую устойчивость геосистем – ландшафтных провинций региона исследования.

В **четвертой главе** – «Экологическая техноёмкость приземных слоев атмосферы, ресурсов поверхностных вод и фитоценозов ландшафтных провинций» - на основе выполненных расчётов представлено обоснование и приведены графические и картографические иллюстрации зонального распределения основных элементов экологической техноёмкости территории (ЭТТ) - приземных слоев атмосферы, поверхностных вод и фитоценозов ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Природно-климатические факторы и их параметры определяют особенности формирования региональных геосистем и находят отражение в количественных показателях эколого-географических условий функционирования и закономерностях их изменения.

Научно-исследовательские подходы к изучению геосистем всегда предполагали выявление и географическое описание основных компонентов природной среды, формирующих данные территориальные образования. Использование компонентов природной среды для распознавания и анализа эколого-географических условий функционирования геосистем на уровне ландшафтных провинций представляется весьма познавательным и продуктивным. Приняв за основу ландшафтные структуры Западной Сибири (Винокуров, Цимбалей, Красноярова, 2005, 2016), нами детально изучена северная часть региона, охватывающая 50 ландшафтных провинций (рис.1).

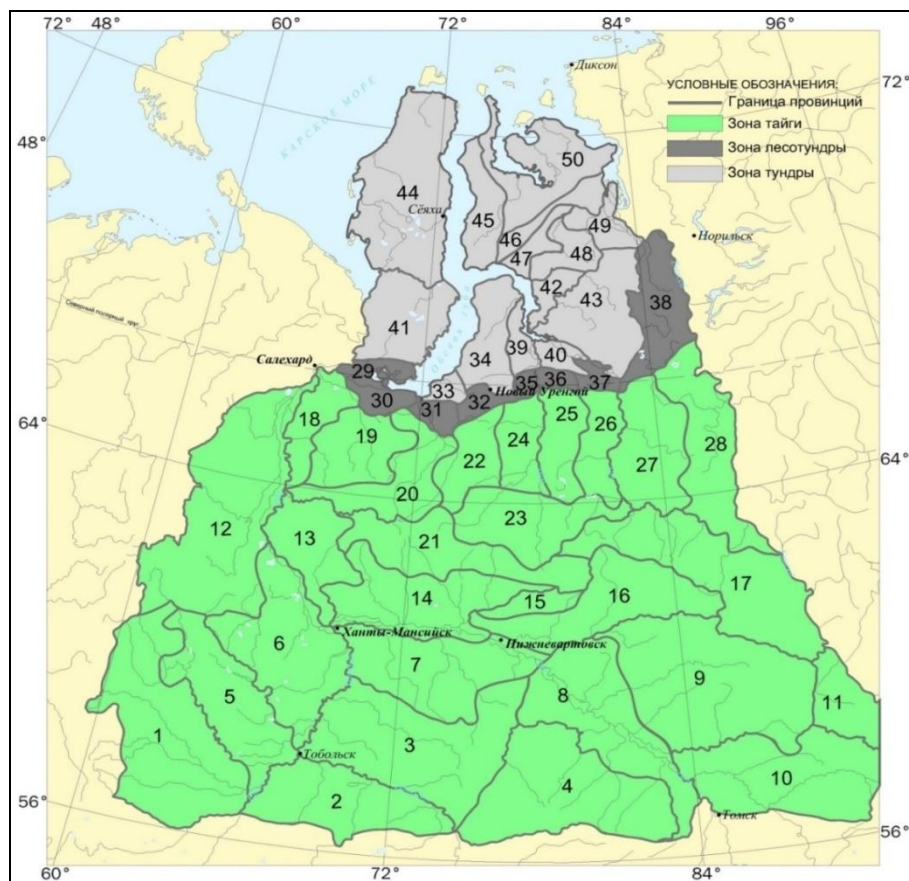


Рисунок 1 - Схема физико-географического районирования зональных областей Западно-Сибирской физико-географической страны.

Легенда к схеме физико-географического районирования: Западно-Сибирской физико-географической страны.

Зональная область Западно-Сибирской тайги:

Провинции: 1-Туринская, 2-Ашлыкская, 3-Тобольская, 4-Васюганская, 5-Среднеиртышская, 6-Кондинская, 7-Юганская, 8-Обь-Тымская, 9-Кетско-Тымская, 10-Чулымская, 11-Енисейская, 12-Северо-Сосьвинская, 13-Белогорская, 14-Сургутская, 15-Вахская, 16-Аганская, 17-Верхнетазовская, 18-Нижнеобская, 19-Полуйская, 20-Надымская, 21-Нулетовская, 22-Южноненецкая, 23-Пякупур-Толькинская, 24-Тарко-Салесская, 25-Часельская, 26-Усть-Худосейская, 27-Среднетазовская, 28-Туруханская.

Зональная область Западно-Сибирской лесотундры:

Провинции: 29-Усть-Обская, 30-Салехардская, 31-Усть-Надымская, 32-Верхненыдская, 35-Усть-Нгарская, 36-Верхненгарская, 37-Сидоровская, 38-Южнохетская.

Зональная область Западно-Сибирской тундры:

Провинции: 33-Усть-Ныдская, 34-Северо-Ненецкая, 39-Усть-Пурская, 40-Верхлукьяхская, 41-Щучинская, 42-Мессояхская, 43-Северохетская, 44-Североямальская, 45-Юрибейская, 46-Гыданская, 47-Верхтанамская, 48-Танамская, 49-Усть-Енисейская, 50-Северогыданская.

Для того, чтобы показать энергетическую обусловленность природно-климатических факторов (ресурсов тепла и влаги и их соотношения) и их значение в формировании эколого-географической основы ландшафтных образований, нами была выполнена поэлементная количественная оценка радиационного режима в границах природных зон (табл.1) и изменения атмосферных осадков в зависимости от широты местности. Результаты обобщены и графически представлены на рисунке 2.

Уравнения связи атмосферных осадков (KX) и максимально возможного суммарного испарения (Zm) с географической широтой:

$$Zm = 0,218 \cdot \sum t_{>0^{\circ}C} + 229,06 \text{ мм/год}, \quad (1)$$

где $\sum_{t>0^{\circ}\text{C}}$ – сумма положительных температур воздуха выше 0°C , позволили рассчитать численные значения коэффициентов увлажнения исследуемой территории K_H в средний многолетний год и отобразить их графически (рис.3).

Таблица 1 - Радиационные характеристики природных зон и подзон Западно-Сибирской равнины

Природная зона, подзона	Суммарная радиация Q, МДж/м ² год	Альбедро (год), %	Поглощенная радиация Вк, МДж/м ² год
Зональная область			
Тундра	3309 - 2813	41 - 48	1947 - 1468
Лесотундра	3385 - 3050	40 - 45	2027 - 1689
Тайга	4110 - 3347	30 - 41	2861 - 1987

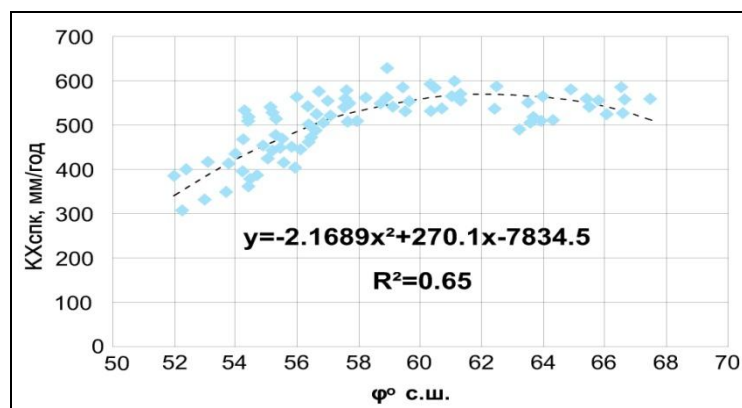


Рисунок 2 - Зависимость атмосферных осадков КХ от широты места φ° с.ш.

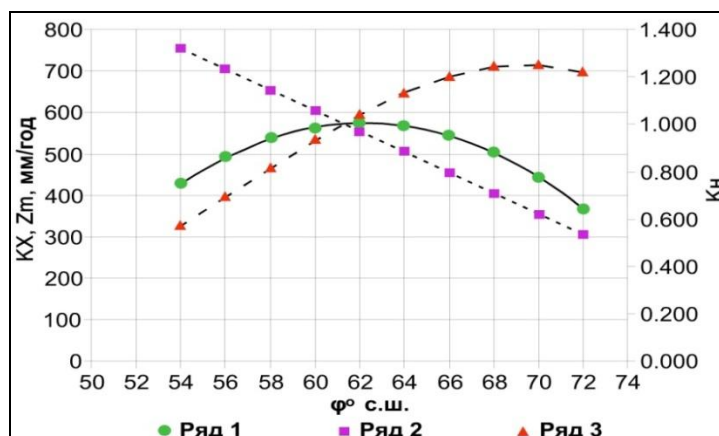


Рисунок 3 - Изменение годовых сумм КХ (ряд1), Zm (ряд 2) и коэффициента увлажнения K_H (ряд 3) в средний многолетний год

Гидролого-климатические условия и особенности рельефа местности способствовали формированию почвенно-растительного покрова зональных областей тундры, лесотундры и тайги, местоположение которых в пределах ландшафтных провинций исследуемого региона в совокупности с увлажнением и теплообеспеченностью определяет условия формирования экологического потенциала, методику оценки которого раскрывает второе защищаемое положение.

2. Эколого-географические характеристики ландшафтных провинций определяются величинами экологического потенциала, его удельных значений и экологической техноёмкости территории.

В определении экологического потенциала (экологической емкости) территории теоретической и научно-методической основой послужили работы

Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина (1994, 1998); А.А. Григорьева и М.И. Будыко (1966, 1965) о движущих силах и интенсивности физико-географического процесса, определяемого особенностями и интенсивностью превращения энергии и вещества в ландшафтной сфере; Н.Б. Поповой, Г.В. Белоненко и Ж.А. Тусупбекова (2001, 2012), в которых количественные значения экологической емкости и экологической техноёмкости для всей территории Западной Сибири были рассчитаны на основе учёта зональных и локальных закономерностей преобразования ресурсов влаги и тепла земной поверхности.

Общим условием определения количественных параметров экологического потенциала (ЭП) является расчёт его удельных значений для приземного слоя воздуха (e_1), поверхностных вод суши (e_2), фитоценозов (e_3). Сумма частных удельных потенциалов дает величину суммарного удельного экологического потенциала участка суши:

$$e = e_1 + e_2 + e_3, \text{ усл.т/км}^2 \quad (2)$$

в котором для определения e_3 использована зависимость годичной продукции от соотношения ресурсов влаги и тепла. В этом уравнении e_1 не зависит от режима увлажнения и теплообеспеченности участка суши, а e_2 – зависит и меняется.

Совмещенный график связи относительных величин каждого из компонентов суммарного удельного экологического потенциала с увлажнением участка суши позволяет раскрыть влияние соотношения ресурсов влаги и тепла на экологический потенциал территории. Ясно, что за счет возрастания удельных величин экологического потенциала поверхностных вод e_2 , и годичной продукции e_3 , с ростом увлажнения, возрастает и суммарный удельный экологический потенциал участка суши, а, следовательно, и экологический потенциал территории. Таким образом, величины e_1 , e_2 и e_3 при любых соотношениях ресурсов влаги и тепла всегда больше нуля.

Расчёты гидролого-климатических характеристик - изменения коэффициента увлажнения K_n (рис.4), изменения коэффициентов испарения и коэффициентов стока (рис.5) от географической широты - позволяют утверждать, что ресурсы тепла и влаги и их соотношение, а также структуры элементов водного и теплового балансов определяют направление и интенсивность физико-географических процессов в ландшафтной сфере и формируют широтную дифференциацию параметров экологической техноёмкости.

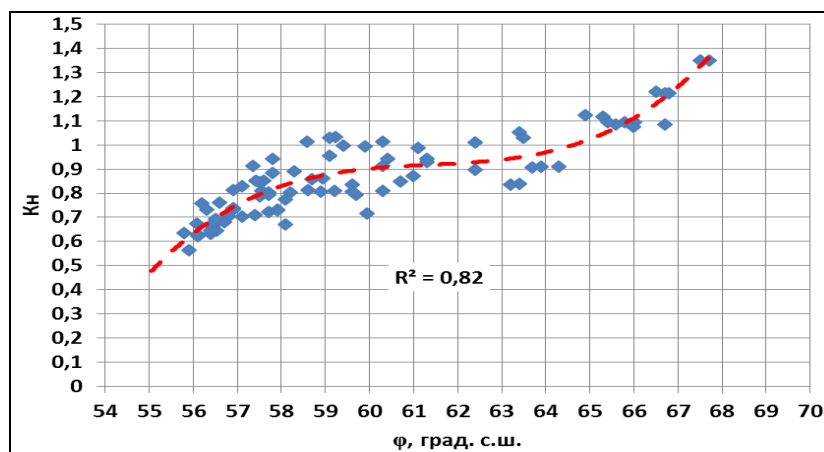


Рисунок 4 - График изменения коэффициента увлажнения K_n от географической широты

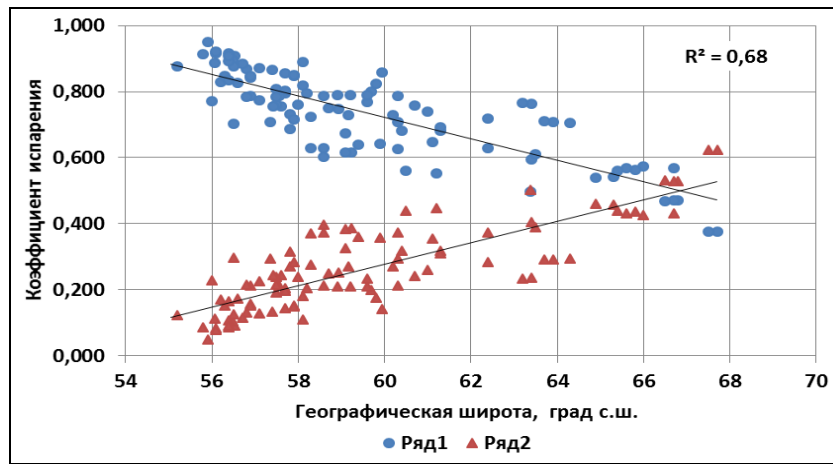


Рисунок 5 - Графики изменения коэффициентов испарения (Ряд 1) и коэффициентов стока (Ряд 2) от географической широты

$$ЭТТ = T = \sum \mathcal{E}_i \cdot X_i \cdot A_i, (i = 1, 2, 3), \text{ усл. т/год} \quad (3)$$

где $ЭТТ = T$ - экологическая техноемкость территории, выраженная в единицах массы техногенной нагрузки, усл. т/год; \mathcal{E}_i - экологическая емкость i -й среды, т/год; X_i - коэффициент вариации естественных колебаний содержания основной субстанции в среде; A_i - коэффициент перевода фактической массы загрязняющего вещества в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей); $i = 1, 2, 3$ – компоненты среды обитания (воздух; вода; почва, включая биоту экосистемы). Выполненные расчеты и анализ исходных данных о концентрации загрязняющих веществ по 18 гидрохимическим створам региона показали, что среднее значение параметра $A_2=0,327$, а ПДК_{эт}=0,07 г/м³.

Годовые значения удельной экологической техноемкости приземных слоев атмосферы t_1 определяются величиной годовой скорости ветра V (м/с), поэтому особенности территориального распределения t_1 и V в основном совпадают. Территориальное распределение значений удельной экологической техноемкости t_2 и t_3 определяется ресурсами тепла и влаги и их соотношением, а также локальными условиями трансформации ресурсов влаги в речной сток.

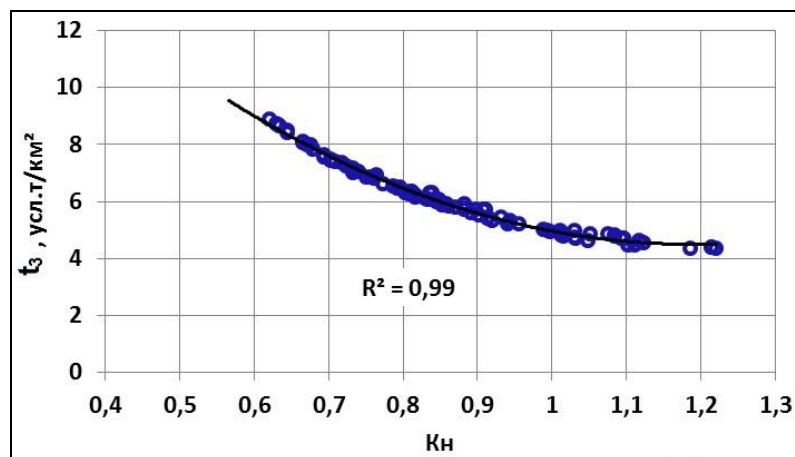


Рисунок 6 – Динамика удельной экологической техноемкости фитоценозов

Значения t_2 - удельной экологической техноемкости ресурсов поверхностных вод исследуемого региона - устойчиво возрастают с юга на север осредненно от 1,0 до 3,6 усл. т/км². При этом в связи с разными ресурсами влаги и условиями их трансформации в речной сток амплитуда колебаний t_2 на одной и той же географической широте может составлять от 1,0 до 2,4 усл.т/км².

Величина и территориальное распределение удельной экологической техноёмкости фитоценозов t_3 являются следствием уровня увлажнения деятельной поверхности. Значения K_n и относительной влажности почвы уменьшаются с севера на юг. В соответствии с этим изменяются значения годичной продукции, запаса фитомассы и кратность обновления фитомассы.

В совокупности эти величины способствуют закономерному возрастанию t_3 от 4,5 на севере до 9,0 усл.т/км² на юге изучаемой территории (рис.6). Оптимальному увлажнению и теплообеспеченности ($K_n=1,0$ и $W/W_{нв}=1,0$) соответствует значение $t_3 = 4,97$ усл.т/км².

3. Современная организация региональных геосистем есть следствие комплекса природных характеристик, закономерности изменения которых, обуславливают их функционирование и устойчивость; формируют представление о пространственно-временной динамике эколого-географических параметров и показателей ландшафтных провинций.

Комплекс характеристик увлажнения и теплообеспеченности земной поверхности, значения приходных и расходных элементов влагооборота позволяют достоверно исследовать закономерности преобразования потоков энергии и вещества в ландшафтной сфере. Исследование атмосферных осадков выполнялось с использованием ежегодных данных за 1966-2012 гг. Расчеты были выполнены по 104 метеорологическим станциям региона.

Анализ хронологических графиков относительных отклонений годовых сумм осадков от нормы и их сокращенные суммарные кривые показали, что продолжительность и чередование влажных и сухих периодов лет в рассмотренных пунктах, охватывающих все природные зоны, не остается одинаковым и исключительно разнообразно. Продолжительность влажных периодов может составлять до 25 лет, а сухих до 35 лет. В таблице 2 приведены продолжительности влажных и засушливых периодов за 1966 – 2012 годы по некоторым метеостанциям исследуемой территории.

Таблица 2 - Календарные годы и продолжительность влажных и засушливых периодов по годовым суммам атмосферных осадков за 1966 – 2012 годы

Метеостанция /Пункт	Влажный период		Засушливый период	
	Годы	Продолжительность, лет	Годы	Продолжительность, лет
Новый Порт	1966-90	25(2)	1991-2012	22(2)
Ныда	1966-1989 2011-12	24(5) 2	1990-2010	21
Надым	2001-12	12(4)	1966-2000	35(9)
Тарко-Сале	1995-2012	18(5)	1966-94	29(9)
Октябрьское	1971-79	9(3)	1966-70	5
	1998-2009	12(2)	1980-97	18(2)
				2010-12
Ханты-Мансийск	1969-86	18(6)	1966-68	3
	1995-2002	8(1)	1987-94	8(1)
				2003-2012
Тобольск	1969-72	4	1966-68	3
	1976-79	4	1973-75	3
	1998-2007	10	1980-97	18(4)
				2008-12

Примечание. Цифры в скобках в графах 3 и 5 указывают соответственно на число сухих и влажных лет в периоде.

Картограммы атмосферных осадков $KX_{5\%}$ и $KX_{95\%}$, в ландшафтных провинциях исследуемого региона, отражают особенности территориального распределения ресурсов атмосферной влаги в засушливый (95%) и влажный (5%) годы повторяемостью один раз в 20 лет (рис.8).

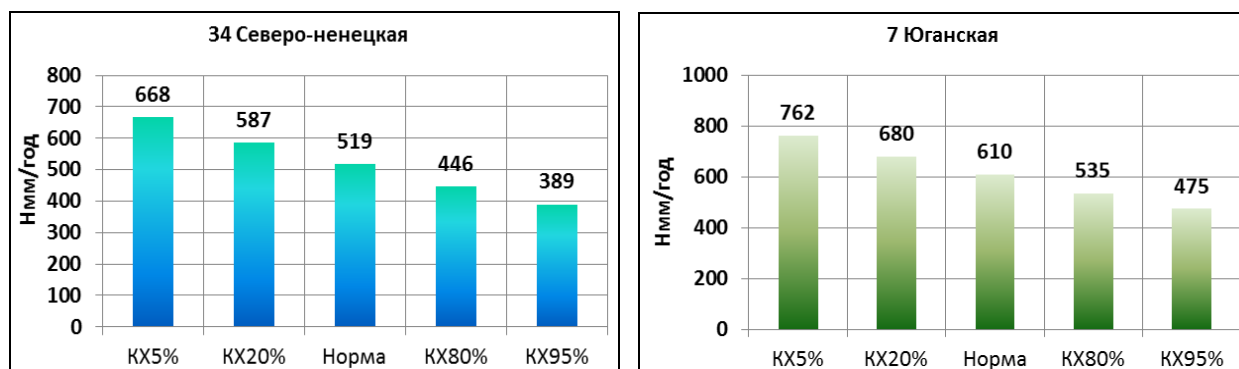


Рисунок 8 - Годовые суммы атмосферных осадков ландшафтных провинций тундры и лесотундры (Северо-ненецкая), тайги (Юганская) в средний (норма) и в обеспеченные годы

В формировании радиационных характеристик, как условий или ресурсов тепла ландшафтных провинций, определяющее значение имеет их географическое положение. При этом разность широт северной и южной границ провинций определяет пространственную изменчивость радиационных характеристик и теплообеспеченности в границах конкретной ландшафтной провинции. Интервальные значения радиационных характеристик и характеристик теплообеспеченности зональных областей приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Интервальные значения годовых альбедо ($A\%$), поглощенной радиации (B_k , $MДж/м^2$), теплоэнергетических ресурсов климата (LZ_k , $MДж/м^2$) и суммарного испарения (LZ_m , $MДж/м^2$) в средний год

A		B _k		LZ _k		LZ _m	
Юг	Север	Юг	Север	Юг	Север	Юг	Север
Зональная область Западно-Сибирской тундры							
41,1	47,8	1979	1438	2246	1722	1109	702
Зональная область Западно-Сибирской лесотундры							
40,1	44,6	2062	1696	2327	1972	1172	896
Зональная область Западно-Сибирской тайги							
30,4	40,6	2853	2021	3093	2286	1768	1141

Результаты расчетов водного эквивалента теплоэнергетических ресурсов климата Z_k и максимально возможного суммарного испарения Z_m за конкретные годы позволили раскрыть основные особенности временного хода названных характеристик на исследуемой территории. Для всех ландшафтных провинций были рассчитаны значения коэффициентов вариации Z_k и Z_m , их годовых сумм обеспеченностью 5, 20, 80 и 95%. В провинциях, расположенных в разных зональных областях региона (тайга-лесотундра–тундра), амплитуды значений Z_m в годы повторяемостью один раз в 20 и один раз в 5 лет существенно отличаются, что связано с изменяющимися по широте значениями коэффициентов вариации радиационных характеристик климата (рис.9).

Временной изменчивостью радиационных характеристик объясняется также и тот факт, что в годы исключительно высокой (5%) и низкой (95%) теплообеспеченности отношение $Z_{m5\%}/Z_{m95\%}$ на юге зональной области тайги

(Ашлыкская провинция) равно 1,27; а на Севере зональной области тундры (Североямальская провинция) – 1,93. В годы 20 и 80% обеспеченности эти отношения соответственно равны 1,18 и 1,39.

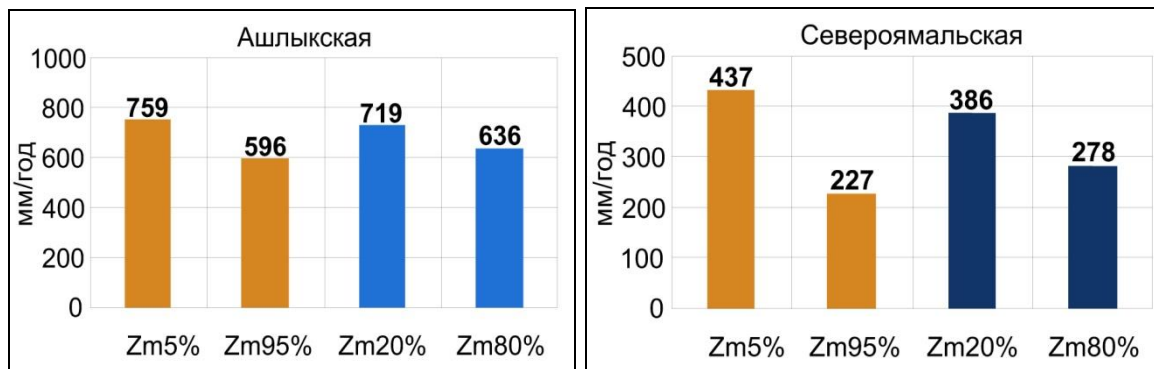


Рисунок 9 - Значения максимально возможного суммарного испарения Z_m 5, 95, 20 и 80% обеспеченности

Степень соответствия естественных условий увлажнения деятельной земной поверхности H оптимально потребным H_{opt} , обеспечивающим наивысший уровень развития фитоценозов ландшафтных провинций, оценивалась величиной коэффициента увлажнения $K_H = H/H_{opt} = H/Z_m$, избытков (+) и недостатков (-) увлажнения $\Delta H = H - H_{opt}$, а также влажностью деятельного слоя почвы в долях наименьшей влагоемкости $V = W/W_{нв}$. Избыточному увлажнению земной поверхности соответствуют значения $K_H > 1,0$; $\Delta H > 0$ и $V > 1,0$. В оптимальных условиях увлажнения $K_H = 1,0$; $\Delta H = 0$ и относительная влажность деятельного слоя почвы $V = 1,0$.

Расчёты показали, что в ландшафтных провинциях зональной области тайги (рис. 10) в острозасушливые годы (95%), влажность деятельного слоя почвы в среднем не превышает 0,7 влажности наименьшей влагоемкости. Во влажные годы (5%), влажность деятельного слоя почвы в среднем равна 1,27 наименьшей влагоемкости так, что деятельный слой почвы во всех провинциях зональной области тайги находится в состоянии переувлажнения.

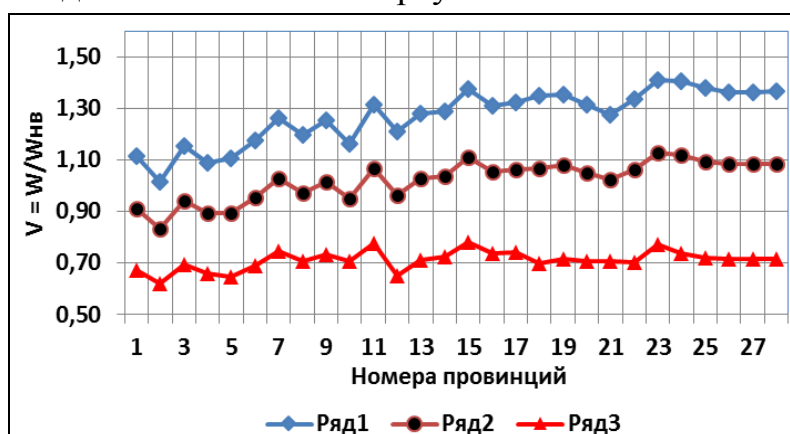


Рисунок 10 - Графики изменения относительной влажности почвы ландшафтных провинций тайги в средний (Ряд 2) и в экстремальные по увлажнению годы (Ряд 1 – 5%, Ряд 3 – 95%).

Комплекс характеристик увлажнения в годы разной обеспеченности теплом и влагой количественно определяет различия и сходства в формировании интенсивности и направления всех физико-географических процессов в каждой

из провинций исследуемой территории. Это проявляется в особенностях интенсивности формирования фитоценозов и их экологической устойчивости.

Параметры и показатели влагооборота ландшафтных провинций также зависят от их местоположения. В провинциях, расположенных южнее 64° с.ш., наличные ресурсы влаги примерно поровну расходуются на сток и суммарное испарение. В северных провинциях исследуемого региона, в связи с малыми ресурсами тепла, преимущественно на сток (рис. 11).

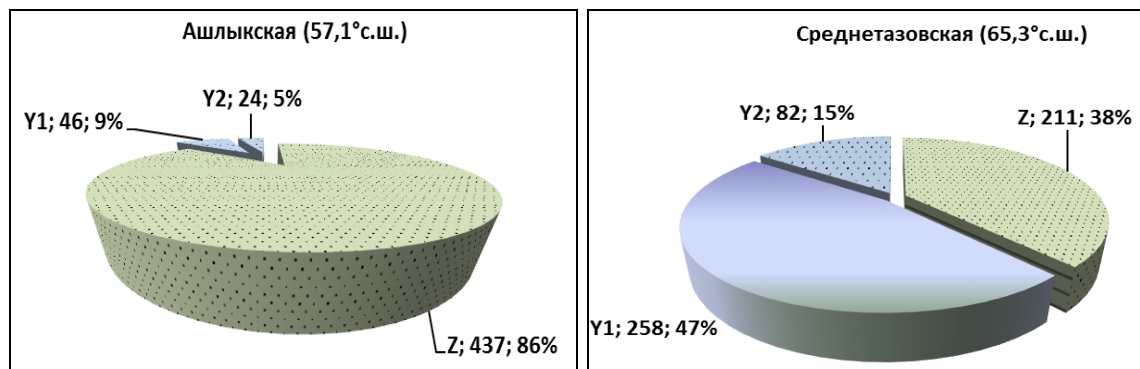


Рисунок 11 - Структура элементов влагооборота ландшафтных провинций, расположенных в южной и северной частях зональной области тайги (Z-суммарное испарение; Y1- поверхностный и Y2- подземный сток)

В целом же интенсивность процесса преобразования ресурсов влаги ландшафтных провинций определяется, с одной стороны, уровнем увлажнения земной поверхности, то есть соотношением ресурсов влаги и тепла, а с другой - особенностями строения земной поверхности. В совокупности эти факторы создают уникальную структуру элементов влагооборота в каждой ландшафтной провинции, формируя тем самым природную основу для экологической устойчивости локальных геосистем.

4. Географический анализ и картографическая интерпретация показателей экологической техноёмкости основных элементов природной среды служат практической основой эколого-географической оценки ландшафтных провинций и прогноза их дальнейшего развития.

Территориальное распределение значений удельной экологической техноёмкости определяется преимущественно климатическим (зональным) фактором функционирования природных систем, то есть скоростью ветра, ресурсами тепла и влаги и их соотношением, а также специфическими условиями трансформации воздушных масс. При оценке значений удельной экологической техноёмкости приземных слоев атмосферы (t_1), ресурсов поверхностных вод (t_2) и фитоценозов (t_3) для ландшафтных провинций по 104 пунктам изучаемой территории, важным был учет не только зональных, но и азональных факторов их формирования в границах конкретной ландшафтной провинции. В связи с этим в зависимости от степени изученности гидрометеорологических параметров в той или иной провинции в качестве расчетных значений принимались либо осредненные для провинции данные наблюдений и выполненных на этой основе расчетов, либо (при недостаточной изученности) данные метеостанций – аналогов, или рек - аналогов.

Величина и характер пространственной и временной изменчивости экологической техноёмкости приземных слоев атмосферы ландшафтных провинций являются прямым следствием ветрового режима. В результате

расчетов и анализа значений t_1 исследуемая территория продифференцирована на районы с характерными значениями удельной экологической техноемкости приземных слоев атмосферы, значения которых меняется от 570 усл.т/км² год, в районах с низкой t_1 , до 1460 усл.т/км² год - с высокой t_1 .

В расчетах удельной экологической техноемкости и экологической техноемкости ресурсов поверхностных вод исследуемой территории определяющее значение имеет назначение расчетной величины коэффициента относительной опасности примесей A_2 , содержащихся в поверхностных водах. Было принято допустимым и обоснованным назначить $A_2=0,3$ в расчетах экологической техноемкости ресурсов поверхностных вод.

Определяющее влияние зональных факторов на величину и территориальное распределение t_2 наиболее отчетливо проявляется в зональной области тайги. При этом «пиковые» (то есть отличные от зональных) значения t_2 в провинциях 7, 9, 11, 13 и 17 являются результатом более благоприятных условий формирования стока в этих провинциях а, следовательно, и удельной экологической техноемкости поверхностных вод (рис.12).



Рисунок 12 - Удельная экологическая техноемкость поверхностных вод ландшафтных провинций t_2 зональной области тайги в средний год

Рассчитанные значения удельной экологической техноемкости поверхностных вод ландшафтных провинций t_2 численно характеризуют изменяющуюся в пространстве и времени предельно допустимую эмиссию загрязняющих веществ, сформированную в результате совокупного воздействия зональных и локальных (строение поверхности) факторов.

Количественная оценка экологической техноемкости фитоценозов ландшафтных провинций выполнялась для годичной продукции P_v (т/км²) и для запаса фитомассы B (тыс.т/км²). Связи P_v и B с относительной ($W/W_{нв}$ - в долях наименьшей влагоемкости $W_{нв}$) и абсолютной W влажностью 100 см слоя почвы при значениях наименьшей $W_{нв}$ и полной $W_{пв}$ влагоемкости, соответственно равных 350 и 500 мм, графически отображены на рисунке 13.

Расчеты показали, что только в восьми ландшафтных провинциях исследуемой территории - Туринской, Ашлыкской, Тобольской, Васюганской, Среднеиртышской, Кондинской, Обь-Тымской и Чулымской - в средний многолетний год влажность 100 см слоя почвы отмечается ниже наименьшей влагоемкости ($W/W_{нв}=0,83...0,99$). В остальных провинциях относительная

влажность $W/W_{нв} \geq 1,0$ и достигает максимума $W/W_{нв} = 1,20 \dots 1,22$ - в Гыданской ландшафтной провинции. В этой провинции вследствие низкой теплообеспеченности ($Z_m = 344$ мм) годовая продукция и запас фитомассы минимальны.

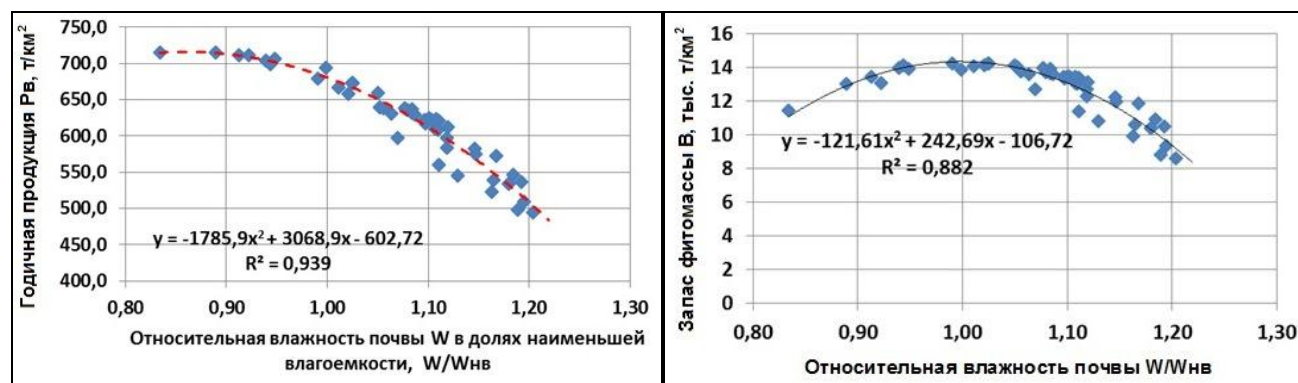


Рисунок 13 - Графики связи годичной продукции P_v , фитомассы V и относительной влажности почвы $W/W_{нв}$

Таким образом, территории Западно-Сибирского Севера обладают разной экологической техноемкостью. Значения этого показателя определяют, главным образом, параметры экологической техноемкости территории фитоценозов: чем они выше, тем больше и суммарное значение ЭТТ. Динамика показателей экологической техноемкости, в свою очередь, влияет на стабильность функционирования экосистемы и её устойчивость к внешним воздействиям. Типы территорий по удельной экологической техноемкости поверхностных вод и фитоценозов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Типизация территорий по удельной экологической техноемкости поверхностных вод и фитоценозов

Типы территорий	Названия провинций	Значения t_2+t_3 , усл.т/ км ² год
высокой t_2+t_3	17-Верхнетаповская, 37-Сидоровская	больше 9,01
повышенной t_2+t_3	13-Белогорская, 21-Нулетовская, 22-Южноненецкая, 26-Усть-Худосейская, 27-Среднетаповская, 28-Туруханская, 32-Верхненыдская,	8,51-9,00
средней t_2+t_3	12-Сосьвинская, 20-Надымская, 23-Пякупур-Толькинская, 24-Тарко-Салеская, 29-Усть-Обская, 30-Салехардская, 31-Усть-Надымская, 35-Усть-Нгарская, 36-Верхненгарская,	8,01-8,50
пониженной t_2+t_3	2-Ашлыкская, 4-Васюганская, 10-Чулымская, 11-Енисейская, 14-Сургутская, 15-Вахская, 16-Аганская, 18-Нижнеобская, 19-Полуйская, 25-Часельская, 29-Усть-Обская, 38-Южнохетская, 41-Щучинская, 43-Северохетская, 44-Североямальская, 45-Юрибейская, 47-Верхтанамская, 46-Гыданская, 48-Танамская, 49-Усть-Енисейская, 50-Северогыданская	7,51-8,0
низкой t_2+t_3	1-Туринская, 3-Тобольская, 5-Среднеиртышская, 6-Кондинская, 7-Юганская, 8-Обь-Тымская, 9-Кетско-Тымская, 33-Усть-Ныдская, 34-Североненецкая, 39-Усть-Пурская, 40-Верхнелукьяхская, 42-Мессояхская	менее 7,50

Можно утверждать, что способы, приемы и результаты оценки экологической техноёмкости трех сред, выполненные для ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера, показали надежность разработанного методического инструментария и его необходимость при прогнозировании мероприятий рационального природопользования в исследуемом регионе.

Оценка изменений ряда параметров указывает, что при сравнительно неизменных показателях естественного потенциала экосистем, показатели, характеризующие хозяйственное воздействие, заметно растут. Поэтому прогноз реакции природных систем, их возможное изменение, поиск путей предотвращения необратимых изменений экосистем является, несомненно, важной научно-методической задачей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволяют сделать ряд выводов и рекомендаций, относящихся к методике анализа и оценки эколого-географических условий формирования и функционирования геосистем Западно-Сибирского Севера.

1. В диссертационной работе дана оценка эколого-географических характеристик 50-ти ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера, основанная на учёте условий увлажнения и теплообеспеченности земной поверхности. В результате проведенных исследований удалось выявить динамику и разнообразие эколого-географических характеристик функционирования геосистем – экологического потенциала и экологической техноёмкости.

2. Оценка экологического потенциала и экологической техноёмкости природных систем на региональном уровне связана с особенностями определения удельных значений экологических потенциалов и параметров экологической техноёмкости трех основных природных сред – приземного слоя воздуха, поверхностных вод суши, фитоценозов.

3. Методический прием, апробированный в диссертационном исследовании, стал продуктивным опытом применения сравнительно-аналитического подхода в оценке эколого-географических условий формирования и функционирования геосистем в рамках ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера.

4. Результаты исследований и экспериментальные расчёты позволили получить количественные значения экологического потенциала и экологической техноёмкости исследуемой территории, динамичных по форме и имеющих в своей основе природную составляющую.

Иллюстративный материал и имеющиеся в диссертации материалы количественной оценки основных параметров эколого-географических условий формирования и функционирования ландшафтных провинций региона исследования по существу могут стать объективной информационной основой в оценке устойчивости природных систем исследуемых ландшафтных провинций.

Задача дальнейших исследований – анализировать пространственно-временные изменения и выявлять закономерности, определяющие современные параметры основных эколого-географических характеристик ландшафтных провинций не только Западно-Сибирского Севера, но и других геосистем

сибирского региона различных территориальных уровней, и прогнозировать их развитие.

Принципиальной особенностью направленности дальнейших научных исследований должна стать оценка экологической обстановки определенных природно-техногенных систем, оценка параметров естественных и техногенных ландшафтов в связи с влиянием хозяйственной деятельности, оценка пространственно-временной изменчивости эколого-географических условий природопользования для определения предельно допустимой техногенной нагрузки и в целях сохранения устойчивости естественных ландшафтов геосистем различных территориальных уровней.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

а) публикации в ведущих рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Ряполова, Н.Л. Предельно допустимая техногенная нагрузка на окружающую природную среду на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО-Югры) /Н.Л. Ряполова //Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2014. - № 4. - С. 386 - 388.

2. Ряполова, Н.Л. Гидролого-климатические и эколого-географические условия формирования элементов водного баланса озера Эбейты /Ж.А. Тусупбеков, **Н.Л. Ряполова**, В.С. Надточий //Природообустройство. - 2014. - №4. - С. 60 - 63.

3. Ряполова, Н.Л. Влияние антропогенных факторов на формирование стока озер, расположенных на территории Западно-Сибирской равнины /Ж.А. Тусупбеков, **Н.Л. Ряполова**, В.С. Надточий //Омский научный вестник. - 2015. - № 1 (138). - С. 218 - 221.

4. Ряполова, Н.Л. Оценка экологической техноемкости природных комплексов Ямало-Ненецкого автономного округа в связи с хозяйственным освоением региона /Н.Л. Ряполова //Транспорт Урала. - 2015. - № 1. - С.111-114.

5. Ряполова, Н.Л. Формирование и особенности влаго- и теплообмена ландшафтных провинций Западно-Сибирской равнины /Г.В. Белоненко, Ж.А. Тусупбеков, **Н.Л. Ряполова** //Проблемы региональной экологии. - 2015. - № 3. - С. 174 - 179.

6. Ряполова, Н.Л. Условия формирования ресурсов тепла и влаги как основы функционирования и устойчивости природных систем Западно-Сибирского Севера /Н.Л. Ряполова //Вестник СГУГиТ. - 2017. – Т. 22, № 2. – С. 271 - 281.

7. Ряполова, Н.Л. Оценка эколого-географических параметров ландшафтных провинций Западно-Сибирского Севера /Н.Б. Попова, **Н.Л. Ряполова** //Вестник СГУГиТ. - 2017. – Т. 22, № 3. – С. 228 - 239.

б) статьи, доклады в сборниках научных трудов и журналах:

8. Ряполова, Н.Л. Экологический потенциал бассейнов рек Западной Сибири /**Н.Л. Ряполова**, Н. Б. Попова //Актуальные вопросы современного водохозяйственного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. – Омск: ОмГАУ, 2009. - С. 100 - 102.

9. Ряполова, Н.Л. Определение удельного экологического потенциала поверхностных вод территории Западной Сибири на основе данных о местном стоке /Н.Л. Ряполова //Наука и молодежь XXI века: материалы IX научно-технической конференции студентов и аспирантов. - Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2010. – С. 45 - 47.

10. Ряполова, Н.Л. Оценка допустимой техногенной нагрузки на речные бассейны Западной Сибири /**Н.Л. Ряполова**, В. С. Салтыкова //Экономика природопользования и природоохраны: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2011. - С. 39 - 41.

11. Ряполова, Н.Л. Водные ресурсы Западной Сибири и их экологическая устойчивость /**Н.Л. Ряполова**, В.С. Салтыкова //Роль мелиорации водного хозяйства в инновационном развитии АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – М: Изд-во МГУП, 2012. - С. 155 - 161.

12. Ряполова, Н.Л. Оценка экологической техноемкости поверхностных вод территории Западной Сибири /Н.Л. Ряполова //Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе: тезисы Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2012. - С. 57 - 58.

13. Ряполова, Н.Л. Анализ и оценка водно-экологической обстановки на юге Западной Сибири /**Н.Л. Ряполова**, Н.Б. Попова //Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Барнаул: ИВЭП, 2012. – Т.Ш. - С. 85 - 88.

14. Ряполова, Н.Л. Оценка природно-ресурсного потенциала Западной Сибири на примере использования водных ресурсов /**Н.Л. Ряполова**, В. С. Салтыкова //Реализация госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельхозпродукции, сырья и продовольствия: материалы II Международного научно-технического форума. – Омск, 2013. - С. 310 - 312.