

На правах рукописи



Мезенцева Ольга Варфоломеевна

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ЗОНЫ ОПТИМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ДЛЯ АГРАРНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук

Томск, 2010

Работа выполнена на кафедре физической географии в Омском государственном педагогическом университете

Научный консультант: Доктор географических наук,
профессор
Карнацевич Игорь Владиславович

Официальные оппоненты: Доктор географических наук,
профессор
Бураков Дмитрий Анатольевич

Доктор географических наук,
профессор
Попова Наталья Борисовна

Доктор географических наук,
профессор
Калинин Владимир Матвеевич

Ведущая организация: **Институт мониторинга
климатических и экологических
систем – ИМКЭС СО РАН (г.Томск)**

Защита состоится « 6 » октября 2010 г. в 14 – 30 на заседании диссертационного совета Д 212.267.19 при Томском государственном университете по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, Главный корпус ТГУ, ауд.119

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 34а

Автореферат разослан «25» августа 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

к.г.-м.н., доцент



Н.И. Савина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Сравнительный анализ природных условий при выполнении ландшафтного комплексного и специального районирования и определение географического местоположения различных природных рубежей являются актуальными задачами физической географии и геоэкологии. Они являются важным компонентом мониторинга геосистем, нужны для количественной оценки гидролого-климатических и почвенно-земельных ресурсов и выработки направлений их рационального использования. Географическое местоположение природных рубежей на поверхности Земли и их взаимное расположение связаны с конкретными климатическими условиями и структурами балансов тепла и влаги. Географическое местоположение некоторых природных рубежей, являющихся линейными объектами, определено с помощью количественных показателей, является относительно стабильным в пространстве в течение многих тысячелетий, хотя и постоянно колеблется около определенного среднего положения. В условиях достаточно длительной относительной стабильности климата последних 7–8 тыс. лет сложившиеся природные рубежи определили современный облик планеты: снеговая линия, границы распространения сезонной и вечной мерзлоты, древесной растительности на стыке степи и лесостепи, природных зон, областей избыточного и недостаточного увлажнения, границы области, в которой за счет местного стока возникают лишь временные водотоки и др.

Среди этих природных рубежей большой интерес представляют границы *зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования* (рис. 1, 2) и их пространственно-временная динамика. Сама зона оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования является пограничной при переходе от гидролого-климатических условий с верхним уровнем оптимальности увлажнения и переувлажнения к условиям с нижним уровнем оптимальности увлажнения для основных сельскохозяйственных культур и далее к аридным условиям. Эта зона эмпирически определена и исторически сложилась в структуре аграрного землепользования.

Исследуемой зоне оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования свойственна пространственно-временная динамика границ по годам с различной структурой теплового и водного баланса. Она обладает наименьшим потенциалом экологической устойчивости геосистем с точки зрения существующего неустойчивого равновесия между глобальными областями избыточного и весьма недостаточного увлажнения, а также с точки зрения гидролого-климатической безопасности в условиях естественных климатических колебаний и антропогенных воздействий. Количественная индикация и исследование пространственно-временной динамики рубежей этой зоны представляет научную и практическую проблему.

Очерченный круг вопросов обусловил необходимость решения такой важной задачи современной физической географии и геоэкологии как изучение и количественная оценка ресурсов естественной тепловлагообеспеченности глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного при-

родопользования. Эта задача актуальна не только в связи с необходимостью научного обоснования путей решения геоэкологических проблем, но также в связи с решением таких практических задач, как хозяйственное освоение территорий, планирование рационального природопользования, количественная оценка размеров мелиоративных воздействий и прогнозирование их последствий на функционирование геосистем.

Уточнение представлений о местоположении, природных условиях, географических закономерностях и пространственно-временной динамике зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования и ее рубежей помогает в системе географических знаний сформировать образ территорий Земли, которые вследствие своих благоприятных природных гидролого-климатических условий находились в тесной коэволюции с социумом.

Состояние изученности проблемы

Несмотря на значительные успехи географических наук в изучении природных закономерностей территорий, возможности расширения и уточнения научных представлений о важнейших гидролого-климатических природных ресурсах остаются и становятся все более актуальными в связи, с одной стороны, с систематическим ежегодным удлинением рядов гидрометеорологических наблюдений, а с другой – благодаря развитию теоретических исследований в области климатологии теплового баланса.

Возобновляемые водные и климатические теплоэнергетические природные ресурсы играют важную роль в формировании и развитии человеческой цивилизации. Территориально распределенные теплоэнергетические и водные ресурсы климата являются важнейшими динамическими факторами для формирования ландшафтов. Однако именно данные виды природных ресурсов количественно изучены пока недостаточно полно и точно для отдельных районов планеты. Например, на огромных малозаселенных пространствах степей, полупустынь и пустынь, в том числе полярных, нет рек с местным стоком, то есть непосредственно сток измерить невозможно. При этом территориально распределенные водные ресурсы почвенного увлажнения, как и тепловые ресурсы, там всегда имеются и даже в определенных условиях позволяют собирать достаточно большие урожаи сельскохозяйственных культур.

Настоящая работа выполнена в направлении развития идей Н.Ф. Реймерса, Ю. Одума, Б.В. Виноградова относительно экологии и мониторинга геосистем в процессе аграрного природопользования, К.С. Веселовского, А.И. Воейкова, В.В. Докучаева, А.А. Григорьева, М.И. Будыко, С.В. Калесника, Л.С. Берга, Н.Л. Беручашвили, Б.В. Сочава, В.С. Мезенцева, И.В. Карнацевича, В.Б. Сочавы, Р.К. Клиге, А.Т. Напрасникова, А.Г. Исаченко, Д.И. Шашко, Н.А. Мосиенко и других исследователей относительно существующих закономерностей формирования тепловлагообеспеченности деятельного слоя земной поверхности применительно к условиям глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования. Основной акцент в работе сделан на районировании как универсальном методе упорядочения и

систематизации территориальных систем, широко используемом в географических науках.

Анализ специальных видов районирования позволил выбрать подходы, используемые при гидролого-климатическом районировании (Мезенцев, 1957, 1961, 1969; Режимы влагообеспеченности..., 1974), в качестве наиболее соответствующих поставленной цели исследования. Рассмотренные в работе виды районирования (агроклиматическое, ландшафтно-экологическое и макроландшафтное, рекреационное) позволяют выделить следующие зоны максимальной продуктивности отдельных сельхозкультур, активного земледелия, зону с наиболее высоким экологическим потенциалом ландшафта, зону с наибольшей биопродуктивностью и максимальными запасами биомассы ландшафтов, зону с наиболее комфортными для биологических систем и жизнедеятельности населения климатическими условиями. Все они в той или иной мере подтверждают наличие зоны оптимальных гидролого-климатических условий для земледелия. Во всех вышеперечисленных видах районирования в качестве количественных индикаторов природных рубежей используются показатели тепловлагообеспеченности и рассматривается зона, аналогичная зоне оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования, расположенная между зонами избыточного и весьма недостаточного увлажнения.

Социально-антропологические аспекты проблемы раскрыты в соответствии с концепцией Л.Н. Гумилева, который отмечал, что у совместной истории природы и людей (коэволюции природы и общества) имеются свои закономерности. Осваивая все новые территории, во избежание исчезновения с исторической арены, этнос в целом и его представители стремятся максимально приспособиться к окружающему ландшафту, обеспечивая себя необходимым минимумом жизненно необходимых ресурсов (водных и теплоэнергетических ресурсов климата, растительной и животной пищи, наиболее легко добываемого вида строительного материала и энергоносителя – древесины). Эмпирическим путем многие этносы определили для своего проживания зону оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования.

В различных частях этой зоны исторически сформировались древнейшие земледельческие цивилизации, использующие орошение. Великий шелковый путь из Азии в Европу пролегал именно в зоне оптимальных гидролого-климатических условий для развития аграрного землепользования, в межгорных котловинах и в предгорьях Центральной Азии, расположенных по краю степей, полупустынь и пустынь, где можно было найти родниковую воду, дрова и пищу по пути следования караванов и имелись поселения, служащие путешественникам пристанищем на маршруте. Именно вдоль этой зоны в Сибири происходило массовое освоение и заселение малообжитых территорий, прокладка Сибирского тракта и формирование вдоль него крупных населенных пунктов и основной полосы расселения. В Северной и Южной Америке, Австралии территории с оптимальными гидролого-климатическими условиями для аграрного природопользования в первую очередь были освоены пионерами-переселенцами как наиболее пригодные для жизни и сельского хозяйства.

Географо-математические, ландшафтно-географические и ландшафтно-гидрологические подходы при выявлении пространственных связей между точечной информацией метеорологических станций и бассейновой информацией, реализованные в работах В.Г. Глушкова, М.И. Будыко, А.Н. Бефани, В.С. Мезенцева, А.Н. Костякова, В.А. Снытко, Д.А. Буракова, П.С. Кузина и В.И. Бабкина, А.Н. Антипова, Р.К. Клиге, А.Г. Исаченко, В.М. Котлякова, А.М. Комлева, И.В. Карнацевича, Ю.П. Михайлова, М.К. Гавриловой, В.М. Калинина, В.И. Булатова, Ю.П. Селиверстова, Л.М. Корытного, Б.П. Ткачева, В.А. Земцова могут быть дополнены в отношении экстраполяции на неисследованные ландшафты результатов гидролого-климатических измерений и расчетов. До сих пор существуют нерешенные вопросы пространственных взаимосвязей между географической информацией точки, линии и поля, которые по нашему мнению могут решаться с помощью ГИС-картографирования полей изолиний.

Необходимость выделения зоны с оптимальными гидролого-климатическими условиями природопользования связана с выбором критериев для количественной индикации ее природных рубежей на картах. Наиболее генетически обоснованно, комплексно и всесторонне вопросы количественной гидролого-климатической характеристики зон увлажнения решаются с использованием метода ГКР.

Объектом исследования в диссертационной работе является гидролого-климатический процесс, как источник развития геосистем, а также пространственно-временные структуры элементов водного и теплового балансов деятельной поверхности и приземного слоя атмосферы.

В предметную область исследования входят географические закономерности глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования, закономерности функционирования ее геосистем, пространственно-временной динамики ее рубежей на суше в связи с возможными изменениями климата, а также исследование условий ее естественной тепловлагообеспеченности, геоэкологических проблем и направлений рационального природопользования.

Целью исследования является обоснование метода выделения глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования, изучение ее географических закономерностей и исследование пространственно-временной динамики этой зоны в связи с современными климатическими тенденциями.

Для достижения цели исследования решались следующие **основные задачи**:

1. Анализ существующих теоретических подходов к изучению тепловлагооборота деятельного слоя как важнейшего фактора формирования ландшафта и выбор метода количественной оценки условий естественной тепловлагообеспеченности территорий.
2. Выполнение тепловоднобалансовых расчетов для среднего года и конкретных лет (за период 1936–2006 гг.) по внутригодовым интервалам и обобщение результатов расчетов гидролого-климатических характеристик с целью выявления пространственно-географических и временных закономерностей

зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западной Сибири.

3. Составление ГИС-карт и анализ полей изолиний расчетных гидролого-климатических характеристик и гидролого-климатического профиля Западно-Сибирской равнины с выделением территорий с оптимальными гидролого-климатическими условиями для аграрного природопользования и выполнением количественной оценки возобновляемых природных ресурсов и комплексных характеристик естественной тепловлагообеспеченности.
4. Географическое осмысление проблемы выделения зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования и поиск количественных критериев, позволяющих определить местоположение ее рубежей. Разработка метода выделения зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования на примере Западно-Сибирской равнины и визуализации ее гидрологических рубежей.
5. Анализ гидролого-климатического функционирования геосистем в пределах исследуемой зоны и соседней бессточной области Западной Сибири в условиях распространения плоско западного микрорельефа, количественная оценка перераспределения атмосферного увлажнения по его элементам и разработка региональной методики расчета дефицитов увлажнения при орошительно-мелиоративном освоении лесостепных и степных ландшафтов юга Западной Сибири в целях решения проблемы продовольственной безопасности.
6. Исследование географических закономерностей, анализ местных особенностей и геоэкологических проблем в пределах глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования на континентах. Количественная оценка величины возможных ее пространственных смещений под влиянием климатических колебаний на примере Западной Сибири.

Методы исследования, исходные данные, достоверность и обоснованность результатов

Основным подходом диссертационного исследования является принцип совместного анализа процессов преобразования тепла и влаги с учетом соблюдения фундаментальных законов сохранения энергии и вещества. Реализация данного принципа осуществлена при совместном решении уравнений теплового и водного балансов и уравнения связи балансовых элементов, определяющего соотношение между гравитационным и тепловым типами дренирования суши (стоком и испарением).

В исследованиях был использован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР) (Мезенцев, 1957, 1993), опыт применения которого для различных по природным условиям территорий России и сопредельных государств показал достаточную точность. Тепло-воднобалансовые расчеты и географический анализ структур теплового и водного балансов выполнялись с использованием современного подхода к оценке теплоэнергетических ресурсов климата и испарения, учитывающего для условий криолитозоны сезонные теплоэнергетические затраты на нагревание и протаивание снега и мерзлого грунта (Карнацевич, 1989, 1991).

При анализе методов исследования условий естественной тепловлагообеспеченности территорий и оценке водных ресурсов водосборов подтайги, лесостепи и степной зоны использовались работы М.А. Великанова, М.И. Бурдыко, Н.Н. Иванова, С.И. Харченко, А.М. Алпатьева, Б.В. Полякова, Г.Т. Селянинова, А.М. Комлева, В.А. Троицкого, К.П. Вознесенского, К.Я. Кондратьева, А.Г. Исаченко, Г.А. Плиткина, В.М. Калинина, В.И. Булатова, В.И. Бабкина, А.Н. Антипова, В.Н. Русакова, Г.В. Белоненко, Д.А. Буракова, С.П. Никитина, В.А. Земцова, Б.П. Ткачева.

При анализе пространственно-временной динамики зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования в связи с возможным изменением климата использованы работы Г.В. Грузы, Э.Я. Раньковой, С.Г. Добровольского, А.А. Величко, Ю.А. Израэля, А.В. Павлова, О.Д. Сиротенко, П.А. Каплина, А.О. Селиванова, Р.К. Клиге, Л.С. Евсеевой, Э.Г. Коломыца, К.Я. Кондратьева, К.Я. Котлякова, И.Г. Грингофа, И.М. Школьника, В.П. Мелешко, В.М. Катцова, Н.И. Базилевич, Ю.И. Винокурова, В.А. Понько, В.П. Галахова, Н.И. Быкова, а также материалы Международной группы экспертов по проблеме изменения климата и Четвертого национального сообщения об изменениях климата.

Исходные и полученные в ходе расчета ряды элементов водного и теплового балансов и гидролого-климатических характеристик проверены общепринятыми статистическими методами на однородность, нормальность распределения, цикличность, статистические тренды, а теснота связей и значимость полученных эмпирических зависимостей оценена с помощью коэффициентов корреляции и стандартных критериев.

В диссертации использованы актинометрические, метеорологические, климатологические, геокриологические и гидрологические материалы, опубликованные в кадастровых изданиях, справочниках, бюллетенях, атласах, монографиях, периодических изданиях. Исходными данными для воднобалансовых расчетов и последующей количественной индикации местоположения гидрологических рубежей зоны в условиях Западной Сибири послужили материалы региональных УГМС. На их основе были получены результаты средних годовых, ежегодных, месячных и декадных (за период инструментальных наблюдений с 1936 по 2006 г.) расчетов элементов водного баланса и тепловлагообеспеченности для 238 метеостанций (элементарных водосборов) Западно-Сибирской равнины и 240 метеостанций Салаиро-Кузнецкого междуречья Оби и Енисея (1936–1979 гг.).

Автором использованы материалы, полученные в ходе работы над кандидатской диссертацией (Одесский ГМИ, 1980–1983 гг.), материалы составленных при участии соискателя отчетов по научно-исследовательской работе кафедры сельскохозяйственного водоснабжения и гидрологии Омского государственного аграрного университета (ОмСХИ) за 1984–1988 гг. и кафедры физической географии Омского государственного педагогического университета за 2004–2008 гг.

При исследовании географического местоположения гидролого-климатических рубежей были использованы карты Физико-географического,

Агроклиматического, Большого атласов мира, Экологического и Национального атласов РФ и Атласа мирового водного баланса.

При построении карт полей изолиний гидролого-климатических характеристик использованы: метод векторной картографии, картографические возможности программных продуктов Surfer, Mapinfo и базы данных гидролого-климатической информации, полученной в ходе тепло-воднобалансовых расчетов. В ходе этих расчетов использовалась программа на языке Visual Basic в Excel, составленная А.А. Распоповым (2003).

Научная новизна работы

1. Впервые на основе обобщения информации, полученной в ходе тепло-воднобалансовых расчетов по методу ГКР, дано обоснование и разработан метод выделения глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования (на примере Западной Сибири). Проанализированы геоэкологические проблемы функционирования геосистем в различных частях этой глобальной зоны, связанные с ее возможной пространственной миграцией в результате колебаний климата.
2. Для визуализации этой зоны на картах впервые предложены пространственно-динамические рубежи – гидролого-климатический и гидрографический, выявлена и количественно обозначена их пространственная взаимосвязь. Исследована взаимосвязь зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования и ее гидрологических рубежей с другими видами районирования (агроклиматическим, ландшафтно-экологическим, физико-географическим, рекреационным) с целью дополнения географического образа территорий
3. Впервые предложена гидролого-почвенно-мелиоративная квазиконстанта для количественной индикации на картах местоположения гидрографического рубежа зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования.
4. Впервые для оценки распределения по зонам увлажнения возобновляемых гидролого-климатические ресурсов Западной Сибири (комплекса генетически взаимосвязанных характеристик естественной тепловлагообеспеченности) использованы пространственные горизонтальные градиенты, а сами характеристики представлены в виде ГИС-карт полей изолиний и гидролого-климатического профиля
5. Соискателем разработана региональная методика расчета норм гидромелиоративного освоения ландшафтов зоны в целях решения проблемы продовольственной безопасности в условиях Западной Сибири и предложены результаты количественной оценки перераспределения атмосферного увлажнения по элементам плоско-западного микро рельефа ее южной части.
6. Впервые с помощью статистических трендов элементов водного баланса и комплексных гидролого-климатических характеристик на примере зональных ландшафтов Западной Сибири изучена пространственно-временная динамика зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования. Впервые тренды генетически взаимосвязанных элементов теплового и водного балансов и комплексных характеристик естест-

венной тепловлагообеспеченности использованы для анализа пространственно-временной изменчивости границ природных зон. Сделаны выводы о стабильности местоположения границ природных зон на юге Западной Сибири за период 1973–2006 гг.

Практическая значимость работы

Результаты работы востребованы практикой тепловоднобалансовых исследований и расчетов применительно к территориям как отдельных регионов, так и суши в целом, в процессе решения ряда проблем, таких как проблема изменения климата, проблема рационального природопользования и решения продовольственной задачи путем гидромелиорации ландшафтов в условиях глобального потепления, проблема изучения естественных условий увлажнения и теплообеспеченности полосы основного расселения Земли.

Практическим итогом работы явились: основные положения метода выделения зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования и ее гидрологических рубежей с помощью количественных индикаторов; систематизация результатов водно-балансовых расчетов, их интерпретация и географический анализ в пределах глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования; исследование временных тенденций элементов водного и теплового балансов и характеристик тепловлагообеспеченности, исследование пространственно-временной динамики зоны (на примере Западной Сибири); количественная оценка перераспределения влаги по элементам микрорельефа и методика расчета дефицитов увлажнения для гидромелиоративного освоения ландшафтов выделенной зоны.

Внедрение материалов исследований

Теоретические разработки, методические и практические рекомендации автора использованы в научном обеспечении экологической экспертизы Проекта Южно-Омской оросительной системы (Омский государственный аграрный университет, факультет водохозяйственного строительства, 1984–1988 гг.); в ходе работы по теме НИР «Исследования и картографирование важнейших возобновляемых природных ресурсов Западной Сибири» (Омский государственный педагогический университет, географический факультет, 2004–2008 гг.); используются в виде отчетов, монографий, учебных пособий, атласов в Омском региональном отделении Русского географического общества (ОРО РГО), в Федеральном Государственном учреждении «Территориальный фонд информации о природных ресурсах» (ФГУ ТФИ по Омской области), а также в учебном процессе Омского государственного педагогического университета.

Соискателем получены акты о внедрении материалов научных исследований: при разработке экспозиции по разделу «Природа Омской области» в Государственном учреждении культуры Омской области Омском государственном историко-краеведческом музее; в проектной фирме ООО Инженерный консалтинговый центр «Промтехбезопасность» (научное консультирование проекта низконапорных плотин на р. Иртыш); в Омском региональном отделении Русского географического общества (научно-экологическая экспертиза предложений Омского регионального отделения Русского географического общества по созданию в Муромцевском районе Омской области национального парка);

при составлении отчетов в ОАО «Омская геологоразведочная экспедиция». На основе материалов диссертационной работы автором разработаны и читаются на кафедре физической географии ОмГПУ лекционные курсы. Результаты научных исследований соискателя используются в учебном процессе и при разработке учебных пособий для студентов специальности География.

Личный вклад автора

Диссертационная работа является продолжением и развитием темы кандидатской диссертации (1983 г.), а также теоретическим обобщением работы автора в рамках научно-исследовательской тематики кафедр ОмГАУ (1984–1988 гг.) и ОмГПУ (2004–2010 гг.) в направлении экстраполяции на глобальном уровне выявленных региональных географических закономерностей зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования. Исследование выполнено при финансовой поддержке ОмГПУ в рамках государственной тематики научных исследований. Автору в рамках данной диссертационной работы принадлежит постановка цели, задач исследования и их реализация. Соавторство оговорено в соответствующих разделах диссертации и в списке публикаций.

Наиболее существенные результаты, полученные лично автором:

- автором диссертации предложен метод выделения зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования, обладающей наиболее подходящими для сельскохозяйственного использования гидролого-климатическими характеристиками, разделяющей области избыточного и весьма недостаточного увлажнения,
- автором предложены гидролого-почвенно-мелиоративные квазиконстанты для количественной индикации гидрологических рубежей исследуемой зоны на картах, позволяющие определять местоположение этих рубежей и дополнить географический образ территорий,
- впервые с помощью современной ГИС-картографии на основе информации Атласа мирового водного баланса и информации, полученной в ходе воднобалансовых расчетов, выполнена визуализация местоположения глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования (на примере Западной Сибири),
- установлена закономерная последовательность чередования геосистем и сходство их гидролого-климатического функционирования в различных частях глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования,
- обобщен опыт количественной оценки перераспределения атмосферной влаги по элементам плоско-западного микрорельефа при гидролого-климатическом функционировании геосистем юга Западной Сибири в пределах бессточных областей исследуемой зоны и сопредельных территорий,
- разработана региональная методика расчета дефицитов увлажнения для планирования оросительно-мелиоративного освоения лесостепных и степных ландшафтов юга Западной Сибири,
- впервые по природным зонам юга Западной Сибири выполнен анализ трендов полученных в ходе расчетов по методу ГКР элементов водного баланса и ком-

плексных характеристик естественной тепловлагообеспеченности, который показал, что в условиях современных климатических тенденций при переходе от периода относительного похолодания (1936–1972 гг.) к периоду относительно потепления (1973–2006 гг.) местоположение границ природных зон юга Западной Сибири пока остается неизменным.

Апробация результатов исследования

Основные теоретические положения и практические результаты докладывались на конференциях и научных семинарах в Омском государственном педагогическом и аграрном университетах (2006–2010), в Алтайском государственном университете (2007), заседаниях Омского отдела Русского географического общества (2008). Консультации и обсуждения также имели место в Алтайском, Тюменском и Томском государственных университетах (2007, 2009). Результаты и выводы диссертации докладывались автором и обсуждались на международных, всероссийских и межрегиональных научно-практических конференциях в Одессе (1983), Усть-Каменогорске (1990), Перми (1993), Таре (1995), Челябинске (2006), Тюмени (2007), Омске (1984–1994, 1999, 2002, 2004, 2006–2010), Москве, МГУ (2006), Пензе (2007, 2008), Иркутской сельхозакадемии (2009) и Томском ГУ (2009).

Основные теоретические положения и результаты исследования опубликованы в семи статьях в журналах списка ВАК, в разделах четырех монографий, в зарубежном журнале «Вестник Брестского ГТУ» (2009), обсуждались на Международных высших гидрологических курсах ЮНЕСКО (Москва, МГУ, 1993), на международных конференциях: Международной научной конференции «Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха» (Пермь, 1993); Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Омского регионального отделения РГО (Омск, 2002); Международной научно-практической конференции «Проблемы управления и рационального использования водных ресурсов бассейна реки Иртыш» (Омск, 2004); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы реки Иртыша и водообеспечения Омской области: пути их решения» (Омск, 2006); XII-ой Международной научно-практической ландшафтной конференции, Секция «Ландшафтоведение и образование» (Москва, 2006); VI-ой Международной научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2008); I, II, III Международной научно-практических конференциях «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона» (Омск, 2006, 2008, 2010); Международной научно-практической конференции «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» (Иркутск, 2009); VIII Международной научно-практической конференции «Сибирская деревня: история, современное состояние и перспективы развития» (Омск, 2010), а также других конференциях всероссийского и регионального масштабов.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит введения, основного текста диссертации, изложенного в 5 главах на 285 страницах, заключения, списка литературы и приложения из 8 таблиц.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность за советы и рекомендации научному консультанту д.г.н., профессору И.В. Карнацевичу, профессорам – А.Н. Антипову, А.Т. Напрасникову, В.В. Козину, Р.К. Клиге, В.С. Ревякину, Г.В. Белоненко, Н.Б. Поповой, Д.А. Буракову, В.М. Калинин, Н.А. Калининко, Л.В. Березину, В.Н. Русакову, В.А. Земцову, Б.П. Ткачеву. Всю научную деятельность соискателя в значительной мере определило неоценимое влияние, которое на раннем этапе научных исследований было оказано д.г.н., профессором В.С. Мезенцевым. Большая помощь и поддержка на ранних этапах была оказана также профессорами А.Н. Бефани, Н.Ф. Бефани, А.Г. Иваненко, Е.Д. Гопченко. Представленная работа была бы невозможна без поддержки руководства Омского государственного педагогического университета, президиума Омского отделения РГО и поддержки коллег по факультетам географии ОмГПУ, водохозяйственного строительства и землеустройства ОмГАУ. Всем специалистам и коллегам автор выражает глубокую благодарность.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Метод выделения зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования позволяет дополнить и уточнить современные научные представления по вопросам агроклиматического, физико-географического, рекреационного и ландшафтно-экологического районирования, дополнить географический образ территории

Автором выполнен анализ истории развития представлений о зоне оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования, рассматриваемой при проведении агроклиматического, ландшафтно-экологического, физико-географического, рекреационного и других видах районирования. Изложены принципы гидролого-климатического районирования, используемого в данной работе для обоснования выделяемой зоны. Изложена концепция, метод выделения зоны и подходы к топологической индикации рубежей граничной зоны между областями избыточного и весьма недостаточного увлажнения как зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования (рис. 1, 2). Впервые для выполнения гидролого-климатического районирования использованы поля изолиний балансовых элементов, полученные с помощью ГИС.

Одним из природных рубежей глобальной зоны *оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования* является *гидролого-климатический рубеж* – граница оптимума между областями избыточного и недостаточного увлажнения – линейное местоположение на карте естественных условий, при которых наблюдается полностью оптимальное соотношение ресурсов влаги и тепла. Эти условия пространственно соответствуют единичному значению среднего годового коэффициента увлажнения ($KX/Zm=1,0$) или нулевому значению среднего годового дефицита увлажнения ($\Delta H=KX-Zm=0$) и

являются *верхним уровнем оптимальности увлажнения* для большинства сельскохозяйственных культур на уровне средней годовой влажности наименьшей влагоемкости ($W_{ср}=W_{нв}$ или $V_{ср}=W_{ср}/W_{нв}=1,0$).

Вторым рубежом выделяемой зоны является *гидрографический рубеж* – линейное местоположение на карте естественных условий, при которых *исчезает речная сеть*, образованная местным стоком, и наблюдается *минимально оптимальное для растениеводства соотношение ресурсов влаги и тепла*, обеспечивающее влажность почвы на уровне разрыва капилляров почвы (практически равном влажности завядания для большинства сельхозкультур).

Пограничная зона оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования отделяет область избыточного увлажнения от аридной области с весьма недостаточным увлажнением. В этой зоне складываются благоприятные природные условия для сельскохозяйственного освоения: достаточные теплоэнергетические ресурсы климата для выращивания сельскохозяйственных культур, коэффициент увлажнения от верхнего до нижнего уровня оптимальности, средняя годовая влажность почвы на уровне от наименьшей влагоемкости до влажности завядания и разрыва капиллярных связей в почве, благоприятные условия для формирования естественных ландшафтов с растительностью от древесной до травянистой и выращивания большинства сельскохозяйственных культур. В этой зоне в ходе естественной эволюции природных комплексов сформировались благоприятные для пахотного земледелия почвенно-земельные ресурсы, а также имеется не только транзитный, но и местный речной сток для водообеспечения населенных пунктов и развития гидромелиораций, что также является необходимым условием для освоения территорий и развития аграрного землепользования.

В средний год на территории Западной Сибири зона *оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования* охватывает юг лесной зоны – подтайгу, а с учетом колебания увлажнения в сухие и влажные годы с различной структурой водного и теплового баланса (при обеспеченности 20 и 80 %) она включает также лесостепь и южную тайгу.

Предложены количественные критерии для оценки географического местоположения гидрологических рубежей зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования на примере Западной Сибири и континентов (рис.1, 2, 3). На основе использования полей изолиний характеристик естественной тепловлагообеспеченности исследована взаимосвязь этих рубежей с предложенными гидролого-почвенно-мелиоративными квазиконстантами и агроклиматическими показателями (табл. 1).

Зона оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западной Сибири характеризуется повышенными градиентами полей гидролого-климатических характеристик по сравнению с прилегающими зонами (табл. 2), мигрирует вслед за колебанием местоположения гидролого-климатического и гидрографического рубежей (рис. 3) в соответствии с климатическими циклами, характеризуется определенными количественными значениями балансовых элементов и шириной в зависимости от конкретных условий.

На гидролого-климатическом рубеже зоны имеются условия для формирования наибольшей фитомассы и биопродуктивности древесной растительности, складываются комфортные гидрологические и климатические условия для проживания населения и освоения природных ресурсов. На ее гидрографическом рубеже сформированы самые плодородные почвы, имеются земельные ресурсы и складываются наиболее благоприятные природные предпосылки для земледелия, осуществляется активная хозяйственная деятельность при одновременной возможности обеспечения нужд водоснабжения и орошения за счет как транзитного, так и местного речного стока. Визуализация этой зоны выполнена с помощью карт (рис. 2, 3) и гидролого-климатического профиля (рис. 4).

Таблица 1 – Диапазоны значений норм элементов водного и теплового баланса, характеристик тепловлагообеспеченности в пределах зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западной Сибири

Норма количественной характеристики для годового и вегетационного периодов среднего года	Диапазон с С на Ю
Положительная составляющая радиационного баланса R^+ , МДж/(м ² ·год)	1100...2000
Положительная составляющая турбулентного теплообмена P^+ , МДж/(м ² ·год)	60...20
Теплоэнергетические ресурсы климата в средний год $T_K=R^+P^+$, МДж/(м ² ·год)	1850...2000
Сезонные криогенные затраты теплоэнергетических ресурсов климата $T_{КРИО}$, МДж/(м ² ·год)	370...210
Теплоэнергетические ресурсы испарения $T_Z=T_K-T_{КРИО}$, МДж/(м ² ·год)	1570...1600
Криоклиматический коэффициент $\gamma_{КРИО}=T_{КРИО}/T_K$, доли ед.	0,19...0,12
Климатический коэффициент адвекции $\alpha_{adv}=P^+/T_K$, доли ед.	0,03...0,00
Средние годовые затраты тепла на испарение $L \cdot Z$, МДж/(м ² ·год)	1170...1000
Отрицательный турбулентный теплообмен P^- , МДж/(м ² ·год)	400...600
Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов испарения $Zm=T_Z/L$, мм/год	600...700
Сумма атмосферных осадков KX , мм/год	600...400
Суммарное испарение Z , мм/год	460...380
Суммарный климатический сток Y , мм/год	150...30
Годовой коэффициент стока $\eta=Y/KX$, доли ед.	0,25...0,05
Коэффициент увлажнения в средний год $\beta_H=KX/Zm$, доли ед.	1,0...0,65
Средняя годовая относительная влажность почвы $V_{ср}=W_{ср}/W_{нв}$, доли ед.	1,0...0,65
Годовой дефицит атмосферного увлажнения ΔKX , мм/год	0...-280
Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов климата и испарения за вегетационный период среднего года Zm_{05-08} , мм/май-август	480...550
Сумма атмосферных осадков за вегетационный период KX_{05-08} , мм/май-август	350...250
Суммарное испарение за вегетационный период среднего года Z_{05-08} , мм/май-август	360...300
Коэффициент увлажнения за вегетационный период $\beta_{H 05-08}$, доли ед./май-август	1,00...0,65
Средняя относительная влажность почвы за вегетационный период $V_{ср 05-08}$, доли ед./май-август	1,00...0,65
Относительное испарение за вегетационный период среднего года $\beta_{z 05-08}=Z_{05-08}/Zm_{05-08}$, доли ед./май-август	0,85...0,45
Дефицит атмосферного увлажнения за вегетационный период ΔH_{05-08} , мм/май-август	0...-300

Таблица 2 – Пространственные градиенты гидролого-климатических характеристик для областей увлажнения Западной Сибири (на 100км по 75° в.д.)

Гидролого-климатическая характеристика (норма)	Горизонтальный градиент		
	Область увлажнения		
	избыт.	оптим.	недост.
Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов испарения Z_m год, мм/год/100км	17,5	20,0	17,5
Сумма атмосферных осадков $KX_{год}$, мм/год/100км	25,0	37,5	16,0
Суммарное испарение $Z_{год}$, мм/год/100км	5,0	15,0	10,0
Суммарный климатический сток $U_{год}$, мм/год/100км	22,5	25,0	10,0
Коэффициент увлажнения $\beta_{H_{год}}$, доли ед./год/100км	0,08	0,10	0,05
Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов испарения за вегетационный период $Z_{m_{05-08}}$, мм/май–август/100км	12,5	15,0	12,0
Сумма атмосферных осадков за вегетационный период KX_{05-08} , мм/май–август/100км	45,0	25,0	10,0
Суммарное испарение за вегетационный период Z_{05-08} , мм/май–август/100км	5,0	11,8	10,0
Суммарный климатический сток за вегетационный период Y_{05-08} , мм/май–август/100км	22,5	25,0	10,0
Коэффициент увлажнения за вегетационный период $\beta_{H_{05-08}}$, доли ед./май–август/100км	0,08	0,08	0,05
Относительная влажность почвы за вегетационный период $V_{ср_{05-08}}$, доли ед./май–август/100км	0,65	0,68	0,30
Относительное испарение за вегетационный период $\beta_{Z_{05-08}}$, доли ед./май–август/100км	0,025	0,100	0,038

2. Рубежи выделяемой зоны топологически связаны между собой и представляют собой не линии, а динамические зоны. Количественная индикация гидрологических рубежей с помощью гидролого-почвенно-мелиоративных квазиконстант позволяет определять их местоположение на гидролого-климатических картах

Изменение местоположения гидрологических рубежей выделяемой зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования на картах изолиний характеристик естественной тепловлагообеспеченности в годы определенной повторяемости (обеспеченности) дает представление о рубежах как о взаимосвязанных динамических зонах. С использованием полей изолиний характеристик естественной тепловлагообеспеченности проведена количественная индикация этих рубежей при помощи гидролого-почвенно-мелиоративных квазиконстант. Эти квазиконстанты отражают пространственную взаимосвязь интервалов стоковых, влажностных и мелиоративных количественных показателей, характерных для рубежей выделяемой зоны (рис. 1, 2).

Обобщение полученных в ходе расчетов энергетических характеристик климата и водных эквивалентов теплоэнергоресурсов испарения в виде полей изолиний на примере Западной Сибири (рис. 5, 6) позволили изучить географические закономерности их пространственного распределения и временную

изменчивость, определить гидролого-почвенно-мелиоративные константы для индикации рубежей исследуемой зоны. С помощью анализа по методу И.В. Карнацевича полей структурных характеристик теплового баланса (коэффициента тепловой адвекции α_{adv} и криоклиматического коэффициента $\gamma_{крио}$), теплоэнергетических ресурсов процесса испарения T_z и Zm уточнены представления о структурах теплового баланса северной части Евразии и территории Западной Сибири (рис. 7). Для характеристики структуры теплового баланса (табл. 3) наряду с адвективной составляющей P^+ теплоэнергоресурсов климата T_k предложено использовать показатели тепловой адвекции α_{adv} и континентальности климата α_s , полученные в ходе теплобалансовых расчетов. Для характеристики криогенности климата и оценки сезонных криогенных затрат $T_{крио}$ получено поле криоклиматического коэффициента $\gamma_{крио}$ (рис. 5).

На примере Западной Сибири также исследована структура водного баланса (рис. 8), географические закономерности полей элементов водного баланса и гидролого-климатических характеристик естественной тепловлагообеспеченности (часть из которых представлена на рис. 9–11), в том числе при различной толщине деятельного слоя и с учетом влияния грунтовых вод на процесс суммарного испарения и стока (табл. 4 – 7). Исследованы географические закономерности территориального распределения полученных в ходе расчетов элементов водного баланса и характеристик естественной тепловлагообеспеченности, их временная изменчивость и влияние ее на функционирование ландшафтов Западной Сибири.

Количественная индикация рубежей выделяемой зоны с помощью гидролого-почвенно-мелиоративных квазиконстант позволяет определять местоположение гидрологических рубежей на гидролого-климатических картах.

Таблица 3 – Средние годовые элементы теплового баланса и коэффициенты структуры уравнения теплового баланса для Западной Сибири

Станция	P^+ МДж/м ²	T_k МДж/м ²	T_z МДж/м ²	$T_{крио} = T_k - T_z$ МДж/м ²	$\gamma_{крио} = T_{крио} / T_k$	$\alpha_{adv} = P^+ / T_k$	$\alpha_s = 1 - \alpha_{adv}$	K_{xp}	$Zm = T_z / L$ мм
Салехард	110	1573	1079	494	0,31	0,07	0,93	0,87	419
Тарко-Сале	140	1558	1155	403	0,26	0,09	0,91	0,86	389
Сургут	87	1747	1310	437	0,25	0,05	0,95	0,88	529
Тобольск	60	1910	1630	280	0,15	0,04	0,96	0,88	649
Омск	39	1936	1670	266	0,14	0,02	0,98	0,88	691
Кустанай	15	2044	1919	125	0,06	0,01	0,99	0,90	764
Павлодар	10	2070	1994	76	0,04	0,00	1,00	0,91	793

Таблица 4 – Режимы элементов теплового и водного балансов среднего года, мм

Характеристика	Зима 10-04	Апр 04	Май 05	Июнь 06	Июль 07	Авг 08	Сент 09	Окт 10	Лето 05-08	Год
<i>Ст. Салехард</i>										
H	10	–	46	206	230	132	57	–	613	681
Zm	10	–	20	79	139	117	54	–	152	419
Z	8	–	19	76	126	94	42	–	314	365
Y	3	–	27	130	104	38	15	–	298	316
Vcp.	1,05	1,05	1,73	1,90	1,40	1,08	1,04	1,05	1,53	1,29
<i>Ст. Омск</i>										
H	30	120	120	35	57	73	51	34	54	438
Zm	30	12	95	149	173	147	98	17	564	691
Z	7	9	72	94	91	67	41	8	325	398
Y	1	2	16	10	5	2	1	0	32	36
Vcp.	0,72	0,91	0,95	0,78	0,67	0,61	0,57	0,62	0,75	0,72

Таблица 5 – Средние многолетние годовые элементы водного баланса и характеристики увлажнения при различном положении уровня грунтовых вод $T = hг/hк$

$T = hг/hк$	Zm, мм	KX, мм	G, мм	H _G , мм	Z _G , мм	Y _G , мм	$\beta_{H G} = H_G / Zm$	$\beta_{Z G} = Z_G / Zm$	Vcp _G
Томск $n = 3,0; r = 2,35; W_{нв} = 352$ мм									
5,0	643	637	0	637	508	129	0,991	0,790	0,996
3,0			0	638	508	130	0,992	0,791	0,996
2,0			6	643	511	132	1,001	0,794	1,000
1,5			42	679	524	155	1,056	0,815	1,023
1,0			290	928	584	344	1,442	0,909	1,169
Барнаул $n = 3,0; r = 1,7; W_{нв} = 280$ мм									
5,0	673	613	0	613	508	105	0,911	0,755	0,947
3,0			14	627	515	112	0,932	0,765	0,960
2,0			93	706	547	159	1,049	0,812	1,028
1,5			262	875	54	281	1,301	0,883	1,167
1,0			705	1318	646	672	1,958	0,959	1,485

Таблица 6 – Средняя годовая и летняя влажность почвы Vcp по слоям при различном положении уровня грунтовых вод $T = hг/hк$

Станция	hслоя, см	Год			05 – 08		
		T = 5,0	2,0	1,0	5,0	2,0	1,0
Томск	0–100	0,99	1,03	1,41	1,01	1,05	1,39
	0–50	0,97	1,00	1,32	0,96	0,98	1,29
	0–25	0,96	0,97	1,20	0,93	0,94	1,18
Барнаул	0–100	0,89	0,98	1,44	0,93	1,01	1,47
	0–50	0,86	0,96	1,44	0,88	0,98	1,45
	0–25	0,86	0,96	1,44	0,85	0,95	1,44

$hг$ – глубина залегания уровня грунтовых вод; $hк$ – высота капиллярной каймы, см.

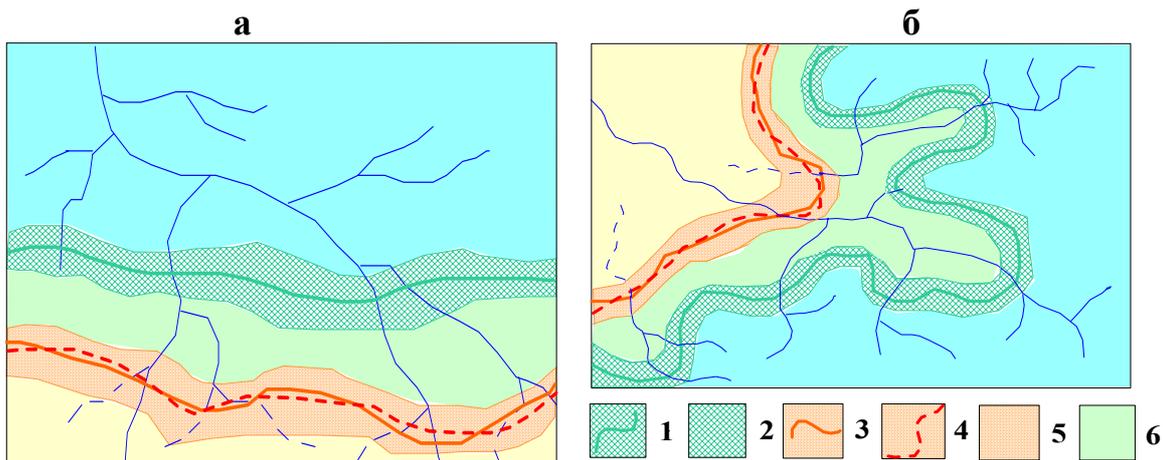


Рисунок 1 – Схема взаимного расположения гидролого-климатического, гидрографического рубежей зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования для равнин (а) и предгорий (б)

- 1** – гидролого-климатический рубеж – линейное местоположение на суше оптимального сочетания тепла и влаги;
- 2** – динамическая граничная зона оптимального соотношения тепла и влаги – область пространственной миграции изолинии оптимального увлажнения по годам с различной структурой водного и теплового балансов повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет, то есть сухих и влажных лет с обеспеченностью 20 и 80% соответственно;
- 3** – гидролого-почвенно-мелиоративная квазиконстанта, принятая в качестве количественного индикатора гидрографического рубежа – среднее значение нормы годового стока в интервале $Y=15...45$ мм/год (нормы годового модуля стока $M=0,5...1,5$ л/(с·км²)), соответствующее предельному минимально оптимальному сочетанию влаги и тепла на уровне $\beta_H=0,6...0,7$ при средней годовой влажности деятельного слоя средних по мехсоставу почв на уровне от влажности разрыва капиллярных связей до влажности завядания, $V_{cp}=0,6...0,7$;
- 4** – гидрографический рубеж – линейное местоположение на суше границы бессточных областей, на которой прерывается речная сеть с постоянным местным стоком;
- 5** – динамическая гидрографическая граничная зона – область пространственной миграции главного гидрографического рубежа по годам с различной структурой водного и теплового балансов повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет, то есть сухих и влажных лет с обеспеченностью 20 и 80%;
- 2, 5, 6** – зона оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования, область, заключенная между крайними положениями гидролого-климатического (1) и гидрографического рубежей (4) с учетом их пространственных колебаний по годам с различной структурой водного и теплового балансов.

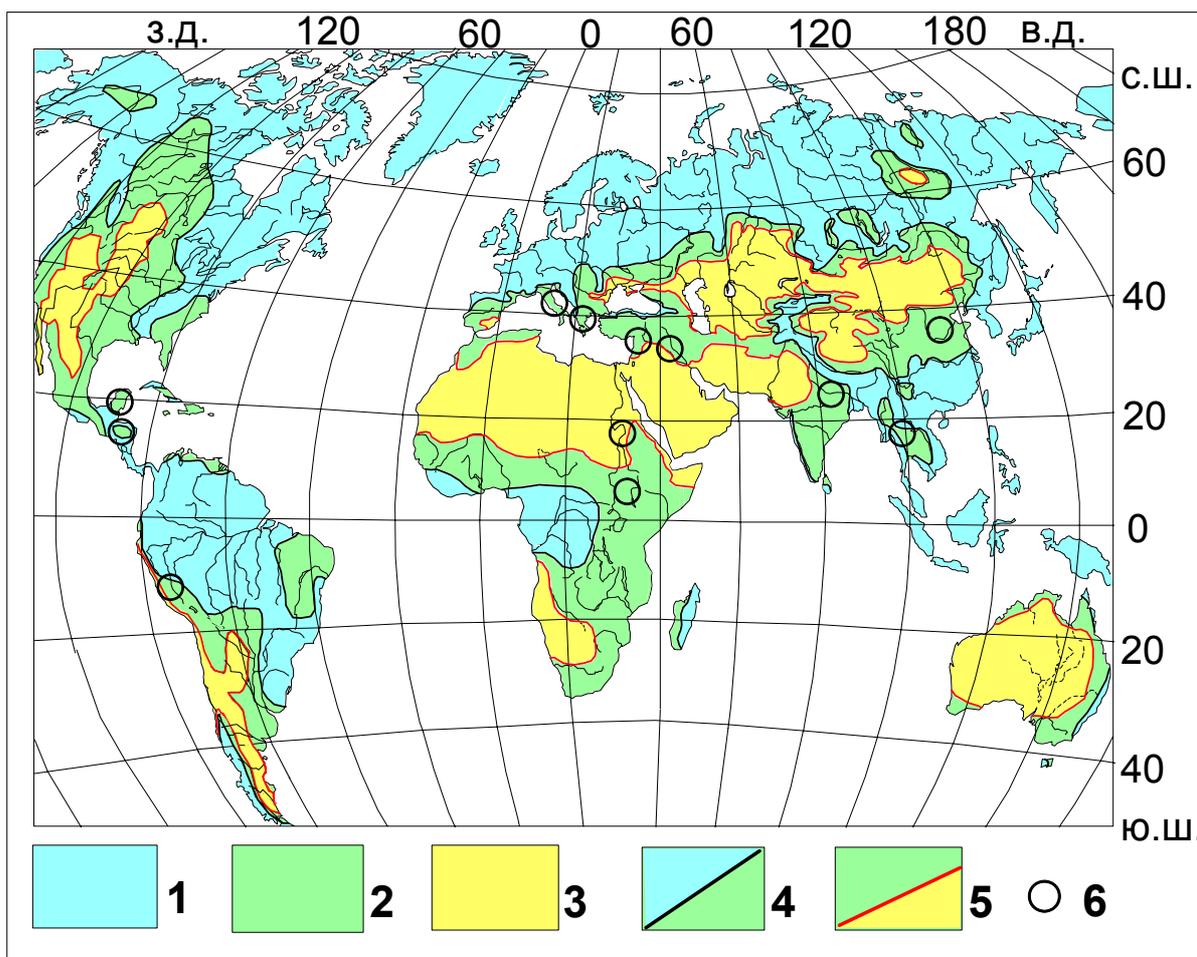


Рисунок 2 – Области увлажнения и пограничная зона оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования

- 1 – область избыточного увлажнения;
 2 – зона оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования;
 3 – область аридная с весьма недостаточным увлажнением, ограниченная главным гидрографическим рубежом, в которой за счет местного стока образуются только временные водотоки и бессточные озера, а транзитные реки не получают местного речного притока (Большой атлас мира, 1999);
 4 – главный гидролого-климатический рубеж, линейное местоположение на суше оптимального сочетания тепла и влаги, пространственно соответствует изолинии нулевого значения дефицита увлажнения по М.И.Будыко по карте увлажнения (Атлас мирового водного баланса, 1974);
 5 – главный гидрографический рубеж, линейное местоположение на суше границы бессточных областей, на которой прерывается речная сеть с постоянным местным стоком, пространственно соответствует изолинии среднего годового слоя стока $\bar{Y}=30$ мм/год, среднего в интервале значений $\bar{Y}=15...45$ мм/год по карте стока (Атлас мирового водного баланса, 1974);
 6 – места формирования древнейших цивилизаций.

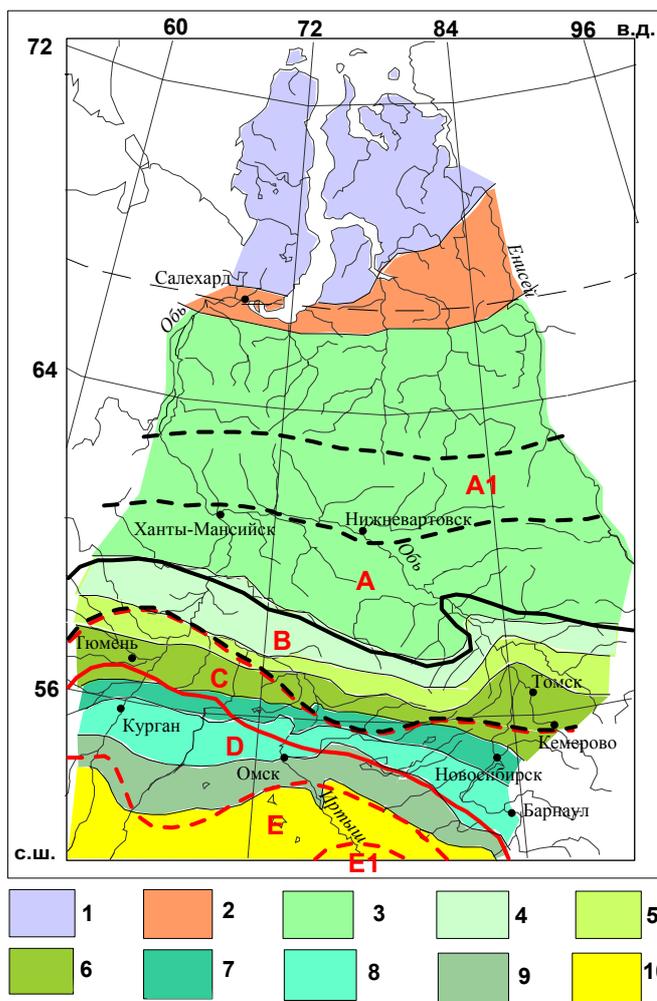


Рисунок 3 –
Гидролого-климатические зоны, природные зоны и зона оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западно-Сибирской равнины

- Природные зоны**
 1–тундра; 2–лесотундра;
 3–северная и средняя тайга;
 4–южная тайга;
 5–смешанные леса;
 6–мелколиственные леса;
 7–северная лесостепь;
 8–центральная лесостепь;
 9–южная лесостепь; 10–степь

Гидролого-климатические зоны (по данным Мезенцев В.С., Карнацевич И.В., 1969)

А – зона избыточного увлажнения в средний и влажные годы и оптимального увлажнения в сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

В – зона избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности во влажный год повторяемостью 1 раз в 5 лет и оптимального увлажнения в средний и сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

С – зона оптимального увлажнения и теплообеспеченности в средний и влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет и недостаточного увлажнения в сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

Д – зона недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности в средний и сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет и оптимального увлажнения во влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

Е – зона весьма недостаточного увлажнения в средний и сухие годы и оптимального увлажнения во влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

А1 – зона весьма избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности;

Е1 – зона весьма недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности.

Зона оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования

А, В, С, Д – зона оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования с учетом среднего, а также сухих и влажных лет повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет;

11 – гидролого-климатический рубеж зоны в средний год и сухие год повторяемостью 1 раз в 5 и 20 лет;

12 – гидрографический рубеж зоны в средний и влажные годы повторяемостью 1 раз в 5 и 20 лет.

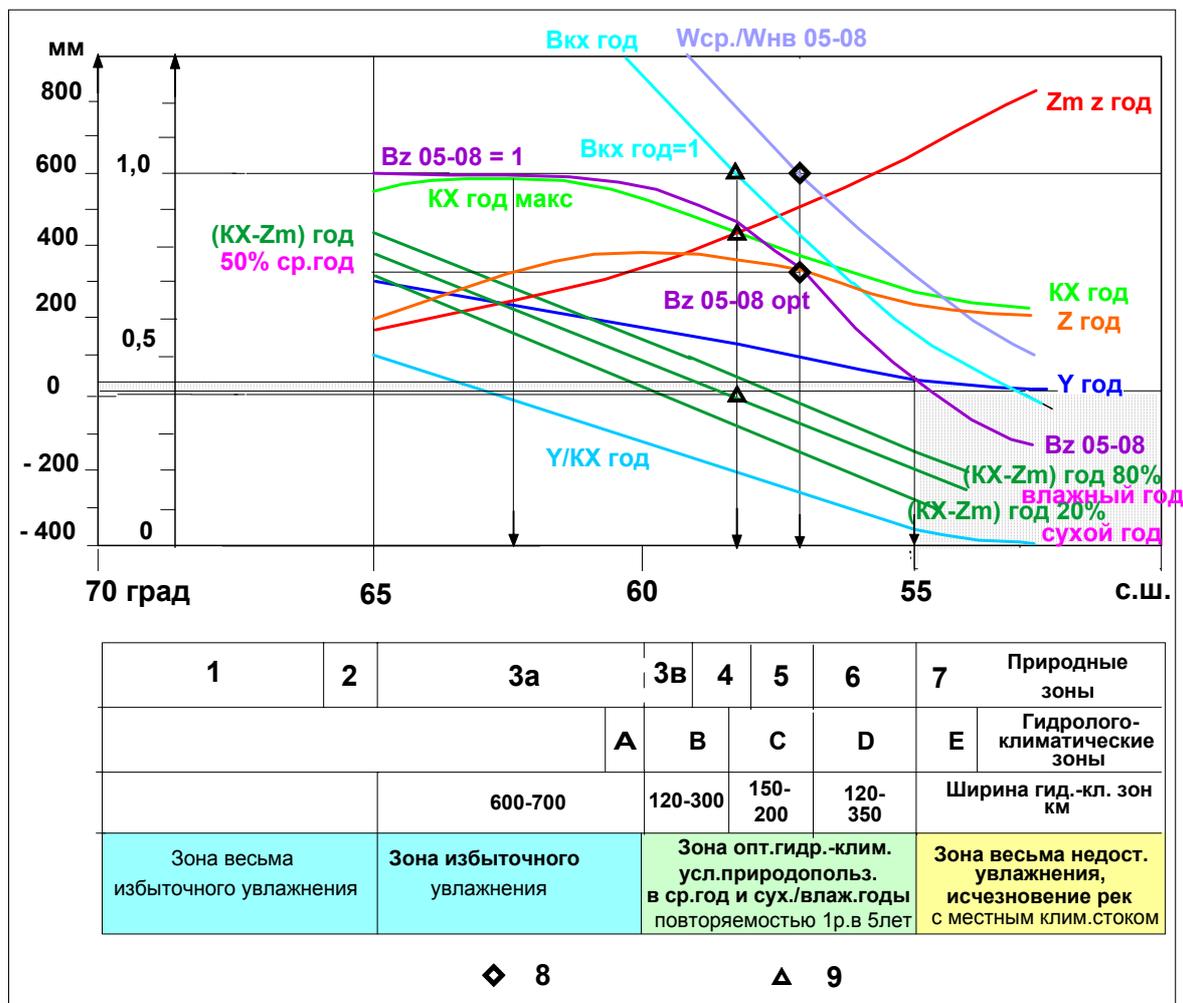


Рисунок 4 – Гидролого-климатический профиль Западной Сибири 75° в.д.

Природные зоны: 1 – тундра, 2 – лесотундра, 3 а – северная и средняя тайга,

3 в – южная тайга, 4 – смешанные леса, 5 – мелколиственные леса, 6 – лесостепь, 7 – степь

Гидролого-климатические зоны (по данным Мезенцев В.С., 1957)

A – зона избыточного увлажнения в средний и влажные годы и оптимального увлажнения в сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет; **B** – зона избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности во влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет и оптимального увлажнения в средний и сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет; **C** – зона оптимального увлажнения и теплообеспеченности в средний и влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет и недостаточного увлажнения в сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет; **D** – зона недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности в средний и сухой год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет и оптимального увлажнения во влажный год повторяемостью не реже 1 раз в 5 лет; **E** – зона весьма недостаточного увлажнения в средний и сухие годы и оптимального увлажнения во влажный год повторяемостью 1 раз в 5 лет

Показатели оптимальности увлажнения и их широтная привязка по 75° в.д.

8 – среднее положение гидролого-климатического рубежа (условий оптимума увлажнения для вегетационного периода) (57° с.ш.):

- оптимальная относительная влажность почвы за вегетационный период среднего года $W_{ср\ 05-08} = W_{ср\ 05-08} / W_{нв} = 1,0$
- оптимальное испарение за вегетационный период $\beta_{z\ 05-08} = Z / Z_m = 0,75 \dots 0,79$, при котором нет перерасхода теплоэнергетических ресурсов на испарение или турбулентный теплообмен

9 – среднее положение гидролого-климатического рубежа (оптимума увлажнения для годового интервала) (58° с.ш.).

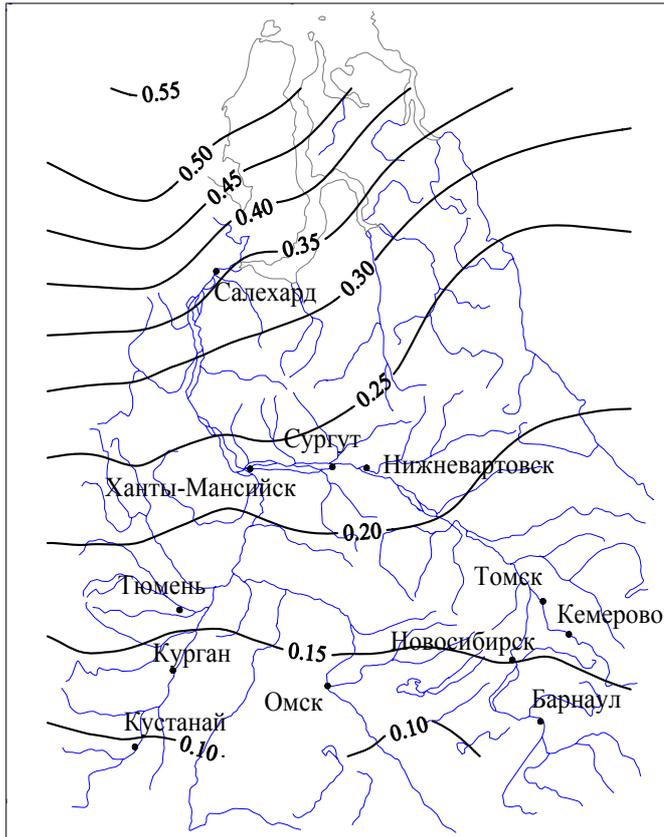


Рисунок 5 –
Криоклиматический
показатель $\gamma_{\text{крио}}$,
характеризующий
сезонные криогенные
затраты ТЭР климата в
весенний период
среднего года
(1936–2006 гг.)

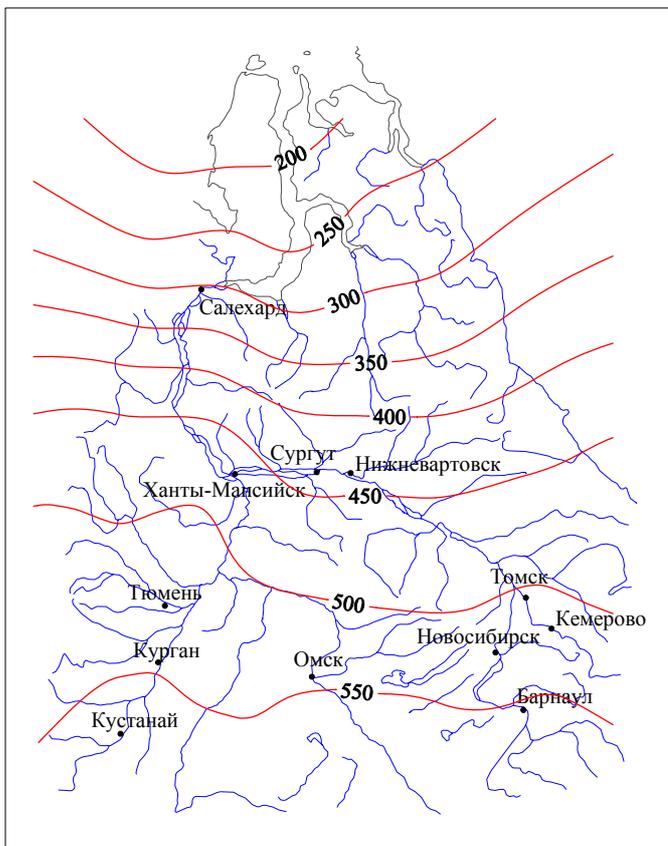


Рисунок 6 –
Максимально
возможное испарение
 $Z_{m_{05-08}}$
за вегетационный
период среднего года
(1936–2006 гг.),
мм/(05–08)

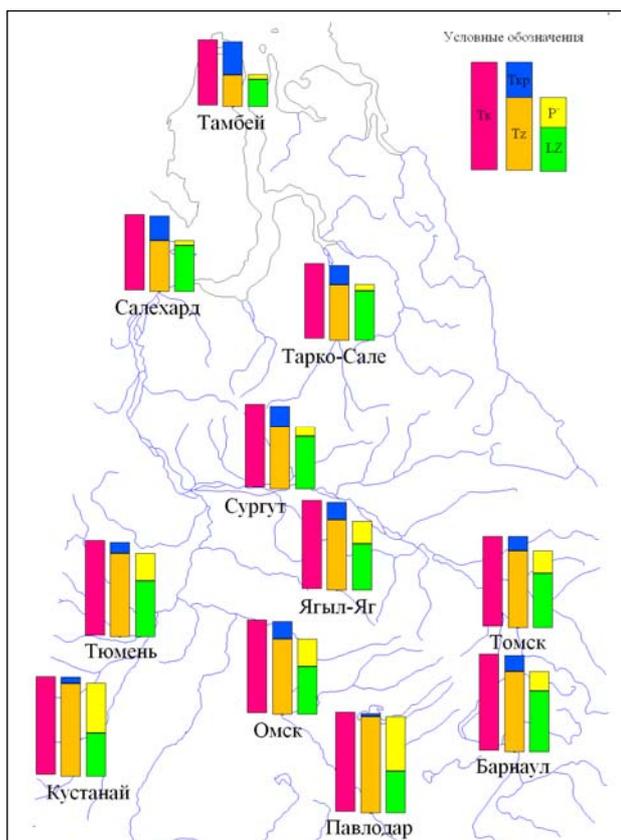


Рисунок 7 –
Структура
теплового баланса
Западной Сибири
в средний год
(1936–2006 гг.)

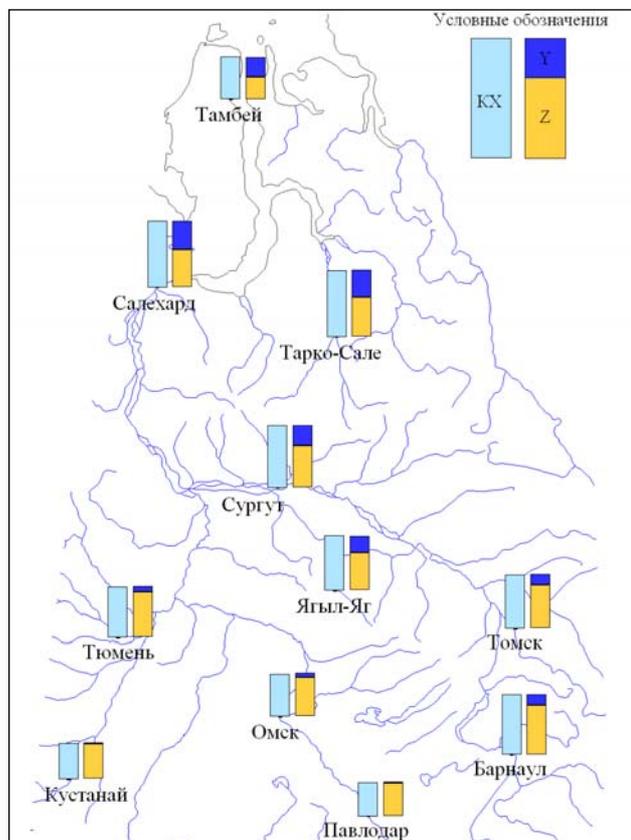


Рисунок 8 –
Структура
водного баланса
Западной Сибири
в средний год
(1936–2006 гг.)

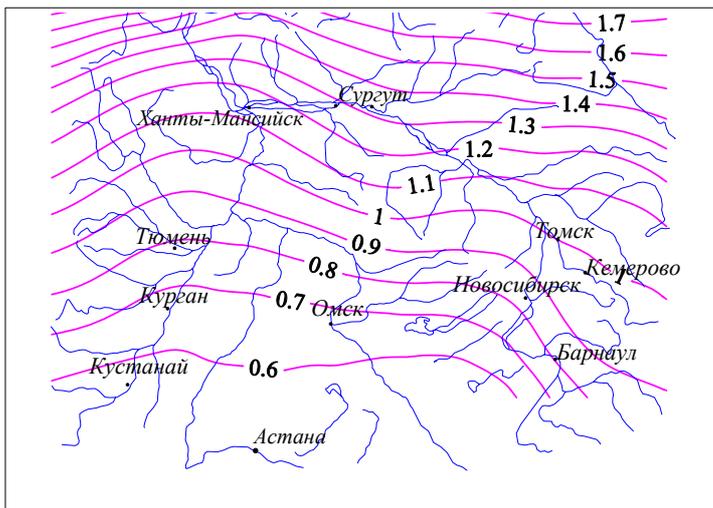


Рисунок 9 –
Коэффициент
увлажнения $\beta_{H 05-08}$
за вегетационный
период в средний год
(1936–2006 гг.)
на юге Западной
Сибири

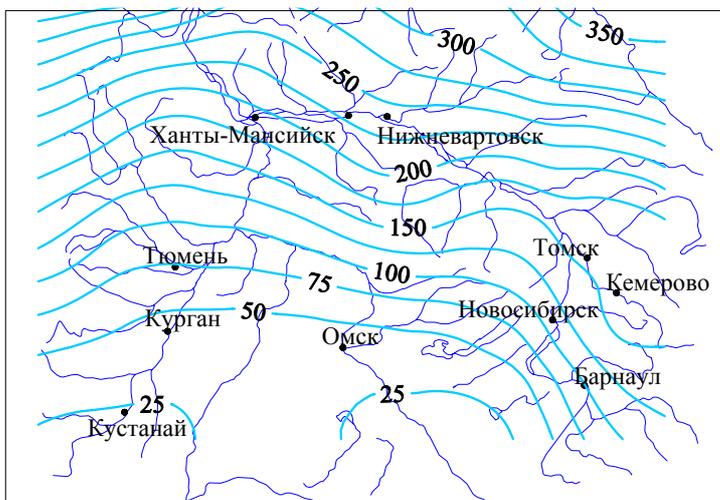


Рисунок 10 –
Климатический сток Y
в средний год
(1936–2006 гг.)
на юге Западной
Сибири, мм/год

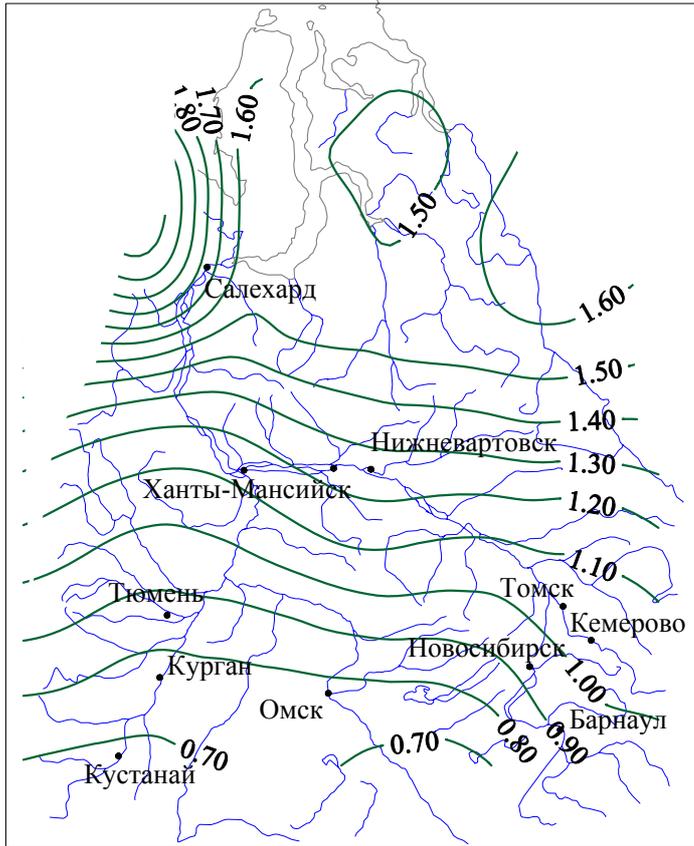


Рисунок 11 а –
Средняя за
вегетационный период
влажность деятельного
слоя $V_{cp05-08}$
в долях наименьшей
влажоемкости на юге
Западной Сибири
в средний год
(1936–2006 гг.)

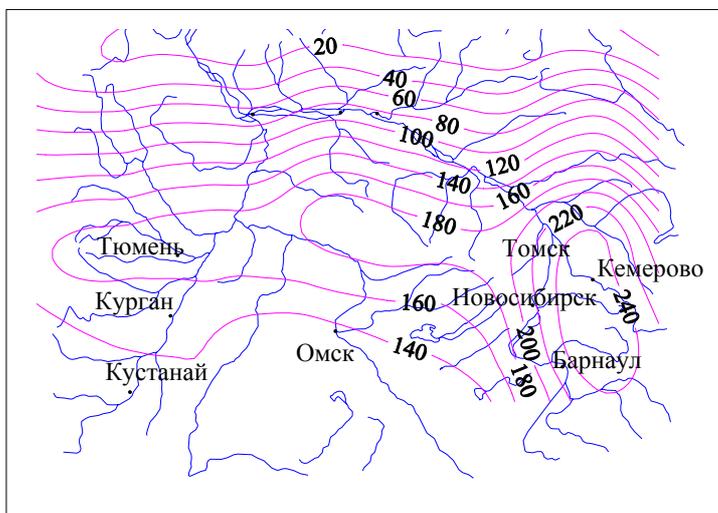


Рисунок 11 б –
Изменение влагозапасов
($W_2 - W_1$)₀₅₋₀₈
в метровом слое
почвогрунта
на юге Западной Сибири
за вегетационный
период среднего года
(1936–2006 гг.),
мм/(05 – 08)

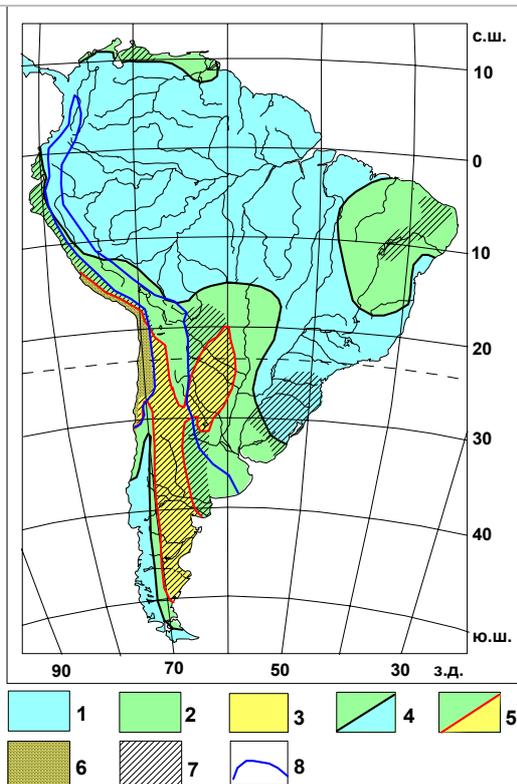
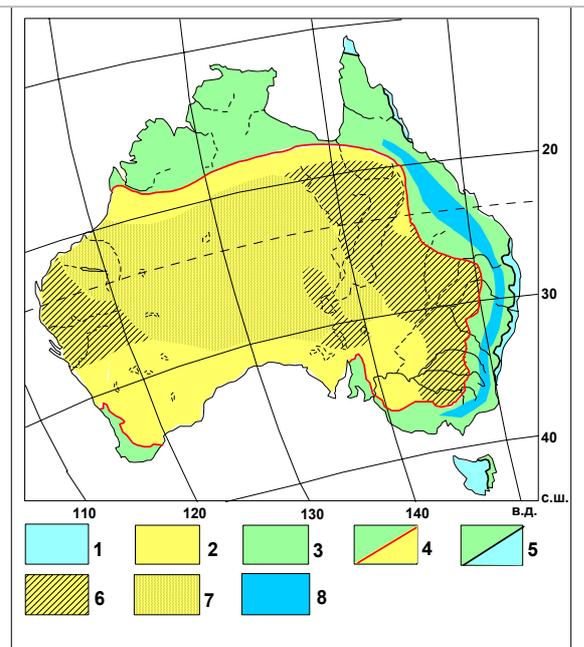
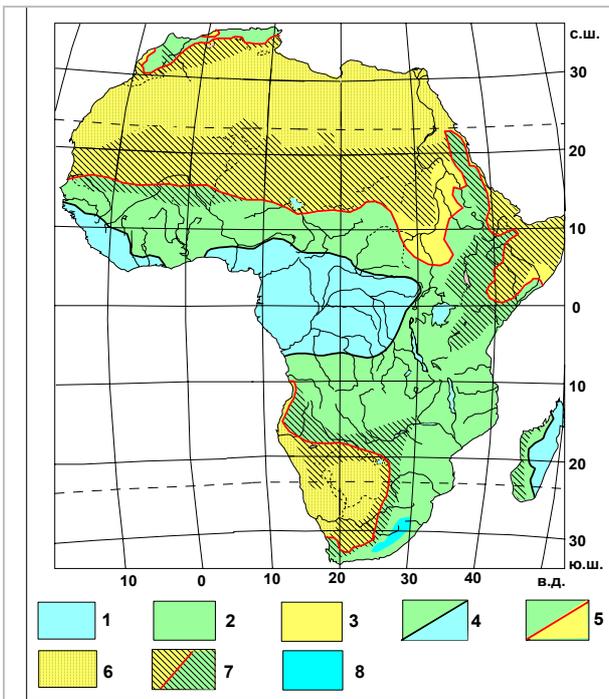


Рисунок 12 а –

Области увлажнения, распространения криолитозоны и опустынивания южных материков

- 1 – область переувлажнения;
- 2 – зона оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования;
- 3 – область весьма недостаточного увлажнения;
- 4 – главный гидролого-климатический рубеж;
- 5 – главный гидрографический рубеж;
- 6 – современные пустыни;
- 7 – области опустынивания (Лавров, Гладкий, 1999; Современные глобальные изменения природной среды, 2006);
- 8 – современная область распространения криолитозоны (многолетней и сезонной мерзлоты) (Данилов, 1998; Современные глобальные изменения природной среды, 2006)

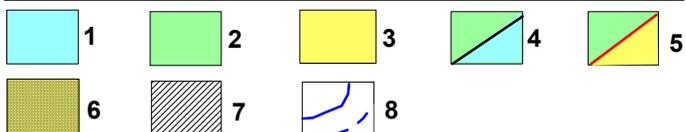
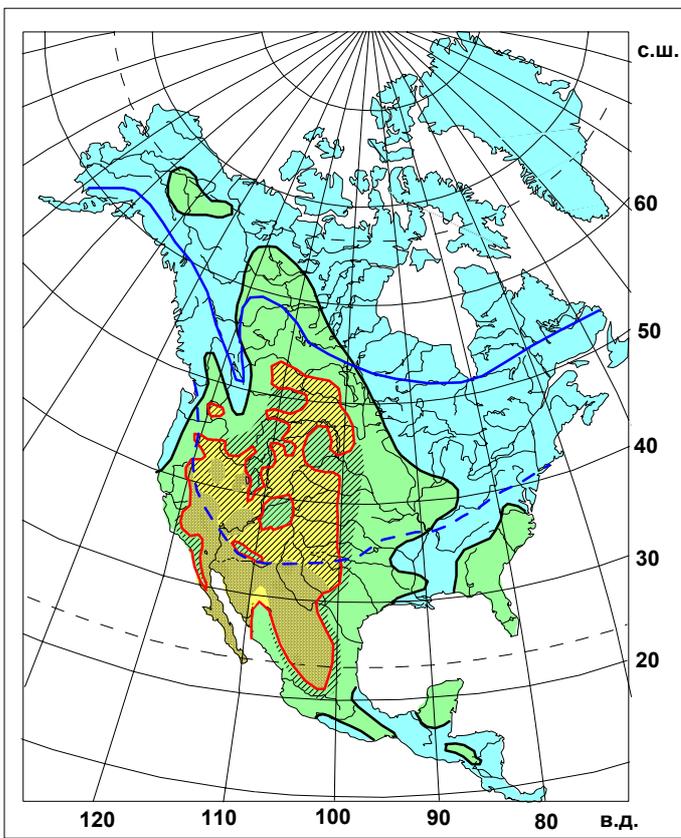
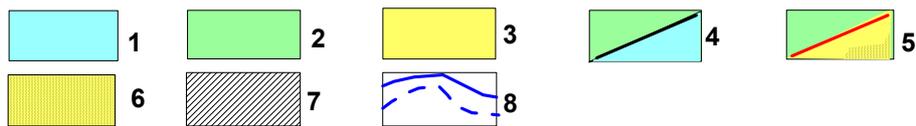
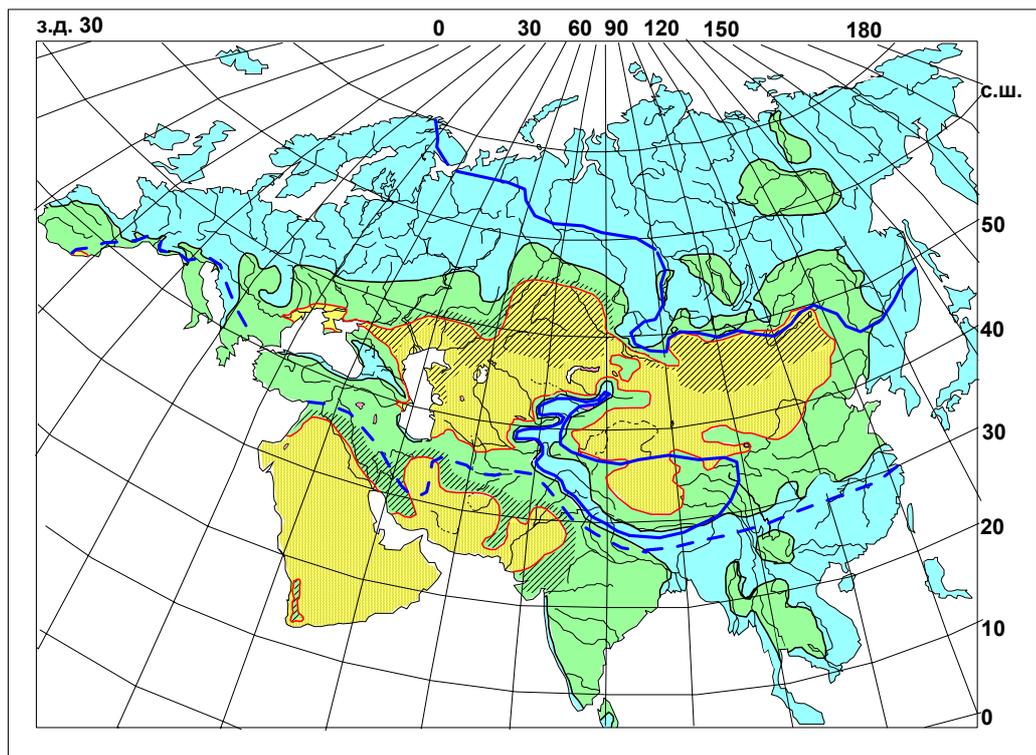


Рисунок 12 б –
Области увлажнения,
распространения
криолитозоны
и опустынивания
северных материков

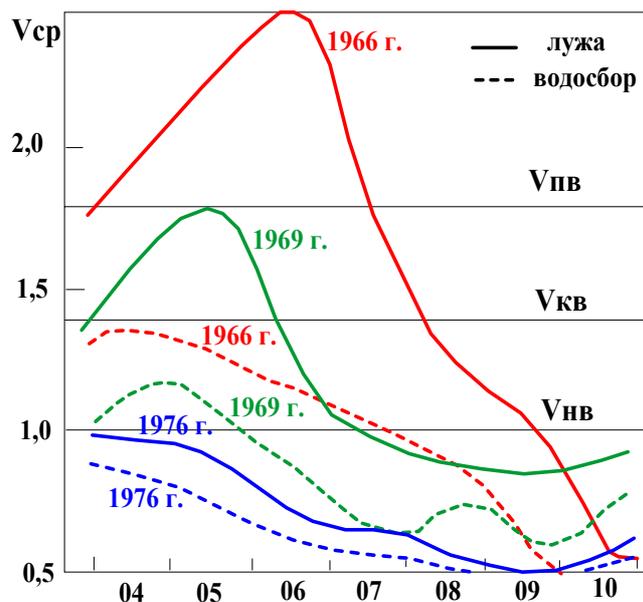


Рисунок 13 –
 Естественный
 режим влажности
 почвы микропонижений и
 их водосборов для
 ст. Русская Поляна
 в годы с различной структурой
 теплового и водного
 балансов

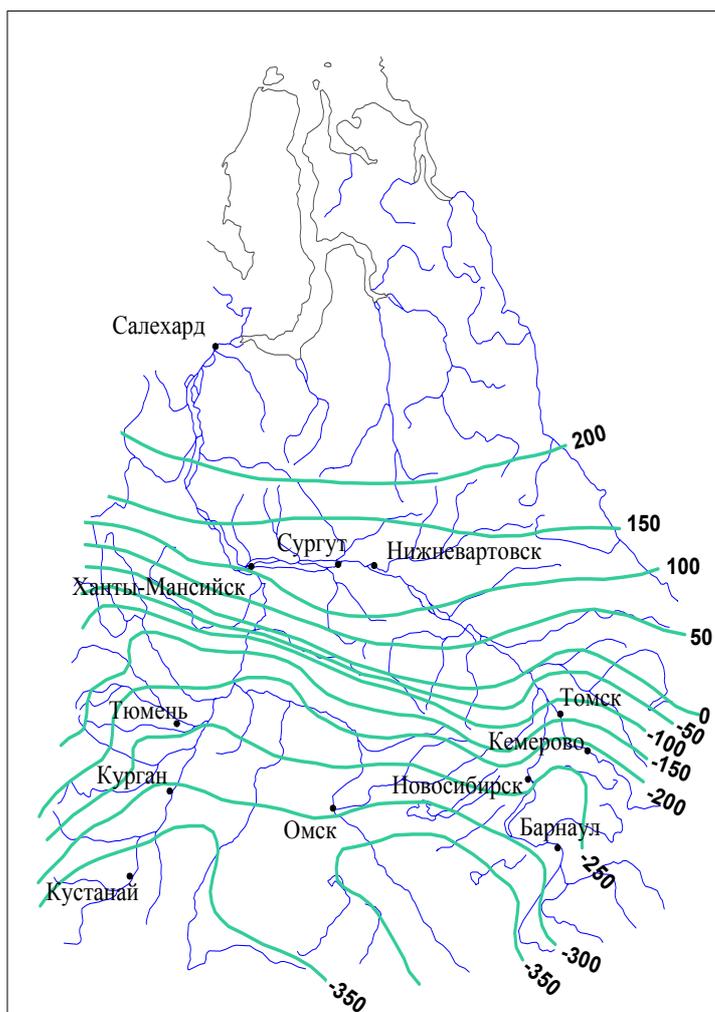


Рисунок 14 –
 Средняя многолетняя
 гидромелиоративная норма
 (дефицит увлажнения)
 $M_{(v_0=1.0, t=05-08, T \geq 5.0)}$
 (мм/05-08)
 при $V_0 = 1,0$
 для периода вегетации
 с 1.05 по 31.08
 при глубоком положении
 уровня грунтовых вод
 $h_r \geq 5,0 \cdot h_k$

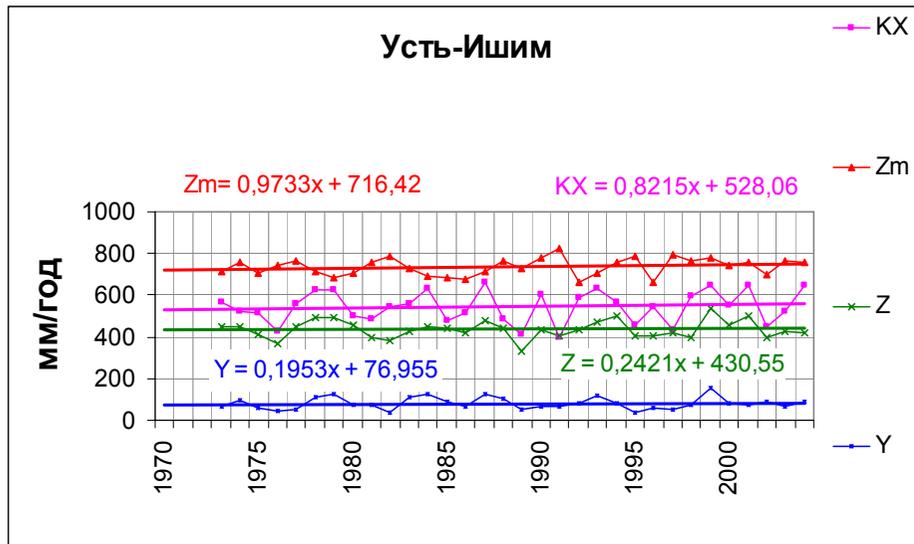
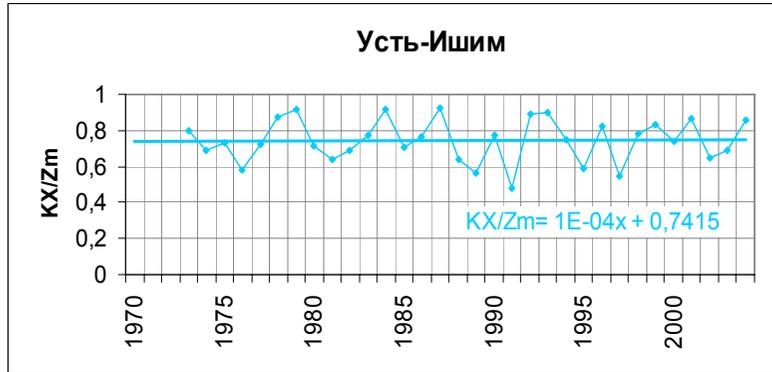


Рисунок 15 а –
Временная динамика, тренды балансовых
элементов и коэффициента атмосферного увлажнения
для ст. Усть-Ишим (подтайга – южная тайга)

Рисунок 15 б –
Временная динамика и тренды балансовых
элементов и коэффициента атмосферного увлажнения
для ст. Русская Поляна (степная зона)

Таблица 7 – Средняя влажность метрового слоя $V_{\text{ср}0-100}$ за год и летний период при глубоком залегании уровня грунтовых вод $T = \text{hg/hк} \geq 5,0$ в годы различной обеспеченности по влажности почвы

Станция		$C_{V_{\text{ср}}}$	$V_{\text{ср}0-100}$						
			5%	10%	20%	50%	80%	90%	95%
Томск	Год	0,073	0,90	0,93	0,96	1,02	1,08	1,12	1,14
	05–08	0,101	0,89	0,93	0,98	1,07	1,16	1,21	1,25
Тобольск	Год	0,085	0,80	0,82	0,86	0,93	1,00	1,04	1,06
	05–08	0,120	0,77	0,79	0,86	0,96	1,06	1,11	1,15
Тюмень	Год	0,087	0,72	0,74	0,78	0,84	0,90	0,94	0,96
	05–08	0,120	0,69	0,71	0,77	0,86	0,95	1,00	1,03
Омск	Год	0,130	0,57	0,59	0,64	0,72	0,80	0,85	0,87
	05–08	0,160	0,55	0,58	0,65	0,75	0,85	0,92	0,95
Барнаул	Год	0,126	0,72	0,74	0,81	0,91	1,01	1,04	1,10
	05–08	0,157	0,76	0,78	0,83	0,96	1,08	1,14	1,16
Кокчетав	Год	0,127	0,53	0,56	0,60	0,67	0,74	0,79	0,81
	05–08	0,140	0,54	0,57	0,62	0,70	0,78	0,83	0,86

3. Ландшафты глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования во всех ее частях закономерно сменяют друг друга в определенном интервале гидролого-климатических характеристик

Изучена пространственная взаимосвязь исследуемой зоны с геосистемами природных зон континентов, рассмотрены вопросы их гидролого-климатического функционирования (рис. 12 а,б). Географическое положение зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования на континентах тесно связано с глобальной криолитозоной (Данилов,1998; Современные изменения...,2006), а также контролируется со стороны области распространения современных пустынь и территорий, на которых наблюдается процесс опустынивания (Лавров, Гладкий,1999; Современные изменения... ,2006).

Особенно четко это можно проследить на территории южных материков (рис. 12 а), где область криолитозоны находится в основном в высокогорной части области переувлажнения, а процесс опустынивания происходит в основном в области весьма недостаточного увлажнения. На северных материках (рис. 12 б) в связи с их размерами, широтными особенностями расположения суши и континентальностью климата внутренних районов наблюдается наложение областей распространения криолитозоны и опустынивания. Это можно проследить в пределах аридных территорий Северной Америки и Евразии с весьма недостаточным увлажнением и также в пределах зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования центрально-континентальных районов, подвергаемых значительному антропогенному влиянию. Зона циклически смещается по годам с различной структурой водного и теплового баланса. Эта пространственно-временная динамика может расширять интервалы местоположения ее границ – главных гидрологических рубежей – в зависимости от принятой в расчетах повторяемости сухих и влажных лет (1 раз в

5, 10, 20 лет). На данный естественный циклический процесс могут оказывать воздействия и климатические тенденции, вызванные антропогенными факторами.

Проблемы опустынивания, деградации криолитозоны, естественных и антропогенных изменений климата связаны с вопросами пространственно-временной динамики главных гидрологических рубежей глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования. Выполнен анализ тепловлагообеспеченности процесса функционирования геосистем зоны на континентах и геоэкологическая оценка антропогенного воздействия на геосистемы зоны. Отмечено, что при различных местных особенностях ландшафтов (рельеф; климатические условия; особенности циркуляции атмосферного воздуха; теплоэнергетические ресурсы; особенности структуры теплового и водного балансов; типы растительности и почв) в пределах глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования объективно существуют: сходное чередование условий увлажнения, способствующих закономерной смене ландшафтов от лесных до степных; условий водно-воздушного режима почвогрунтов для формирования зональных типов почв; условий обеспечения растительного покрова почвенной влагой; условий для накопления биомассы, а также условий для формирования постоянного местного речного стока.

Ландшафты глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования закономерно сменяют друг друга от влажных степных, лесостепных до лесных в определенном интервале значений комплексных характеристик тепловлагообеспеченности, общем для всех частей глобальной зоны значениями гидролого-климатических характеристик: $\beta_H = KX/Zm = 0,65 \dots 1,0$; $Y_{\min} = 30$ мм/год; $\Delta KX_{\min} = 0$; $V_{cp} = W_{cp}/W_{нв} = 0,65 \dots 1,0$; $\eta_{\min} = Y/KX = 0,03 \dots 0,05$.

4. При планировании мелиоративного освоения лесостепных и степных ландшафтов юга Западной Сибири следует учитывать результаты количественной оценки перераспределения атмосферного увлажнения по элементам микрорельефа и использовать региональную методику расчета дефицитов увлажнения сельскохозяйственных культур

В качестве примера практического применения результатов расчета элементов водного баланса рассмотрена *количественная оценка перераспределения атмосферной влаги по элементам микрорельефа в условиях западного рельефа на юге Западной Сибири* (табл. 8, рис. 13) и описаны ландшафтно-гидрологические закономерности этого процесса.

В ходе моделирования и численного эксперимента при заданных параметрах (относительных уровнях оптимальности увлажнения понижений рельефа и их водосборов $V_0 = 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$, соотношении их площадей $F/f = 5; 15; 20$, уровнях залегания грунтовых вод в долях от высоты капиллярной каймы T) расчетным путем были получены естественные и искусственные режимы влажности метрового слоя почвогрунта для понижений рельефа и осушаемых ими водосборных территорий.

На графике (рис. 13) показаны в сравнении режимы влажности почвы в различные по водности годы в самом понижении рельефа и на водосборной площади микропонижения. В годы с суровыми зимами, когда происходит значительное промерзание грунта и медленное его оттаивание весной, в апреле-июне инфильтрация талых вод затруднена. Естественный дренаж путем поверхностного и подземного стока из-за влияния небольших уклонов и влияния микрорельефа также затруднен. Это приводит к значительному переувлажнению микропонижений, длительному стоянию луж, затрудняет выполнение весенних агротехнических мероприятий.

Количественная оценка перераспределения атмосферного увлажнения по элементам микрорельефа для юга Западной Сибири позволила получить относительные и абсолютные величины избытков влаги для микропонижений и их водосборов $\Delta V_{\text{ср}}$ и $\Delta W_{\text{ср}}$ в различные по увлажненности годы. Поэтому при проектировании строительства линейных объектов и сельскохозяйственного использования земель, особенно при орошении, необходимо предусматривать систематический дренаж во избежание подъема уровня грунтовых вод и засоления почв, так как даже в естественных условиях (без орошения) на юге Западной Сибири наблюдается переувлажнение микропонижений до уровней выше капиллярной $V_{\text{кв}}$ и полной влагоемкости $V_{\text{пв}}$. Характерная для зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования значительная изменчивость условий увлажнения деятельного слоя по годам с различной структурой теплового и водного баланса связана с необходимостью создания систем двухстороннего регулирования влажности почвы для поддержания на необходимом уровне зеркала грунтовых вод и капиллярной каймы.

Таблица 8 – Естественный режим увлажнения почвы на водосборах (В) и в микропонижениях (П) в отдельные годы при глубоком положении грунтовых вод (при $h_{\text{г}}=6$ м; $T=h_{\text{г}}/h_{\text{к}} \geq 5,0$; $F/f=10$; $W_{\text{нв } 0-100}=260$ мм)

$V=W/W_{\text{нв}}$	04	05	06	07	08	09	10	$\Sigma \Delta W_{\text{ср}}$
1966 г. (многоводный)								
$V_{\text{срВ}}$	1,34	1,30	1,12	0,83	0,62	0,46	0,45	
$V_{\text{срП}}$	1,91	2,26	2,64	1,78	1,05	0,68	0,59	
$\Delta V_{\text{ср}}$	0,57	0,96	1,52	0,95	0,43	0,22	0,14	
$\Delta W_{\text{ср,мм}}$	148	328	395	247	112	57	36	1323
1969 г. (средний по увлажнению год)								
$V_{\text{срВ}}$	1,14	1,07	0,81	0,67	0,72	0,63	0,74	
$V_{\text{срП}}$	1,53	1,76	1,41	0,99	0,94	0,83	0,90	
$\Delta V_{\text{ср}}$	0,39	0,69	0,60	0,32	0,22	0,08	0,16	
$\Delta W_{\text{ср,мм}}$	101	179	156	83	57	21	42	639
1976 г. (маловодный год)								
$V_{\text{срВ}}$	0,83	0,70	0,57	0,55	0,50	0,44	0,54	
$V_{\text{срП}}$	0,96	0,86	0,68	0,62	0,55	0,48	0,57	
$\Delta V_{\text{ср}}$	0,13	0,16	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	
$\Delta W_{\text{ср,мм}}$	34	42	29	18	13	10	8	154

Значения избытков влаги $\Delta v_{\text{ср}} = V_{\text{срП}} - V_{\text{срВ}}$, $\Delta W_{\text{ср}} = \Delta V_{\text{ср}} \cdot W_{\text{нв}}$

Разработанная автором *региональная методика определения дефицитов увлажнения сельскохозяйственных культур (гидромелиоративных норм)* в агроландшафтах позволяет оценить размеры рационального мелиоративного воздействия на ландшафты в пределах зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования и сопредельных территорий юга Западной Сибири.

Составными компонентами региональной методики являются эмпирические формулы (1, 2) и таблицы коэффициентов (табл. 9, 10) для расчета при заданных параметрах среднего многолетнего значения нормы дефицита увлажнения $M_{(v_0, t, T)}$ и его коэффициента вариации, а также карта изолиний исходного дефицита увлажнения (рис. 14) за вегетационный период (с 1 мая по 31 августа) при глубоком залегании уровня грунтовых вод и уровне оптимальности увлажнения деятельного слоя, равном наименьшей влагоемкости. Методика позволяет с достаточной точностью определять проектные гидромелиоративные нормы для сельскохозяйственных культур с различным сроком вегетации и потребном уровне оптимальности увлажнения деятельного слоя, при различном задаваемом уровне грунтовых вод для лет различной обеспеченности, в условиях отсутствия исходной агроклиматической информации.

Общее представление о многолетних колебаниях дефицитов суммарного увлажнения (оросительных норм) основных сельскохозяйственных культур при глубоком залегании грунтовых вод можно получить по данным табл. 11. Поливной режим для сельхозкультур (поливные нормы и даты поливов) устанавливается с помощью суммарной кривой недостатков увлажнения теплого периода года с учетом периода и фаз вегетации культуры путем регулирования величины поливной нормы и необходимой глубины промачивания деятельного слоя.

$$M_{(v_0, t, T)} = A \cdot \{a \cdot M_{(v_0=1,0, t=05-08, T \geq 5,0)} + b\} + B \cdot (1,0 - V_0) + C, \quad (r = 0,97 \pm 0,01) \quad (1)$$

$$C_{VM} = [0,88 \cdot (1 + V_0) \cdot (45 + \text{hg/hk})] / M_{(v_0, t, T)}, \quad (s/\sigma = 0,311) \quad (2)$$

Таблица 9 – Значения параметров **a, b** для формулы (1)

T = hg/hk	a	b	T = hg/hk	a	b
0	0	∞	2,0	0,93	30
1,0	0,62	370	3,0	0,99	5
1,5	0,80	125	5,0	1,0	0

Таблица 10 – Значения параметров **A, B, C** для формулы (1)

Период вегетации сельхозкультуры t	A	B	C
1	2	3	4
1.05 – 31.07	0,823	724	-23
1.05 – 15.08	0,912	802	-11
1.05 – 31.08	1,000	880	0
1.05 – 15.09	1,064	937	8

1.05 – 30.09		1,128	993	16
1.06 – 31.07		0,618	544	-30
1.06 – 15.08		0,705	621	-18
1.06 – 31.08		0,792	697	-6
1.06 – 15.09		0,855	752	2
1.06 – 30.09		0,917	807	11
	15.05 – 31.07	0,721	634	-26
	15.05 – 31.08	0,896	789	-3
	15.05 – 30.09	1,023	900	13
	15.05 – 15.08	0,809	712	-15
	15.05 – 15.09	0,960	845	5
15.06 – 31.07		0,456	402	-22
15.06 – 31.08		0,630	555	3
15.06 – 30.09		0,760	669	18
15.06 – 15.08		0,543	478	-10
15.06 – 15.09		0,695	612	10
	1.07 – 15.08	0,381	336	0
	1.07 – 31.08	0,468	412	13
	1.07 – 15.09	0,536	472	19
	1.07 – 30.09	0,603	531	25

Таблица 11 – Гидромелиоративные нормы $M_{P\%}$ (мм) для ст. Посевная в годы с различной структурой теплового и водного баланса (различной расчетной обеспеченности) при $T = hg/hк \geq 5,0$

Сельхоз культура	Период вегетации t	V_0	M ($v_0=1,0$, $t=05-08$, $T \geq 5,0$) мм	Дефициты суммарного увлажнения в годы				
				сухие		средн	влажн	
				10%	25%	50%	75%	90%
Ст. Посевная								
Пшеница яр.	1.05 – 15.08	0,85	-200	-164	-110	-51	8	62
Кукуруза на силос	15.05 – 10.08	0,90		-180	-126	-67	-8	46
Люцерна	20.06 – 30.09	0,95		-239	-185	-126	-67	13
Капуста	10.06 – 15.09	0,95		-226	-172	-113	-54	0
Картофель	20.06 – 31.08	0,85		-158	-104	-45	14	68
Огурцы	1.06 – 31.08	0,90		-196	-142	-83	-24	30
Томаты	10.06 – 15.08	0,90		-162	-108	-49	10	64

5. Границы природных зон Западной Сибири в пределах выделенной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования сохраняют стабильность при переходе от периода относительного похолодания 1936–1972 гг. к периоду относительного потепления 1973–2006 гг.

На примере Западной Сибири автором исследована естественная пространственно-временная миграция зоны оптимальных гидролого-

климатических условий природопользования в годы с различной структурой теплового и водного балансов. Приводятся палеогеографические, историко-археологические, палинологические данные специалистов, свидетельствующие о естественной пространственно-временной динамике зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования и соответствующих ей в прошлом геосистем.

Рассматривается проблема современных климатических флуктуаций и точности существующих моделей прогнозирования возможных изменений климата на глобальном и региональном уровнях применительно к территории Западной Сибири. Изучена пространственно-временная миграция зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования в аспекте проблемы продовольственной безопасности, адаптивного аграрного природопользования и устойчивого функционирования ландшафтов.

Для анализа информации по климатическим тенденциям теплообеспеченности и осадков использован свободно доступный в сети Интернет архив CDAS (Climat Data Assimilation System) по Северному полушарию, являющийся частью системы ретроспективного анализа NOAA NCEP/NCAR Reanalysis, содержащий среднемесячные данные по приповерхностной температуре воздуха и атмосферным осадкам, оперативно пополняемый с небольшим запаздыванием. Сравнение данных этого архива с используемыми данными УГМС показало их расхождения, но анализ коэффициентов корреляции между ними показал наличие значимой статистической связи по критерию Стьюдента между температурой воздуха Западной Сибири и Северного полушария. В дальнейших исследованиях материалы архива CDAS были использованы для выделения однородных по температурным тенденциям периодов. Предварительный анализ для Западной Сибири средних годовых значений температуры воздуха за время наблюдений (по 2006 г.) показал, что этот период может быть разделен на два относительно однородных в зависимости от тенденций колебания теплообеспеченности промежутка: 1936–1972гг. – период относительного похолодания, а 1973–2006гг. – период интенсивного потепления.

Для анализа были выбраны 22 станции с наиболее длинными рядами исходной информации, распределенных по зональным ландшафтам в пределах зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западной Сибири. Дальнейший анализ колебаний рассчитанных элементов водного и теплового балансов и характеристик естественной тепловлагообеспеченности по природным зонам Западной Сибири проводился с учетом указанных выше относительно однородных по тенденциям промежутков времени.

Для каждой природной зоны были получены осредненные временные ряды элементов теплового и водного балансов, а также характеристик естественной тепловлагообеспеченности. Затем для этих периодов вычислены статистические характеристики (среднее значение, коэффициент вариации, минимальное и максимальное значения и размах колебаний). Результаты этой статистической обработки представлены в табл. 12, где видно, например, что в зоне *южной тайги* средняя величина **Zm** за период 1973 – 2006 гг. повысилась на 16

мм по сравнению с предыдущим периодом. Такой рост связан с повышением как минимального, так и максимального значений при небольшом изменении размаха колебаний. Еще большее повышение Z_m (на 25 мм) отмечается в *подтаежной* зоне. В *лесостепи* также имеет место рост Z_m (на 14 мм). В *степной* зоне увеличение средней величины Z_m составило 15 мм. Остальные характеристики также статистически оценены по периодам.

Таблица 12 – Осредненные по природным зонам статистические характеристики временных рядов элементов теплового и водного балансов и характеристик естественной тепловлагообеспеченности для зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования Западной Сибири

Интервалы врем. ряда	Среднее значение	Коэффициент вариации	Мин. знач.	Макс. знач.	Размах колеб.
Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов испарения Z_m, мм					
Южная тайга					
1936 – 1972	680	0,05	603	754	151
1973 – 2006	696	0,06	618	770	152
Подтайга					
1936 – 1972	698	0,05	622	768	148
1973 – 2006	723	0,06	646	795	149
Лесостепь					
1936 – 1972	723	0,04	664	785	121
1973 – 2006	737	0,05	677	800	123
Степь					
1936 – 1972	752	0,04	685	812	127
1973 – 2006	767	0,05	697	825	128
Годовые суммы атмосферных осадков KX, мм					
Южная тайга					
1936 – 1972	582	0,20	389	823	434
1973 – 2006	596	0,20	403	833	430
Подтайга					
1936 – 1972	545	0,177	305	774	469
1973 – 2006	550	0,20	310	786	476
Лесостепь					
1936 – 1972	502	0,21	260	700	440
1973 – 2006	502	0,22	258	703	445
Степь					
1936 – 1972	363	0,26	227	546	319
1973 – 2006	371	0,27	235	555	320
Годовые величины суммарного испарения Z, мм					
Южная тайга					
1936 – 1972	473	0,11	377	586	209
1973 – 2006	477	0,12	381	591	210
Подтайга					
1936 – 1972	462	0,11	343	560	217
1973 – 2006	464	0,12	345	563	218
Лесостепь					
1936 – 1972	438	0,13	310	529	219

1973 – 2006	439	0,14	309	530	221
Степь					
1936 – 1972	341	0,17	237	469	232
1973 – 2006	355	0,18	250	485	235
Годовые величины климатического стока У, мм					
Южная тайга					
1936 – 1972	109	0,53	36	260	224
1973 – 2006	112	0,55	38	264	226
Подтайга					
1936 – 1972	83	0,44	39	182	143
1973 – 2006	84	0,46	40	184	144
Лесостепь					
1936 – 1972	78	0,59	14	147	133
1973 – 2006	77	0,63	15	148	133
Степь					
1936 – 1972	21	0,94	2	90	88
1973 – 2006	27	0,98	2	96	94
Годовые величины коэффициента суммарного увлажнения β_H					
Южная тайга					
1936 – 1972	0,99	0,13	0,91	1,11	0,20
1973 – 2006	0,99	0,14	0,90	1,12	0,22
Подтайга					
1936 – 1972	0,97	0,15	0,85	1,06	0,21
1973 – 2006	0,96	0,16	0,85	1,07	0,22
Лесостепь					
1936 – 1972	0,75	0,18	0,64	0,88	0,22
1973 – 2006	0,74	0,19	0,63	0,87	0,24
Степь					
1936 – 1972	0,61	0,25	0,51	0,72	0,21
1973 – 2006	0,62	0,25	0,50	0,70	0,20
Величины относительной влажности почвы V_{cp} 05-08					
Южная тайга					
1936 – 1972	0,90	0,12	0,73	1,13	0,40
1973 – 2006	0,89	0,12	0,72	1,12	0,40
Подтайга					
1936 – 1972	0,83	0,12	0,66	1,08	0,42
1973 – 2006	0,81	0,13	0,64	1,07	0,43
Лесостепь					
1936 – 1972	0,76	0,17	0,52	1,03	0,51
1973 – 2006	0,74	0,18	0,50	1,02	0,52
Степь					
1936 – 1972	0,66	0,18	0,51	0,89	0,38
1973 – 2006	0,67	0,20	0,52	0,91	0,38
Годовые величины дефицитов увлажнения ΔH, мм					
Южная тайга					
1936 – 1972	88	0,90	137	26	111
1973 – 2006	78	0,98	149	19	130
Подтайга					
1936 – 1972	-19	4,63	88	-118	206
1973 – 2006	-18	4,89	85	-125	210

Лесостепь					
1936 – 1972	-109	0,81	-12	-252	240
1973 – 2006	-105	0,80	-8	-236	228
Степь					
1936 – 1972	-345	0,25	-250	-440	190
1973 – 2006	-353	0,25	-256	-452	196

В работе также рассмотрены особенности формирования временных трендов всех этих характеристик в пределах природных зон (рис.15). В табл. 13 приведены осредненные внутри природных зон оценки градиентов трендов Tr и их вклад в дисперсию исходного процесса (R^2 , %). Результаты показывают, что наиболее интенсивное потепление последних 34 лет (1973–2006 гг.) обеспечило градиенты тренда Zm по природным зонам в интервале 7,25...14,93 мм /10 лет ($R^2 = 2,8...9,5\%$) с максимальным значением в зоне подтайги. При этом во всех природных зонах происходит незначимое увеличение атмосферных осадков KX . Градиенты трендов осадков KX значимы только в степной зоне и составляют там 13,62 мм /10 лет (при $R^2=3,7\%$); градиенты трендов испарения Z также получились значимы только в степной зоне и составляют 8,46 мм /10 лет ($R^2=3,4\%$); градиенты трендов климатического стока Y знакопеременны и незначимы ($R^2 \leq 1\%$). Градиенты трендов комплексных характеристик теплового обеспечения β_H , ΔH и $V_{cp\ 05-08}$ знакопеременны по периодам и зонам и незначимы (их вклад в дисперсию исходного процесса менее 1%).

Выявлены особенности формирования трендов характеристик естественной теплового обеспечения по природным зонам Западной Сибири за период 1936–2006 гг. Так, в период интенсивного потепления 1973–2006 гг. рост Zm в пределах зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования происходил повсеместно (во всех ее природных зонах) в основном за счет зимнего периода года. При этом во всех природных зонах происходит незначимое увеличение атмосферных осадков (за счет летнего периода года) и испарения, которое пока не сказывается на их взаимном местоположении. Анализ свидетельствует о том, что лишь в степной зоне Западной Сибири в настоящее время наблюдается некоторый отклик гидролого-климатических характеристик естественной теплового обеспечения на положительные тренды современных климатических тенденций к потеплению, связанный прежде всего с ростом в степной зоне атмосферного увлажнения и суммарного испарения. Подобные изменения в ландшафтах исследуемой зоны оптимальных гидролого-климатических условий природопользования не прослеживаются. Местоположение границ природных зон остается неизменным при переходе от периода относительного похолодания (1936–1972 гг.) к периоду интенсивного потепления (1973–2006 гг.).

Полученные незначимые и разнонаправленные линейные тренды характеристик естественного увлажнения и теплообеспеченности свидетельствуют о том, что регистрируемая в крупных городах тенденция к потеплению скорее всего связана с проявлением цикличности природных явлений, на которую накладывается фактор расширения городских территорий.

Таблица 13 – Оценки градиентов линейных трендов временных рядов элементов теплового и водного балансов и характеристик естественной тепловлагообеспеченности средние по природным зонам за расчетные периоды, мм/10 лет, доли ед./10 лет

Период	Zm, мм		KX, мм		Z, мм		У, мм		β _н		ΔН		V _{ср} 05-08	
	R ² , %	Tr	R ² , %	Tr	R ² , %	Tr								
Южная тайга														
1936-1972	5,8	-9,4	6,1	-31,5	4,3	-10,0	2,2	-8,15	1,2	-0,02	1,0	-12,1	2,3	-0,02
1973-2006	4,8	9,73	0,9	8,22	0,3	2,42	0,4	1,95	0,006	1E ⁻⁴	0,2	-5,38	0,005	-0,01
Подтайга														
1936-1972	2,7	-4,98	7,0	24,16	4,8	10,16	9,7	10,9	8,9	0,041	9,0	29,14	6,0	0,024
1973-2006	9,5	14,93	0,1	3,13	0,05	1,06	0,04	0,63	0,2	-0,01	0,9	-11,8	0,2	-0,01
Лесостепь														
1936-1972	2,3	4,69	11,3	30,52	8,9	15,84	15,1	10,62	8,0	0,040	5,7	25,83	6,6	0,028
1973-2006	3,8	8,43	1E ⁻⁰⁵	0,03	0,01	0,43	0,02	-0,48	0,3	-0,01	0,6	-8,4	2,8	-0,01
Степь														
1936-1972	0,1	1,16	2,2	15,30	4,0	12,79	3,2	4,02	2,1	0,022	1,2	14,14	2,7	0,017
1973-2006	2,8	7,25	3,7	13,62	3,4	8,46	0,2	-0,28	1,3	0,013	0,4	6,37	1,3	0,005

Относительно небольшая продолжительность рядов инструментальных метеонаблюдений, многофакторность и стохастический характер климатических величин позволяют сделать вывод об отсутствии достоверного климатического тренда коэффициента увлажнения на юге Западной Сибири на перспективу ближайших десятилетий.

По теории ошибок, при малых значениях коэффициента вариации и не более 100–200 числе членов ряда достоверности трендов в многолетних рядах температуры и осадков настолько малы, что не позволяют говорить об изменениях климата, а только лишь позволяют делать вывод о его возможных колебаниях, скорее всего естественного характера. Но даже при очень большой длине выборки возникает неопределенность поведения линии тренда, поскольку место выборки на фоне генеральной совокупности не определено.

Наблюдаемая в последние десятилетия растущая ветвь климатического циклического колебания, приводящая к некоторому смещению границ агроклиматических зон, показывает вариации элементов климата в пределах статистики метеонаблюдений и не вызвала пока смещения ландшафтных границ и масштабной трансформации природных систем, одним из ведущих динамических компонентов которых является климат.

Совместный анализ полученных трендов характеристик увлажнения KX/Zm , теплообеспеченности Zm и графика роста зерновых культур за период с 1883 г. урожайности в Омской области (Березин и др., 2008) в определенной степени свидетельствует о положительном влиянии увеличения тепловых ресурсов на процесс увеличения биопродуктивности зерновых культур. Выполненные исследования свидетельствуют о наличии в южной части Западной Сибири естественных условий для устойчивого развития сельскохозяйственного производства даже при возможных климатических тенденциях к потеплению.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Анализ пространственно-временного распределения тепла и влаги на земной поверхности позволил по-новому представить географический образ пространственного поля на основе отображения точечной гидролого-климатической информации и выполнить районирование с выделением глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования. Полученные результаты воднобалансовых расчетов, картографических обобщений, геоэкологического анализа наглядно иллюстрируют возможности примененных подходов.
2. Визуализация местоположения глобальной зоны оптимальных гидролого-климатических условий аграрного природопользования с помощью методов современной картографии на основе информации Атласа мирового водного баланса и информации, полученной в ходе воднобалансовых расчетов, позволила исследовать гидролого-климатическое функционирование ландшафтов этой зоны, выделить общие географические закономерности в различных ее частях.

3. Рубежи этой зоны с учетом изменчивости соотношения влаги и тепла в годы с различной структурой водного и теплового балансов представляют собой не линии, а узкие динамические зоны, топологически связанные между собой. Предлагаемая в диссертации количественная индикация рубежей зоны с помощью гидролого-почвенно-мелиоративных квазиконстант позволяет определять их местоположение на картах.
4. Зона оптимальных гидролого-климатических условий природопользования и соответствующие ей геосистемы, подвергаемые наиболее интенсивному антропогенному воздействию, обладают низким потенциалом экологической устойчивости при климатических колебаниях. Поэтому мониторинг пространственного положения рубежей этой зоны в дальнейшем может сыграть существенную роль в оценке влияния современных климатических тенденций на глобальную геоэкологическую ситуацию.
5. Количественная оценка перераспределения атмосферного увлажнения по элементам плоско-западного микрорельефа и разработанная региональная методика расчета дефицитов увлажнения при оросительно-мелиоративном освоении лесостепных и степных ландшафтов юга Западной Сибири дают представление о конкретных возможностях практического применения результатов исследования.
6. Составленные автором ГИС-карты полей имеют научно-практическое значение и могут быть использованы при определении количественных величин водных и теплоэнергетических ресурсов, суммарного испарения и стока, влажности почвы, дефицитов увлажнения, коэффициентов увлажнения, для расчетов норм гидромелиораций, проектирования сооружений и решения многих других практических задач геоэкологии и рационального природопользования.
7. Результаты исследования могут быть использованы в образовательных целях при дополнении схем агроклиматического, ландшафтно-экологического, рекреационного и физико-географического районирования суши для создания более полного географического образа территорий
8. Анализ трендов элементов водного баланса и комплексных характеристик увлажнения показал, что при переходе от периода относительного похолодания (1936–1972 гг.) к периоду потепления (1973–2006 гг.) местоположение исследуемой зоны и границ входящих в нее природных зон южной части Западной Сибири пока остается неизменным.

**Публикации по теме диссертации, отражающие
основные научные результаты диссертационной работы:**

в журналах, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов диссертаций

1. Мезенцева О.В., Карнацевич И.В., Березин Л.В. Исследования пространственно-временной динамики характеристик естественной тепловлагообеспеченности Западной Сибири и вопросы устойчивости развития сельского хозяйства // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 331. – С. 210–214. (авторские 4 с.)

2. *Мезенцева О.В.* Ресурсы суммарного климатического местного стока юга Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 318. – С. 223–229.
3. *Мезенцева О.В.* Зона хозяйственного оптимума увлажнения на суше и ее гидрологические рубежи // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 317. – С. 264–269.
4. *Мезенцева О.В.* Главные гидрологические рубежи и полоса оптимального увлажнения Евразии // Вестник Тюменского государственного университета. – 2009. – № 3. – С. 16–26.
5. *Мезенцева О.В.* Пространственно-временная динамика элементов водного баланса и характеристик увлажнения на юге Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. – 2008. – № 3. – С. 251–260.
6. *Мезенцева О.В.* Метод выделения зоны хозяйственного оптимума увлажнения // География и природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 159–162.
7. *Мезенцев А.В., Мезенцева О.В.* К методике прогноза объема весеннего стока // География и природные ресурсы. – 1984. – Вып. 4. – С. 121–125. (авторские 4 с.)

в разделах монографий

1. *Мезенцева О.В.* Раздел «Поверхностные воды» / «Земля, на которой мы живем. Природа и природопользование Омского Прииртышья» / Монография / Под общ. ред. В.Н. Русакова – Омск: Изд-во Манифест, 2002, 2006. – 574 с. (авторские 10 с., С. 195–202, С. 215–216.)
2. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В. и др.* Возобновляемые ресурсы тепловлагообеспеченности Западно-Сибирской равнины и динамика их характеристик / Монография / Под общ. ред. О.В. Мезенцевой – Омск: Изд-во Омского государственного аграрного университета, 2007. – 270 с. (авторские 2, 3, 4 главы)
3. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В. и др.* Исследование динамики и картографирование элементов теплового и водного балансов и характеристик тепловлагообеспеченности / Монография / Под общ. ред. О.В. Мезенцевой – Омск: Изд-во Омского государственного аграрного университета, 2008. – 224 с. (авторские 2,4 главы)
4. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В.* Раздел «Физико-географическая и гидролого-климатическая характеристика Тарского района» / Монография «Особенности экологии Среднего Прииртышья (Тарский район Омской области)» / Под общ. ред. Е.С. Березиной – Омск: Полиграфический центр КАН, 2009. – 420 с. (авторские С. 8–82)

прочие публикации

1. *Мезенцева О.В.* Тепловлагообеспеченность, водный баланс и нормы гидромелиорации южного междуречья Обь–Енисей: Автореферат диссертации на соискание уч. ст. канд. геогр. наук – Одесса: Изд-во Одесского гидрометеорологического института, 1983. – 20 с.
2. *Мезенцева О.В.* Естественная тепловлагообеспеченность южного междуречья Обь – Енисей // Метеорология, климатология и гидрология: Межвед. респ. науч. сб. – Киев–Одесса: Вища школа. – 1983. – Вып. 19. – С. 17–24.
3. *Мезенцева О.В.* Средний годовой водный баланс Салаиро – Кузнецкого междуречья Обь–Енисей // Метеорология, климатология и гидрология: Межвед. респ. науч. сб., Киев–Одесса: Вища школа. – 1984. – Вып. 20. – С. 18–24.
4. *Мезенцев В.С., Мезенцева О.В., Мезенцев А.В.* О методической основе прогноза весеннего стока рек / Особенности и закономерности формирования вод суши / Процессы водообмена: Сб. науч. тр. – Москва: Изд-во Института водных проблем АН СССР. – 1986. – С. 206–220. (авторские 4 с.)
5. *Мезенцева О.В.* Режим влажности почвы в условиях южного междуречья Обь – Енисей / Режимы и эффективность гидротехнической мелиорации в Сибири. – Омск: Изд-во Омского сельскохозяйственного института. – 1989. – С. 18–24.

6. *Загребельный В.Е., Мезенцева О.В.* Закономерности перераспределения атмосферных осадков по элементам микрорельефа в степном Прииртышье / Актуальные проблемы охраны окружающей среды и природопользования Прииртышья. – Усть-Каменогорск, 1990. – С. 17–18. (авторская 1 с., С. 18)
7. *Загребельный В.Е., Лоскутов В.В., Мезенцева О.В.* О гидрологических проблемах гидро-мелиорации на юге Омской области / Проблемы и опыт мелиорации и водохозяйственного освоения Сибири. – Омск: Изд-во Омского сельскохозяйственного института, 1991. – С. 49–51. (авторские 2 с., С.50–51)
8. *Мезенцева О.В.* Количественная оценка адвекции тепла на территории Западной Сибири // Омский научный вестник, Омск: Изд-во Омского государственного технического университета. – 2004. – №1 (26). – С. 188–189.
9. *Мезенцева О.В., Игенбаева Н.О.* Структура тепловых и водных балансов на территории Западной Сибири в средний год // Омский научный вестник. – 2004. – № 4 (29). – С. 172–176. (авторские 4 с., С. 172–174.)
10. *Аблова И.М., Балошенко В.И., Игенбаева Н.О., Карнацевич И.В., Мезенцева О.В.* Ресурсы и закономерности географического распределения естественного увлажнения водосборов Западно-Сибирской равнины // Омский научный вестник. – 2004. – № 1 (26). – С. 183–187. (авторские 3 с., С. 183–185)
11. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В.* О стабильности климата Земли и критериях оценки его колебаний и изменений / Естественные науки и экология (Ежегодник), Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета. – 2004. – С. 16–21. (авторские 3 с., С. 19–21)
12. *Мезенцева О.В.* Криоклиматическая характеристика территории Западной Сибири // Омский научный вестник. – 2004. – № 4 (29). – С. 168–171.
13. *Мезенцева О.В.* Внутригодовая структура климатического склонового стока в условиях Западно-Сибирской равнины в средний год // Омский научный вестник. – 2005. – № 4 (33). – С. 183–191.
14. *Григорьев А.И., Карнацевич И.В., Игенбаева Н.О., Дмитриев А.В., Мезенцева О.В.* Опыт количественной гидролого-климатической индикации границ ареалов растительности в Западной Сибири // Омский научный вестник. – 2005. – № 4 (33). – С. 191–194. (авторские 3 с., С. 191–193).
15. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В.* Возобновляемые природные ресурсы Западной Сибири и экологические проблемы, связанные с их использованием / Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. по геоэкологии и природопользованию, Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета. – 2006. – С. 53–56. (авторские 3 с., С. 54–56).
16. *Карнацевич И.В., Мезенцева О.В.* Исследования и картографирование важнейших возобновляемых природных ресурсов Западной Сибири / Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Матер. II-ой межрегион. науч.-практ. конф., Челябинск: Изд-во Челябинского государственного педагогического университета. – 2006. – С. 70–73. (авторские 3 с., С. 71–73)
17. *Мезенцева О.В.* Характеристики теплообеспеченности водосборов и геотопология новой гидрологической константы // Омский научный вестник. – 2006. – № 8 (44). – С. 298–302.
18. *Мезенцева О.В.* Геотопология полосы оптимума увлажнения и проблема изменения глобального климата / Проблемы географии, туризма и географического образования, Омск: Изд-во ПЦ КАН. – 2007. – С.18–22.
19. *Мезенцева О.В.* Пространственно-временная динамика элементов водного баланса и характеристик увлажнения на юге Западной Сибири // Омский научный вестник, серия Ресурсы Земли. – 2007. – № 1 (53). – С.119–125.
20. *Мезенцева О.В.* Главные гидрологические рубежи и полоса оптимального увлажнения Евразии // Омский научный вестник, серия Ресурсы Земли. – 2007. – Вып. 2 (57), 3 (61). – С. 31–35.

21. *Мезенцева О.В.* Пространственно-временная динамика характеристик водных ресурсов Западной Сибири / *Материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. «Водохозяйственный комплекс России: состояние, проблемы, перспективы» (ВК-44-7)*, Пенза: Изд-во МНИЦ. – 2007. – С. 66–70.
22. *Мезенцева О.В.* Закономерности географического положения границы областей избыточного и недостаточного увлажнения / *География и природопользование Сибири: Сборник статей / Под ред. проф. Г.Я. Барышникова.* – Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2007. – Вып. 09. – 223 с. (С.153–167)
23. *Мезенцева О.В.* Зона хозяйственного оптимума увлажнения Западной Сибири и ее тепло-влажнообеспеченность / *Материалы VI Международной науч.-практ. конф. «Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (МК-4-8)*, Пенза: Изд-во МНИЦ. – 2008. – С. 185–189.
24. *Мезенцева О.В.* Географические закономерности зоны хозяйственного оптимума увлажнения Западно-Сибирской равнины и ее гидролого-климатических рубежей / *Материалы II Международной научно-практической конференции «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона»*, Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета. – 2008. – С. 271–276.
25. *Мезенцева О.В.* Перераспределение атмосферного увлажнения по элементам микрорельефа на юге Западной Сибири / *Естественные науки и экология, под ред. И.И. Богданова (Ежегодник)*, Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета. – 2009. – Вып. 13. – С. 44–54
26. *Мезенцева О.В., Карнацевич И.В., Березин Л.В.* Тенденции пространственно-временных изменений характеристик естественной тепловлажнообеспеченности Западной Сибири и вопросы устойчивости развития сельского хозяйства / *Материалы Всероссийской конференции «Теоретические и прикладные вопросы современной географии»*, Томск: Изд-во Томского государственного университета. – 2009. – С. 317–321.(авторские 3 с.)
27. *Мезенцева О.В., Карнацевич И.В., Березин Л.В.* Вопросы пространственно-временной динамики характеристик естественной тепловлажнообеспеченности Западной Сибири и устойчивости сельского хозяйства / *Материалы Международной научно-практ.конф. «Климат. Экология. Сельское хозяйство Евразии»*, Иркутск. – 2009. – С. 50–55. (авторские 4 с.)
28. *Мезенцева О.В.* Оценка перераспределения атмосферного увлажнения в микропонижениях южной части Западной Сибири // *Вестник Брестского государственного технического университета.* – № 2 «Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика». – 2009. – С. 10–14.
29. *Мезенцева О.В., Карнацевич И.В.* Константы важнейших гидролого-климатических характеристик и их критические значения // *Вестник Брестского государственного технического университета.* – № 2 «Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика». – С. 18–19. (авторские 1 с.)
30. *Мезенцева О.В.* Пространственно-временная изменчивость характеристик естественной тепловлажнообеспеченности Западной Сибири и вопросы устойчивости развития сельского хозяйства // *Вестник Брестского государственного технического университета.* – № 2 «Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика». – 2009. – С. 14–18.
31. *Мезенцева О.В., Карнацевич И.В., Березин Л.В.* Проблема устойчивого развития сельского хозяйства на фоне изменчивости естественной тепловлажнообеспеченности Сибири / *Доклады Омского отделения Межд. акад. наук. экол. и безопасн. жизнедеят-ти*, Т. 8, Вып. 2 (15) – Омск-СПб.: МАНЭБ, 2009. – С. 16–26. (авторские 6 с.)

учебные пособия, электронные учебники, атласы

1. *Мезенцева О.В., Мезенцев А.В.* Разделы «Радиационный баланс земной поверхности и его элементы» и «К методике прогноза объема весеннего стока» / *В.С. Мезенцев. Гидролого-*

- климатические основы проектирования гидромелиораций: Учебное пособие. – Омск: Изд-во Омского сельскохозяйственного института, 1993. – 126 с. (авторские 12 с., С. 54–60, С. 85–89)
2. *Мезенцева О.В., Скибо В.И.* Атлас Омской области (листы). – Омск–М.: Омская картфабрика–Роскартография, 1997. (авторские 2 с., С. 13–15 .)
 3. *Мезенцева О.В.* Раздел «Времена года»/_В атласе Омской области. Серия «Люби и знай свой край» / Под общ. ред. А.А. Кожухаря. – Омск: Омская картфабрика–Роскартография, 2001. – 30 с. (авторские 8 с., С. 22–29)
 4. *Мезенцева О.В.* Разделы «Климат», «Внутренние воды» / География Омской области: Учеб. пособие для школ / Под общ. ред. А.А. Кожухаря, А.Г. Зинченко. – Омск: Омск.книж.изд-во, 2001. – 190 с.(авторские 22 с., С. 3–56)
 5. *Мезенцева О.В.* Разделы «Климат», «Внутренние воды» / География Омской области: Учебник для школ / Под ред. Л.В. Азаровой. – Омск: Изд-во Министерства образования Омской области, 2008. – 280 с. (Авторские 1,75 п.л.)
 6. *Мезенцева О.В.* Общее землеведение: Учебное пособие. – Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета, 2006. – 134 с. (8,5 п. л.)
 7. *Мезенцева О.В., Ивлева Ю.А., Огурцова А.Ю.* Электронный учебник по разделу «Атмосфера» курса «Общее землеведение» (учебное пособие для студентов специальности «География») /М.: Гос. корд. центр инф. технологий «Нац. инф. фонд неопубл. док. и отрасл. фонд алгоритмов и программ», Инв. № гос. рег.15461. (16.03.2010 г.)
 8. *Мезенцева О.В., Ивлева Ю.А., Альжанова С.М.* Электронный учебник по разделу «Гидросфера» курса «Общее землеведение» (учебное пособие для студентов специальности «География») / М.: Гос. корд. центр инф. технологий «Нац. инф. фонд неопубл. док. и отрасл. фонд алгоритмов и программ», Инв. № гос. рег.15460. (16.03.2010 г.)