

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

**Сугаченко Анна Александровна**

**ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

03.02.08 – Экология

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

Иркутск – 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Краткий исторический обзор и современное состояние проблемы.....	–
1.2. Опыт мелиоративного районирования в Предбайкалье.....	14
<b>ГЛАВА 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ.....</b>	<b>20</b>
2.1. Рельеф.....	–
2.2. Геологическое строение.....	24
2.3. Климат.....	31
2.4. Гидрогеологические условия.....	38
2.5. Гидрография.....	45
2.6. Растительность.....	51
2.7. Естественная дренированность как мелиоративный фактор.....	54
<b>ГЛАВА 3. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ.....</b>	<b>66</b>
3.1. История изучения почвенного покрова.....	–
3.2. Характеристика основных типов почв.....	68
<b>ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>84</b>
4.1. Методологические аспекты районирования.....	–
4.2. Методические приемы составления схематической карты эколого-мелиоративного районирования.....	86
<b>ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ.....</b>	<b>95</b>
5.1. Эколого-мелиоративные зоны.....	–
5.1.1. Зона орошения.....	–
5.1.2. Зона орошения, осушения и химических мелиораций.....	97
5.1.3. Зона очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций.....	101

5.1.4. Зона очагового сельскохозяйственного освоения.....	104
5.2. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы.....	105
5.2.1. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Приольхонья и о. Ольхон.....	–
5.2.2. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Предбайкальской впадины.....	109
5.2.3. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Верхнего Приангарья.....	116
<b>ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	<b>122</b>
6.1. Экологические последствия мелиораций.....	–
6.2. Эколого-мелиоративное состояние земель Предбайкалья.....	127
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>137</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>139</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Показатели естественной дренированности, рассчитанные по морфометрическим показателям.....</b>	<b>164</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Схематическая карта почвенного покрова Предбайкалья.....</b>	<b>178</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Схематическая карта эколого-мелиоративного районирования почвенного покрова Предбайкалья.....</b>	<b>179</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. К схематической карте эколого-мелиоративного районирования почвенного покрова Предбайкалья.....</b>	<b>180</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Проблема эффективного использования почв, увеличения объемов сельскохозяйственного производства и получения высококачественной продукции является одной из наиболее актуальных задач современного сельского хозяйства России. Ее решение возможно при применении мелиоративных мероприятий, основанных на системных знаниях о природных условиях региона. Мелиорации, проводимые без учета результатов почвенно-мелиоративных изысканий, вследствие недостаточности информации о закономерностях взаимного влияния природных и антропогенных факторов могут и в большинстве случаев приводят к негативным экологическим изменениям в почвенном покрове (Саипов, 1998; Болатбекова, 2004; Исаева, 2004; Зайдельман, 2008; Никифорова, 2008; Нагалеvский, 2011; Научные основы..., 2013; Напрасников, 2014).

Одним из методов эколого-мелиоративной оценки территории является эколого-мелиоративное районирование (ЭМР), построенное на системном подходе к пространственной дифференциации территории и разрабатываемое на предпроектной стадии разработки мелиоративных мероприятий (Угланов, 1991; Елизарова, 1999; Лопатовская, Михайличенко, 2002; Поляков и др., 2014; Булгаков и др., 2014). ЭМР служит научной базой рационального использования земельных ресурсов, повышения плодородия почв и сохранения почвенного покрова.

**Цель исследования** заключается в разработке ЭМР почвенного покрова Предбайкалья, которое позволяет дифференцированно подходить к назначению экологически безопасных мелиоративных мероприятий и наиболее полно реализовать природный потенциал почв.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

– изучить природные факторы формирования мелиоративных условий региона;

- рассчитать естественную дренированность (ЕД) Предбайкалья и составить схематическую карту для целей мелиорации;
- выполнить ЭМР на уровне зон, областей, подобластей, районов и дать им комплексную характеристику;
- выделить почвенные эколого-мелиоративные комплексы (ЭМК) для сельскохозяйственных районов различных природных зон (Приольхонье и о. Ольхон, Предбайкальская впадина, Верхнее Приангарье) на ландшафтно-геохимической основе и составить схематические карты почвенных ЭМК;
- разработать рекомендации по ведению мелиоративных мероприятий для почвенных ЭМК с учетом особенностей строения мелиорируемой толщи;
- установить потенциальные экологические последствия применения мелиораций.

**Объект исследования** – почвенный покров Предбайкалья.

**Предмет исследования** – экологические факторы, определяющие мелиоративные особенности региона исследования.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Эколого-мелиоративное районирование на базе комплексного анализа природных и почвенных условий позволяет определить основные методы и приемы мелиорации, возможные отрицательные экологические последствия под воздействием мелиоративных мероприятий.

2. Почвенный эколого-мелиоративный комплекс как система экологических факторов с учетом миграционной направленности вещества и энергии является наиболее информативной таксономической единицей почвенного эколого-мелиоративного районирования.

**Методы исследования.** Работа выполнена с использованием картографического, сравнительно-географического, ландшафтно-геохимического, статистического методов и геоинформационного моделирования

**Исходные материалы.** При выполнении работы использовались: Почвенная карта Иркутской области (1983; 1988), результаты ранее

проведенных почвенных обследований; данные ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области», ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»; тематические карты различного содержания и масштаба; региональная литература по природным условиям, почвенному покрову и мелиоративному освоению территории.

**Научная новизна.** Впервые на основе расчетов морфометрических показателей предложена классификация и составлена карта-схема ЕД с учетом гидрогеологических и геоморфологических особенностей территории; разработаны принципы и методические приемы выполнения ЭМР Предбайкалья на базе комплексного подхода с выделением зон, областей, подобластей и районов; выделены почвенные ЭМК для Приольхонья и о. Ольхон, Предбайкальской впадины и Верхнего Приангарья.

**Практическая значимость** исследования заключается в комплексном анализе эколого-мелиоративных условий Предбайкалья, что позволяет разработать рекомендации по целесообразности мелиораций и повышению плодородия почв. Использование ЭМР дает возможность избежать отрицательных экологических последствий при проведении мелиоративных мероприятий. Результаты исследования рекомендуется использовать на предпроектной стадии оценки эколого-мелиоративного потенциала территории.

Материалы, представленные в диссертации, внедрены в учебный процесс и используются при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам «Мелиорация почв», «Рекультивация почв» в Иркутском государственном университете.

**Апробация.** Результаты исследований были представлены на II Региональной конференции студентов, аспирантов, молодых ученых «Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования Дальнего Востока и стран АТР» (Владивосток, 2005);

Международной научной конференции «Плодородие почв, эффективность средств химизации и методы оптимизации питания растений» (Иркутск, 2005); Международной научно-практической конференции «Севообороты, ресурсосберегающие технологии и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии Приангарья» (Иркутск, 2005); Всероссийской конференции «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем» (Иркутск, 2005); II Международной научно-практической конференции «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем» (Иркутск, 2006); Конференции «Почвы Сибири: генезис, география, экология и рациональное использование» (Новосибирск, 2007); Международной научно-практической конференции «Плодородие почв – уникальный природный ресурс – в нем будущее России» (Санкт-Петербург, 2008); V Съезде Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Ростов-на-Дону, 2008); Proceedings of international conference « Ekology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia» (Kostelec nad Cernymi lesy, Ceska republika, 2008); Международной конференции «Актуальные вопросы биологии в Байкальском регионе» (Иркутск, 2009); Конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Проблемы естественно-научного образования» (Иркутск, 2009); Proceedings of international conference «Ekologie a diverzita lesnich ekosystemu asijske casti Ruska» (Kostelec nad Cernymi lesy, Ceska republika, 2009); Международной школе-семинаре молодых ученых «Вклад молодых ученых в биологические исследования» (Иркутск, 2010); Международной научно-практической конференции «Иртышский бассейн: современное состояние и проблемы устойчивого развития» (Павлодар, 2011); III Международной научно-практической конференции «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем» (Иркутск, 2011); Международной конференции «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития» (Улан-Батор, Монголия, 2015);

Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы полиязычного образования и биологической науки» (Павлодар, 2016); IV Всероссийской конференции «Отражение био-, гео- антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове» (Томск 2016).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 26 печатных работ, из них 6 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК, а также монография «Эколого-мелиоративные особенности почвенного покрова Предбайкалья» и учебное пособие «Мелиорация почв. Засоленные почвы» (в соавторстве).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и приложений. Изложена на 163 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков и 10 таблиц. Список литературы включает 229 источника, в том числе 10 иностранных.

Автор выражает искреннюю признательность своему руководителю кандидату биологических наук, доценту О.Г. Лопатовской за ценные замечания, долготерпение, внимание и доброжелательность; кандидату географических наук А.А. Сороковому за консультации по ГИС-технологиям, а также всем сотрудникам кафедры естественнонаучных дисциплин ПИ ИГУ за своевременные критические высказывания, советы и поддержку в работе.

# ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

## 1.1. Краткий исторический обзор и современное состояние проблемы

Основные положения мелиоративного районирования, принципы выделения и группировки территорий, опубликованные в работах Н.А. Качинского (1937), В.А. Ковды (1947), Н.В. Роговской (1959), Н.И. Ходжибаева (1975), Ф.Р. Зайдельмана (Почвенно-мелиоративные условия..., 1984), были предложены главным образом для европейской части России и Средней Азии.

В.А. Гейнц (1950) отметил, что в различных природных условиях Ферганской долины орошение по-разному влияет на режим грунтовых вод. Автором была применена схема районирования, в которой выделялись грунтовые воды выщелачивания и грунтовые воды континентального засоления в зависимости от того, что преобладает в расходных элементах баланса грунтовых вод – сток или испарение. Однако в данной классификации не представлены объективные признаки выделения указанных типов вод.

М.М. Крыловым (1952; 1977) разработаны принципы районирования и схема гидрогеолого-мелиоративного районирования территории Узбекистана. Оценивая мелиоративные условия, М.М. Крылов придает большое значение характеру водообмена, рекомендуя учитывать геоструктурный и орографический признаки.

Наиболее детальную классификацию для целей районирования орошаемых земель СССР предложил В.А. Ковда (1956). В ее основе лежит деление на природные (климатические) зоны, используется физико-географическая и палеогеографическая характеристика с учетом солевой динамики почвенно-грунтовой толщи.

При районировании орошаемых районов Узбекистана Д.М. Кац (1956) использовал ландшафтно-геоморфологические признаки в сочетании с

количественной характеристикой питания, циркуляции и разгрузки грунтовых вод. Положительным аспектом данной схемы районирования является использование количественных характеристик питания и стока грунтовых вод. Автор рекомендует при недостатке таких данных использовать количественные показатели районов, аналогичных по ландшафтно-геоморфологическим условиям.

При крупномасштабном районировании Н.В. Роговская (1959) предлагает проводить распределение орошаемых территорий на типы или классы по одному или сумме признаков, определяющих условия освоения и выбор ирригационных систем.

В основе почвенно-агрохимического районирования СССР, предложенного А.В. Соколовым с соавторами (1976), лежит выделение зон по агрохимическим группам пахотных почв. Дальнейшее разделение зон связано с климатическими условиями и особенностями земледелия.

В 1979 г. для территории юга Западно-Сибирской равнины при участии И.Н. Угланова, П.С. Панина и сотрудников Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР была разработана обзорная карта природно-мелиоративного и сельскохозяйственного районирования. В ней были выделены мелиоративные категории земель и образующие их почвенно-мелиоративные комплексы, которые объединяют почвы однотипных ландшафтов, близких между собой по возможности сельскохозяйственного использования и мелиоративного освоения (Угланов, Панин, 1979).

Для юга Западной Сибири И.Н. Углановым (1981) разработана единая схема мелиоративного районирования, где отражены перспективные направления мелиоративного освоения территории и комплекс условий, определяющих содержание мелиоративных мероприятий и сложность их осуществления. При данном районировании выделены три мелиоративные зоны: осушения и культуртехнических мероприятий; осушения, орошения и мелиораций солонцов; орошения. В пределах зон выделены области и подобласти по региональным особенностям мелиорируемой толщи. Даны

рекомендации важнейших мелиоративных мероприятий для каждой из них, а также указывается на возможные отрицательные последствия мелиораций.

При почвенно-мелиоративном районировании Амура-Зее-Буреинского междуречья (Амурская область) Ю.С. Чернаков (1984) использовал показатели структуры почвенного покрова (коэффициент классификационных дифференциаций компонентов, индекс дробности, контрастность и др.). Он обосновал необходимость комплексной мелиоративной характеристики почв и компонентов структур почвенного покрова, а также установил связи между таксонами разного ранга, отражающими структуру покрова, и мелиоративными условиями почвенно-мелиоративных районов. Кроме этого им определены основные почвенно-мелиоративные факторы рационального освоения и использования земельных ресурсов исследуемой территории.

Изучением мерзлотно-гидрогеологических условий мелиораций земель Баргузинской впадины занимался Л.В. Замана (1984). Он разработал таксономическую схему гидрогеолого-мелиоративного районирования с учетом мерзлотного фактора и предложил мерзлотные показатели для районирования и оценки территории для решения задач мелиорации.

Природно-мелиоративное районирование Алтайского края выполнено на основе схемы физико-географического районирования при учете ландшафтной структуры территории (Природно-мелиоративная оценка..., 1988). Авторы выделяют следующие единицы природно-мелиоративного районирования: пояс (по характеру климата, по направлению развития мелиорации земель с целью оптимизации условий сельского хозяйства); зона (по биоклиматическим условиям территории); подзона (по биоклиматическим особенностям, типу почвообразования и рекомендуемым видам мелиорации земель); провинция (по геоморфологическим и гидрогеологическим условиям).

И.В. Забоевой с соавторами (1990) разработано почвенно-мелиоративное районирование для территории Коми АССР, в основу которого положены

зональные особенности почв и почвенного покрова с учетом всего комплекса природных факторов почвообразования. При этом особо учитывались степень и характер заболоченности почвенного покрова. При характеристике районов предложены основные пути рационального использования земельных ресурсов территории (Почвенно-мелиоративное районирование..., 1990).

В этом же году для Республики Монголия составлено почвенно-мелиоративное районирование, учитывающее основные факторы почвообразования (водный, тепловой, солевой и биологический режимы почв, энергетика почвообразования, наличие и качество водных ресурсов). Разработаны методика и рекомендации по мелиоративным режимам орошаемых земель для разных природно-мелиоративных районов Монголии (Цэдэндамбын, 1990).

Годом позже разработано комплексное ландшафтно-мелиоративное районирование для Чуйской долины (в пределах Киргизии), где в качестве таксономических единиц использовались округ, район и подрайон. Ландшафтно-мелиоративный метод позволяет рассматривать объект мелиорации как целостный комплекс с внутренними и внешними связями в природно-сельскохозяйственной системе (Джамгырчиев, 1991).

Для засоленных почв Барабинской низменности Т.Н. Елизарова и Л.А. Магаева (1994) предложили критерии оценки эколого-мелиоративного потенциала почвенного покрова (ЭМПт), а также показали необходимость оценки ЭМПт для прогнозирования почвенно-мелиоративных процессов и обоснования системы мелиоративных мероприятий по освоению и использованию земель.

Эколого-мелиоративное районирование Западной Сибири было проведено «для выявления специфики почвенного покрова, правильного размещения и обоснования экологически безопасных мелиораций, повышения точности прогноза возможных негативных почвенно-мелиоративных процессов» (Эколого-мелиоративный потенциал..., 1999. С.

125). Впервые для прогноза при мелиорации введен тектонический фактор, дана ландшафтно-литологическая характеристика почв, установлены критический уровень залегания грунтовых вод и амплитуда его колебания.

М.А. Зверевой (2002) проведено почвенно-мелиоративное районирование днищ долин горных рек (Приморский край). Для выделенных единиц районирования (зона, подзона, район, подрайон) предложен комплекс мелиоративных и противоэрозионных мероприятий.

Для Приишимья С.В. Квашниным (2003) предложена методика крупномасштабного ландшафтно-мелиоративного районирования на основе индикации почвенного и растительного покрова. В ее основе лежит совокупность динамических состояний топогеосистем по признаку участия грунтовых вод в почвообразовательном процессе.

Для центра Нечерноземья России К.С. Болатбековой (2004) составлена агроландшафтная экологическая почвенно-мелиоративная карта (м-б 1:1 500 000), на которой обобщены сведения о природных и агроэкологических условиях, технологических особенностях и строительных ситуациях. Карта основана на комплексном подходе и содержит информацию о климате, почвах, литологии, растительности, поверхностных и грунтовых водах, рельефе и геоморфологии, особенностях земледелия, мелиорации, защите почв от деградационных изменений и другие данные об агроландшафте в объеме, достаточном для проектирования, реализации адаптивно-ландшафтного земледелия и мелиорации почв.

В 2008 г. А.А. Никифоровой представлена иерархическая генетическая классификация ландшафтов для целей мелиорации и сельского хозяйства, разработаны принципы и методические приемы составления агроэкологической почвенно-мелиоративной карты Нечерноземной зоны Европейской России (м-б 1:1 500 000) на основе системного подхода к пространственной дифференциации территории.

Для Краснодарского края Э.Ю. Нагалецкий (2011) предложил ландшафтно-мелиоративное районирование, научной базой которого

является взаимосвязанное рассмотрение комплекса природных условий и мелиоративных объектов на основе общетеchnологических способов и приемов ведения мелиорации. В качестве таксономических единиц предложены: природные зоны, агроландшафтные провинции и подпровинции. Для выделенных районов рекомендуется система земледелия и приводятся основные виды мелиораций.

## **1.2. Опыт мелиоративного районирования в Предбайкалье**

Для территории Предбайкалья были предложены несколько вариантов районирований. Одной из первых попыток районирования применительно к сельскому хозяйству является опыт разделения Иркутской губернии на семь хлебопахотных полос, опубликованный Губернским статистическим комитетом (Памятная книжка..., 1881). Следует отметить, что основные «хлебородные полосы», выделенные тогда, и сегодня относятся к наиболее освоенным в сельскохозяйственном отношении территориям.

Переселенческим управлением в 1913–1914 гг. по естественноисторическим и хозяйственным признакам было выделено и кратко описано пять районов с указанием особенностей рельефа, растительности, почвенного покрова и основных направлений развития сельского хозяйства (Миротворцев, 1929).

Выделению сельскохозяйственных районов по исследуемой территории посвящены публикации В.Е. Писарева (1916), А.Н. Челинцева (1928), К.Н. Миротворцева (1929); коллективные работы сотрудников Сибирского краевого земельного управления, Иркутского губернского земельного управления.

В 1962 г. О.В. Макеевым было проведено агропочвенное районирование Иркутской области. На выделенных округах сельскохозяйственной полосы предлагаются мероприятия, необходимые для сохранения и повышения плодородия почв (орошение, осушение, известкование, противоэрозионные

мероприятия, внесение органо-минеральных удобрений). Выделение округов основано на схеме почвенного районирования СССР и произведено с учетом зональности и вертикальной поясности размещения почв, провинциальных особенностей и сельскохозяйственной ценности (Макеев, 1962).

Позднее почвенно-мелиоративные исследования Предбайкалья проводились на кафедре почвоведения ИГУ под руководством Н.И. Карнаухова. Он предложил мелкомасштабное комплексное почвенно-мелиоративное районирование юга Средней и Восточной Сибири с выделением почвенно-мелиоративных областей для целей орошения (рис. 1). В пределах Предбайкалья выделена область однократного орошения полевых культур. Недостатком данного районирования является отсутствие указаний на необходимость осушительных мелиораций (Карнаухов, 1970; 1975; 1977).

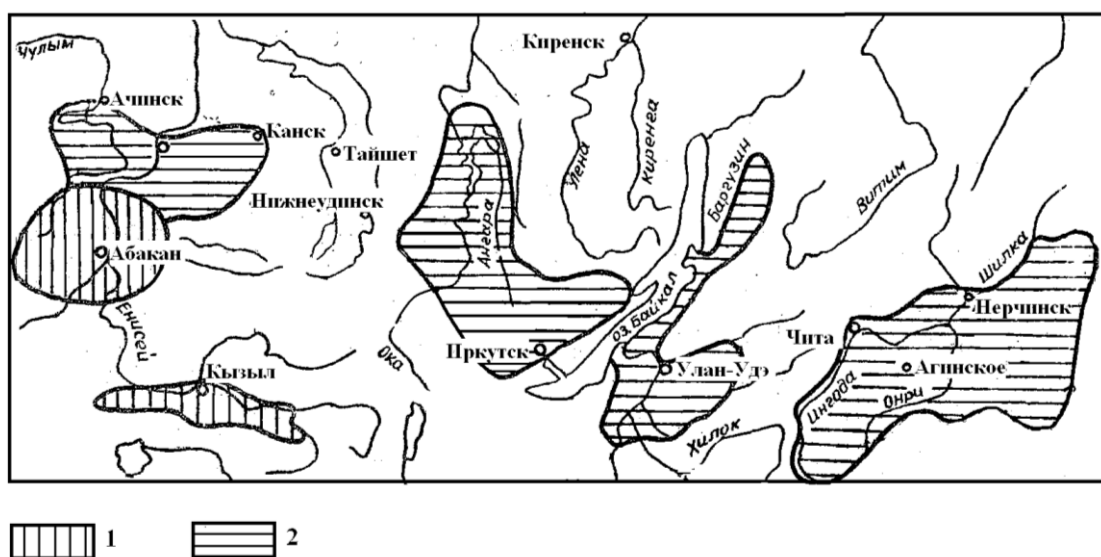


Рис. 1. Схема почвенно-мелиоративного районирования юга Средней и Восточной Сибири для целей мелиорации.

1 – область регулярного орошения всех сельскохозяйственных культур. 2 – область однократного орошения полевых культур и регулярного орошения овощей и кормовых угодий.

В 1989 г. научные сотрудники Почвенного института им. В.В. Докучаева предложили схему почвенно-агромелиоративного районирования пахотных

земель СССР. Авторы в качестве основных таксономических единиц выделяют почвенно-агромелиоративную зону и почвенно-агромелиоративный регион и приводят систему агрономических, агромелиоративных и агротехнических мероприятий для каждого региона. Территория Предбайкалья согласно данному районированию относится к Среднесибирскому лесостепному региону, для которого необходимы орошение, влагонакопление, гумусонакопление, агрохимические и противоэрозионные мелиорации. Исследование носит обобщающий характер, не учитывает потребность региона в осушительных мероприятиях и наличия в почвенном покрове засоленных почв (Розов и др., 1989).

В 1990 г. И.Н. Углановым было составлено среднemasштабное природно-мелиоративное районирование для бассейна р. Куды (Природно-мелиоративные условия..., 1990). В качестве основных таксономических единиц предлагалось выделять природно-мелиоративные зоны (подзоны), области (подобласти) и районы. В основе выделения лежит один или несколько ведущих природно-мелиоративных показателей. Так, например, выделение природно-мелиоративных зон и подзон основывается на наличии гидротермических различий и основных направлений сельскохозяйственного использования земель. Ведущими факторами при выделении областей и подобластей являются особенности устройства поверхности, геолого-гидрогеологических условий, естественной дренированности территории и других показателей строения мелиорируемой толщи (Угланов, 1981). Основой выделения почвенно-мелиоративных районов и подрайонов служат почвенно-мелиоративные категории земель и составляющие их почвенно-мелиоративные группы. В результате бассейн р. Куды был отнесен к двум природно-мелиоративным зонам: I – зона осушения и культуртехнических мелиораций; II – зона осушения, орошения и мелиораций солонцов; нескольким природно-мелиоративным областям и подобластям.

Позднее, в 1991 г. И.Н. Углановым, А.А. Скуратовским и О.Г. Лопатовской было проведено природно-мелиоративное районирование

Иркутской области, которое базировалось главным образом на биоклиматической и гидрогеолого-геолого-мелиоративной основе (рис. 2). В понимании почвенно-мелиоративных процессов и районировании авторы уделяют большое внимание пространственно-временному принципу и принципу причинности, прогнозу на перспективу, региональному и генетическому подходу исходя из анализа территории. В качестве ведущего метода районирования использовался метод комплексного анализа (Угланов, 1991; Угланов и др., 1991; Угланов, Лопатовская, 1993).

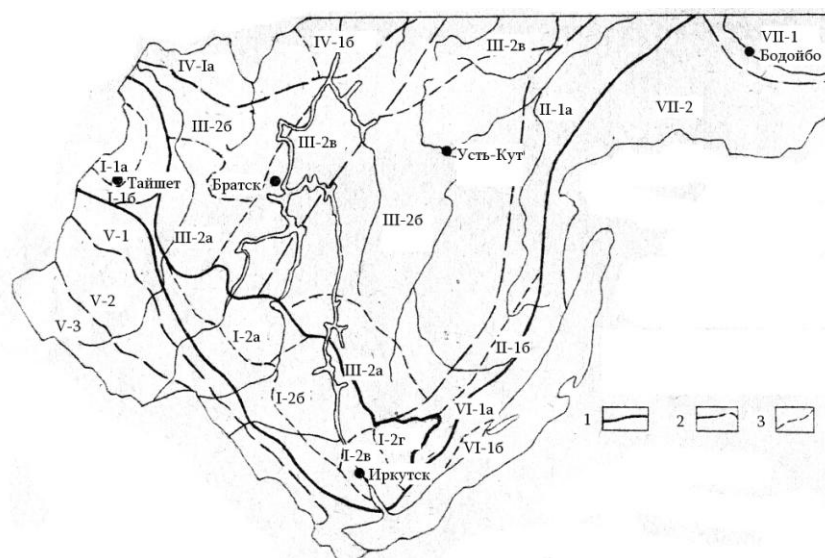


Рис. 2. Схема природно-мелиоративного районирования Иркутской области.

Границы природно-мелиоративных: 1 – зон, 2 – провинций и областей, 3 – подобластей. Подобласти: I-1a – Канско-Шиткинская лесостепная и степная низменная равнина; I-1б – Тайшетско-Бирюсинская равнина; I-2a – Тулунская лесостепная холмисто-грядовая равнина; I-2б – Черемховско-Балаганская степная и лесостепная полого-холмистая равнина; I-2в – Иркутская лесостепная всхолмленная равнина; I-2г – Кудинская степная и лесостепная грядовая равнина; I-2д – Присянская лесоболотная равнина; II-1a – Предбайкальская болотно-лесная равнина; II-2б – Онетская лесная возвышенность; III-2a – Чуна-Удинская южнотаежная равнина; III-2в – Ангарский таежный кряж; IV-1a – Мура-Ковинская таежная равнина; IV-1б – Ката-Ербогаченская таежная равнина; V-1 – предгорная Восточно-Саянская; V-2 – средне-горная Восточно-Саянская; V-3 – высокогорная Восточно-Саянская; VI-1a – Приморско-Байкальская горно-лесная; VI-1б – Ольхонская степная; VII-1 – Витимо-Патомское нагорье; VII-2 – Северо-Байкальское нагорье.

Авторы предложили классификацию, в основе которой лежит деление на природно-мелиоративные зоны. Выделение зон обуславливалось зонально-климатическими особенностями (естественное увлажнение и теплообеспеченность) и важнейшими направлениями ведения сельского хозяйства. Дальнейшая дифференциация предполагала обособление природно-мелиоративных провинций, областей и подобластей исходя из структур, характеризующих особенности строения мелиорируемой толщи и типы ландшафтов. На базе комплексного анализа территории была дана природно-мелиоративная и почвенно-мелиоративная оценка территории и выделены три природно-мелиоративные зоны: орошения, осушения, тепловых и химических мелиораций (зона лесостепей и степей); очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций (зона тайги); горно-таежная зона очагового сельскохозяйственного освоения.

Изучению эколого-мелиоративных особенностей Байкальской Сибири посвящены работы О.Г. Лопатовской (Лопатовская, 1997; 1999; 2001; 2002; 2007; 2010). Автор вводит новую таксономическую единицу в развитии теории мелиоративного районирования – почвенный эколого-мелиоративный комплекс. Критериями выделения ЭМК служат тип почвенно-геохимического ландшафта и направление основного процесса почвообразования (подзолообразование, осолонцевание, засоление и др.). Разработана схема рационального использования почв с учетом их агро-мелиоративного, лесохозяйственного, промышленного и природоохранного потенциала. В дальнейшем нами были продолжены исследования эколого-мелиоративных особенностей региона (Sugachenko, Lopatovskaya, 2008; Sugachenko, Lopatovskaya 2009; Сугаченко, Лопатовская, 2010).

Сотрудниками Иркутской государственной сельскохозяйственной академии разработана методика агроландшафтного районирования Иркутской области, по которой выделяются агроландшафтные районы, однородные по структуре почвенного покрова, сочетанию природных

факторов и характеру возможности сельскохозяйственного использования (Филиппов, Солодун, 2005; Серышев, Солодун, 2009; Вашукевич, Иваньо, 2010).

Вопросам агроклиматического районирования Иркутской области посвящена публикация И.А. Александровой (2007), где выделяются четыре агроклиматические оценочные подзоны на основе природных условий (тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода сельскохозяйственных культур) и на материалах отраслевых районирований (почвенного, природного и т. д.). Данное районирование направлено на решение задач рационального использования земель, в том числе на проведение мероприятий по повышению плодородия сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, интерес к проблеме мелиоративного районирования существует на протяжении длительного времени. В основе разных взглядов исследователей на типизацию мелиорируемых территорий лежат системные знания по комплексу природных условий (геологии, геоморфологии, гидрогеологии, гидрологии, климату), составу и структуре почвенного покрова и мелиоративным особенностям почв.

## ГЛАВА 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

### 2.1. Рельеф

Рельеф является важным фактором формирования мелиоративных условий. Он предопределяет характер и интенсивность многих природных процессов.

Территория Предбайкалья расположена на юго-востоке Средне-Сибирского плоскогорья в обрамлении гор Восточного Саяна и Прибайкалья (рис. 3). Ее большая часть находится на высоте свыше 500 м над уровнем моря, на остальной площади (1/3 территории) преобладают высоты 200-500 м (Атлас..., 1962; Иванов, 1968; Атлас..., 2004).

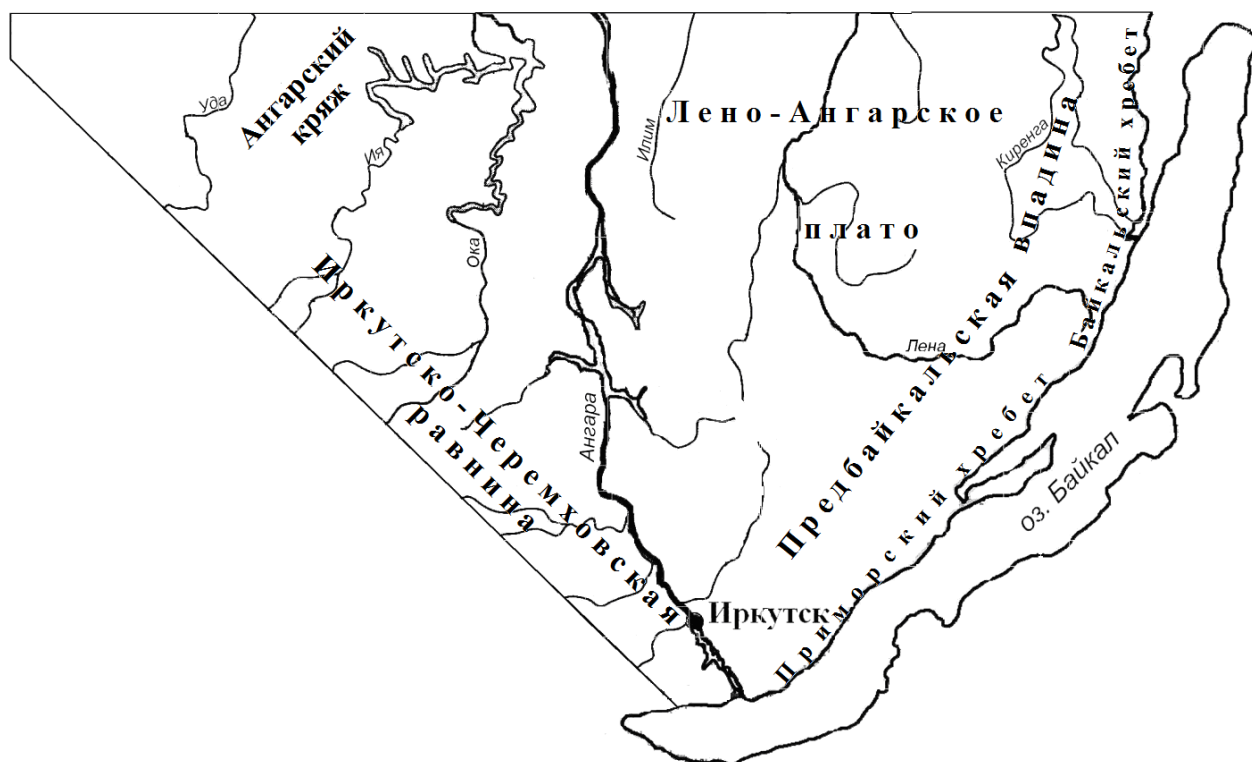


Рис. 3. Орографическая схема Предбайкалья.

Рельеф Средне-Сибирского плоскогорья изменяется от аллювиальной равнины до горной страны. Это обусловлено неодинаковым общим поднятием на последних этапах геологической истории.

Наибольшую высоту имеет Лено-Ангарское плато, расположенное в Ангаро-Ленском и Лено-Киренгском междуречьях. Для него характерна значительная расчлененность долинами рек Ангары и Лены. Наибольшие высоты отмечаются в восточной части плато (800–1 000 м), в западном направлении высоты междуречий убывают до 600–700 м. Максимальная отметка (1 464 м) находится на северо-востоке плато на водоразделах рек Орленги и Ханды. Южная и западная части плато отличаются сравнительно небольшой расчлененностью. На юге плато расположены Манзурская и Онотская возвышенности.

В северном и северо-восточном направлении на 100 км вытянута Предбайкальская впадина, отделяя хребты Прибайкалья от Лено-Ангарского плато. Для впадины характерен грядовой рельеф с высотами 500–600 м в северной части и 600–800 м – в южной. Наибольших высот Предбайкальская впадина достигает в среднем течении р. Киренги (1 000–1 200 м).

На северо-западе и севере от Лено-Ангарского плато располагается Ангарский кряж, образованный системой гряд, плато, массивов, сложенных траппами, и понижений, выполненных осадочными породами (Воскресенский, 1962). Ангарский кряж тянется от г. Нижнеудинска в северо-восточном направлении к среднему течению р. Ангары, верховьям р. Подкаменной Тунгуски до устья р. Большой Еремы. Для рельефа Ангарского кряжа характерно чередование плоских возвышенностей с мягкими пологими склонами.

Между Лено-Ангарским плато, Ангарским кряжем и Восточным Саяном находится Иркутско-Черемховская равнина. Рельеф равнины сглаженный, слабохолмистый, мягкоконтурный, плоскоувалистый (Кузнецова, 1964). Равнина слабо расчленена широкими, неглубоко врезанными долинами рек. Водоразделы равнинного характера с относительно плоскими междуречными

пространствами. Особенно обширные равнинные участки встречаются в местах слияния долин крупных рек: Ангары, Китоя и Белой. Средние высоты междуречий – 500–600 м, минимальные – 400–420 м, максимальные – 650–730 м. В западной части равнины выделяется более пониженная заболоченная территория с высотами 400–420 м.

Восточный Саян представляет собой сильно расчлененную многочисленными речными долинами поверхность с высотами 2 500 м и более. Территории свойственны резкие перепады высот на сравнительно ограниченных расстояниях.

Приморский хребет, простирающийся от истока р. Ангары вдоль оз. Байкал, имеет высоту 1 000–1 500 м и характеризуется менее резкими, типичными для низкогорий, формами рельефа. Севернее он переходит в Байкальский хребет, обладающий ярко выраженными альпийскими формами и значительной высотой (гора Черского, 2 572 м).

Рельеф территории формировался в условиях длительного континентального режима на фоне крупных тектонических преобразований. Поэтому основными формами «наложенного» рельефа являются водно-эрозионные и водно-аккумулятивные. Они представлены многочисленными речными долинами и разделяющими их междуречьями. В речных долинах комплекс пойм и террас, нередко встречаются формы рельефа мерзлотного, мерзлотно-суффозионного и карстового генезиса.

На территории Предбайкалья широко распространены карстовые явления, что обусловлено присутствием в геологическом разрезе карстующихся пород. На земной поверхности карст выражен воронками, котловинами, суходолами, карстовыми озерами и родниками, останцами, туфовыми холмами и др., а под землей – пещерами, карстовыми полостями, разнообразными брекчиями, пликативными и дизъюнктивными дислокациями и кавернозностью. Различные формы проявления карста имеют неодинаковое значение при оценке мелиоративных условий территории и при ее мелиоративном освоении.

Карстующиеся породы в осадочных отложениях платформы представлены доломитами, известняками, ангидритами, соленосными и гипсоносными породами кембрия, ордовика, силура и девона; в горно-складчатом обрамлении платформы – мраморами, кристаллическими известняками и доломитами архея и протерозоя. В зависимости от условий карстовый процесс охватывает поверхностные слои отложений либо простирается на глубину 200–500 м и более. Интенсивность карстового процесса зависит от состава и растворимости пород, их проницаемости для фильтрующейся воды и ее растворяющей способности (Вологодский, Нечаева, 1968).

Выделяют карст платформенной части и горного обрамления. Платформенный подземный карст приурочен к горизонтально залегающим слоям растворимой горной породы. Общая мощность карстующихся осадочных пород колеблется от 700 до 1 600 м. Карст горного обрамления Сибирской платформы имеет преимущественно вертикальное распространение, развит в мраморах, кристаллических известняках и доломитах (Гутарева и др., 2009).

Г.П. Вологодский выделяет закарстованные области и районы: карстовую область Присаяно-Канского краевого прогиба, включает среднее течение Бирюсы, бассейны рек Тагула, Туманшета, Топорка и др.; карстовую область Иркутского юрского предгорного прогиба, включает район платформенного типа (Южное Прибайкалье), относящийся к бассейнам рек Куды, Осы, нижнего течения Белой и др.; карстовый район присаянского склона, образующий относительно узкую (от 10 до 40 км) полосу вдоль подножья Восточного Саяна (Вологодский, 1975).

Наиболее интенсивно древний и современный (карбонатный и сульфатный) карст развит в приангарской части Иркутской впадины и в долине р. Ангары (преимущественно карбонатный). Здесь широко распространены карстующиеся (карбонатные и загипсованные) породы нижнего кембрия и ангарской свиты мощностью до 400 м. Наличие

карбонатного карста обусловлено растворением и выщелачиванием карбонатов и доломитов, сульфатный – ангидритов и гипсов. Нередко при совмещении в геологическом разрезе этих пород наблюдается полигенетический (карбонатно-сульфатный) тип карста. В засоленных породах низов ангарской свиты установлен и соляной карст. Процессам карстообразования обязаны своим происхождением бугристо-западинный рельеф и рвы отседания.

Спорадическое проявление карста характерно для карбонатных пород центральной и северной частей Иркутского амфитеатра и Восточного Саяна. Карстующимися породами в центральной и северной частях Иркутского амфитеатра являются известняки и доломиты усть-кутской свиты и загипсованные породы братской свиты, в Восточном Саяне – мраморы нижнего протерозоя и известняки и доломиты верхнего протерозоя. На западном побережье Байкала встречаются карстующиеся породы архей-раннепротерозойского возраста (Трофимова, 2006).

Сведение или нарушение верхнего почвенно-растительного покрова может привести к деградации мерзлоты на склонах, оттаиванию мерзлоты и проявлению термокарста. Глубина оттаивания возрастает, а длительное избыточное увлажнение способствует прогрессивному заболачиванию. Активизация криогенных процессов в этих условиях – показатель неустойчивости почвогрунтов (Кузьмин, 1995).

## **2.2. Геологическое строение**

Рассматриваемая территория располагается в двух регионах, различных в геолого-структурном отношении, – на Сибирской платформе и на ее горно-складчатом обрамлении (Ткачук, Пиннекер, 1959).

*Архейская группа.* Породы архея широко распространены в горном обрамлении Иркутского амфитеатра (Восточный Саян и Прибайкалье) (рис.

4). Они представлены мраморами, гнейсами и кристаллическими сланцами мощностью до 10–15 км (Фролова, 1962; Спижарский и др., 1968).

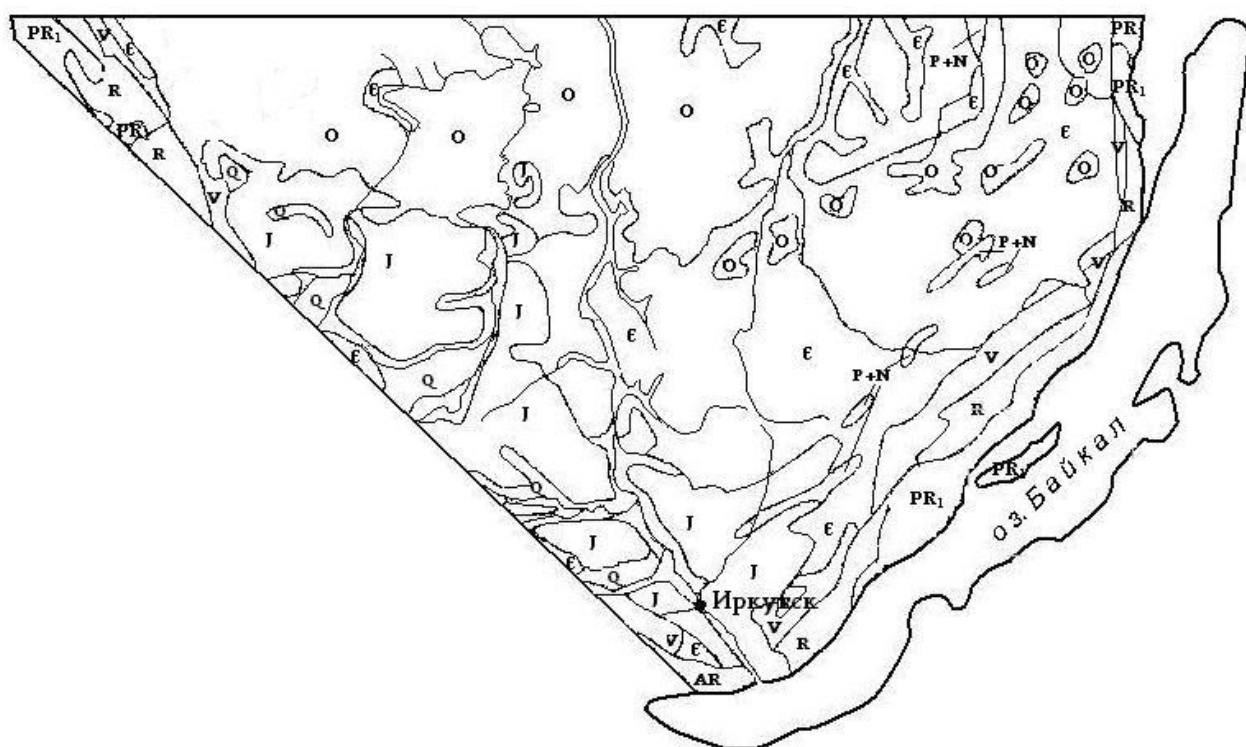


Рис. 4. Геологическая схема (составлено по: Атлас..., 2004).

Q – четвертичная система; P+N – палеоген-неогеновая система; J – юра; O – ордовик; E – кембрий; V – венд; R – рифей; PR<sub>1</sub> – нижний протерозой; AR – архей.

*Протерозойская группа.* Отложения нижнего протерозоя обнажаются в бассейнах рек Белой, Оки, Зимы, Уды и др. Породы преимущественно сланцевые, карбонатные (известково-доломитовые), кварцитовые, вулканогенные, как правило, измененные метаморфизмом в метаморфические и кристаллические сланцы, амфиболиты, мраморы. Общая мощность пород достигает 8 500–11 000 м.

Породы среднего протерозоя развиты в Саяно-Байкальской горной стране. Мощность отложений до 14 500 м. Их толщи состоят из кислых эффузивов, кварцевых порфиров, красноцветных обломочных и обломочно-известняковых пород (Флоренсов, Олюнин, 1965).

Осадки верхнего протерозоя обнажаются в Прибайкалье и Присянье. Они представлены кристаллическими известняками, магнезитами, талькитами, амфиболитами, сланцами, гнейсами и кварцитами, мощность отложений 2 500–4 200 м (Гидрогеология СССР, 1970).

*Палеозойская группа.* Породы кембрия слагают всю внутреннюю часть Иркутского амфитеатра, а также занимают ограниченные площади в Прибайкалье и Присянье.

Кембрийские отложения обычно залегают почти горизонтально с общим слабым наклоном на север, в некоторых местах встречаются плоские поднятия и погружения. Отложения кембрийского возраста подразделяют на три отдела: нижний, средний и верхний. Наиболее распространены отложения нижнекембрийские. Мощность нижнекембрийских отложений 2 500–3 000 м. Среди них на юге внутреннего поля Иркутского амфитеатра выделяются следующие свиты: ушаковская, мотская, усольская, бельская, булайская, верхоленская и ангарская (Васильев, 1957).

Породы *ушаковской свиты*, залегающей на синийских, протерозойских и архейских породах, являются преимущественно терригенными образованиями: переслаивающимися песчаниками, глинистыми сланцами, алевролитами и аргиллитами. Мощность свиты 250–300 м.

*Мотская свита* широко распространена по территории, ее выходы имеются в Прибайкалье, Восточном Саяне, и вскрыта глубокими скважинами в Бельске, Еловке, Усолье-Сибирском, Тулуне. В основании свиты залегают песчаники кварцевого и кварц-полевошпатового состава. В средней и верхней частях толщи развиты доломиты и мергели, в верхней части появляются пропластки каменной соли. Характерной особенностью пород мотской свиты является: 1) присутствие тонких пропластков белого и розового гипса; 2) псевдоморфоз глины по каменной соли (отложения осадков в условиях мелководья). Мощность свиты увеличивается в направлении к внутренней части амфитеатра и составляет 460–600 м (Геологическая карта..., 1986; Одинцов, 1986).

Породы *усольской свиты* широко распространены в пределах внутреннего поля Иркутского амфитеатра. Основными породами являются известняки и доломиты с линзами и жилами (по трещинам) белого кварца. Характерно присутствие мощных пластов каменной соли в нижней части разреза, переслаивающихся с доломитами; встречаются также прослои глинистых сланцев, глин, ангидритов, мергелей и известняков. Мощность свиты более 1 000 м.

*Бельская свита* образована карбонатно-сульфатной толщей доломитов и известняков с прослоями ангидритов. Для нее характерно окремнение пород, нередко включения мелких кристаллов пирита. На отдельных участках наблюдается засоление нижних горизонтов. Мощность свиты достигает 340 м.

Породы *булайской свиты* обнажаются в бассейнах рек Большой Белой и Малой Белой. Они представлены битуминозными доломитами с прослоями мергелей, песчаников, ангидритов и гипсов. Мощность свиты 140–170 м.

Выходы *ангарской свиты* имеются по долинам рек Ангары, Белой, Залари, Унги, Куды, Курката, Кутулика. Верхняя часть, сложенная доломитами с прослоями известняков, сильно размыта позднейшими трансгрессиями. Нижняя часть представлена брекчированными известняками, мергелистыми и массивными кавернозными доломитами. Мощность свиты от 50 до 400 м.

Пестроцветные песчано-мергелистые отложения *верхоленской свиты* верхнего кембрия выходят на поверхность в верхнем течении Ангары, Лены и Киренги. Нижневерхоленская подсвита (осинская и балаганская пачки) сложена преимущественно мергелями с прослоями песчаников и алевролитов с линзообразными включениями и реже с прослоями гипса и ангидрита; в средневерхоленской подсвите преимущественное значение имеют песчаники, местами с прослоями мергелей; верхневерхоленская подсвита представлена мергелями и песчаниками с прослоями известняков. Общая мощность верхнекембрийских отложений достигает 700 м.

Отложения ордовика, согласно перекрывающие породы верхнего кембрия, широко распространены в пределах Иркутского амфитеатра (Ангарской синеклизы). Они представлены преимущественно карбонатными, карбонатно-терригенными и терригенными породами платформенного типа, мощностью от 400 до 800 м (Геология Сибирской платформы, 1966).

Мезозойская группа. Юрские отложения, представленные терригенными образованиями (песчаники, алевролиты, конгломераты, переслаивающиеся с аргиллитами и глинистыми сланцами), широко развиты на юге Иркутского амфитеатра. Наиболее изучена юрская толща в пределах Иркутского угленосного бассейна, вытянутого вдоль Восточного Саяна от оз. Байкал до г. Нижнеудинска. Мощность юрских отложений изменчива – от 20–60 м в районе г. Черемхово до 500–750 м в г. Иркутске.

Юрские отложения представлены тремя свитами: нижней безугольной – заларинской, средней продуктивной – черемховской и верхней непромышленной – присаянской (Деев, 1957). Породы *заларинской свиты* залегают в основании разреза на размывтой поверхности кембрийских отложений, распространены повсеместно по всей площади развития юры. Она сложена песчаниками с прослоями конгломератов мощностью от 50 до 130 м (Геология..., 1966).

Породы *черемховской свиты* согласно залегают на кровле заларинской свиты и трансгрессивно на поверхности кембрия. Она представлена песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов и значительным количеством пластов угля. Мощность свиты на севере угленосного бассейна 70–80 м, на юге – 250–300 м.

Породы *присаянской свиты* сложены мощными толщами песчаников с редкими прослоями и линзами гравелитов и конгломератов, алевролитами, аргиллитами и маломощными пластами угля. Мощность свиты от 50 (на северо-западе) до 150 м (на юго-востоке).

Кайнозойская группа. Породы третичного возраста распространены в Приольхонье и на юго-восточной окраине внутреннего поля Иркутского

амфитеатра. Они имеют непостоянный литологический состав и мощность. Континентально-озерные отложения Прибайкалья представлены глинами, алевролитами, слабо сцементированными песчаниками с прослоями и линзами углей и известняков. Мощность пород 400 м.

Четвертичные отложения широко распространены и перекрывают более древние осадочные и метаморфические породы на всех элементах рельефа. Они представлены всеми отделами четвертичной системы – эоплейстоценом, плейстоценом и голоценом (Логачев и др., 1964; Раевский, 1972). Породы разнообразны по генезису: элювиальные (элювий нижнекембрийских карбонатных пород, верхнекембрийских красноцветных пород, юрских песчаников и конгломератов); делювиальные (карбонатные и бескарбонатные); аллювиальные (древние и современные); лессовидные (пролювиально-делювиальные и аллювиальные) (Надеждин, 1960).

*Элювиальные отложения* развиты по уплощенным самым высоким (гипсометрически) морфологическим поверхностям водоразделов. Мощность и литологический состав элювия определяются устойчивостью коренных пород к выветриванию и их минеральным составом. Продуктами терригенно-карбонатных отложений венда и кембрия являются элювиальные суглинки и глины, реже супеси и особенно пески, обогащенные в основании разреза щебнистым материалом. На траппах платообразных возвышений элювий представлен суглинками и глинами с большим количеством дресвы, залегающими на глыбовых отдельностях. Мощность элювия нижнекембрийских пород 0,6–3,0 м, трапповых 0,6–1,5 м.

*Делювиальные отложения* распространены по склонам долин рек за исключением нижних террас и пойм. Интенсивность их накопления обуславливается скоростью выветривания пород, слагающих верхнюю денудационную часть склона, и обильностью талоснеговых и дождевых вод, инициирующих плоскостной смыв и отложение сносимого материала. Делювий терригенно-карбонатных пород венда и нижнего кембрия отличается щебнисто-дресвянистым составом с глинистым наполнителем.

Его мощность составляет от 0,3–4,0 до 8–14 м. Делювий юрских пород более мелкозернистый. Он преимущественно суглинистый и глинистый, реже песчаный, мощность возрастает до 4–17 м.

*Элювиально-делювиальные отложения* покрывают маломощным чехлом уплощенные водоразделы, их склоны и седловины между ними, а также верхние цокольные террасы. Преимущественное развитие получили комплексы щебнисто-песчано-суглинисто-глинистого характера, являющиеся продуктами разрушения, денудации и сноса кембрийских и юрских отложений. На карбонатных породах кембрия развиты карбонатные суглинки и глины с обильным щебнем в основании разреза. Их мощность на водоразделах и склонах не превышает 1–3 м, по склонам и верхним террасам рек увеличивается до 4–9 м. На юрских отложениях по глинистым угленосным породам образовались суглинки и глины с прожилками, примазками углей и их включениями. Песчаники и конгломераты дали начало пескам, супесям и суглинкам с гравийно-галечниковым материалом. Мощность отложений обычно не превышает 2–6 м, иногда достигает 30 м.

Комплекс *пролювиально-делювиальных и делювиальных отложений* слагает склоны и конусы выноса овражно-ложковой сети. Отложения являются продуктами дезинтеграции и переотложения пород верхнего кембрия и юры, слагающих склоны, и представлены суглинками, реже глинами. Мощность отложений непостоянна (4–19 м).

*Пролювиально-аллювиальные русловые отложения* постоянных и временных водотоков занимают днища и подножия склонов речек, падей и распадков, представлены песчано-глинисто-щебнистыми литологическими разностями со слабоокатанным и плохоотсортированным грубообломочным материалом. Продуктами разрушения более устойчивых к выветриванию кембрийских пород являются пески, супеси, суглинки. Продукты выветривания юрских образований разнообразны – от песков до глин. Мощность этих отложений варьирует очень широко – от 0,3–2,0 до 6–17 м.

Современный *аллювий* (пойменный и русловой – первой надпойменной террасы) развит по долинам всех рек региона. В основании аллювия крупных рек (Ангара, Ока, Белая и др.) залегают галечники и гравийно-галечниковые отложения. Они обычно перекрыты песками, переходящими в супесчано-суглинистые образования. Общая мощность аллювия составляет 10–17 м. В долинах мелких рек аллювий отличается меньшей сортированностью и окатанностью. Комплекс аллювиальных отложений более древних террас представлен песками, суглинками и глинами, подстилаемыми песчано-галечниковым материалом.

*Лессовидные породы* представлены двумя генетическими типами – элювиальными и элювиально-делювиальными осадками. Первые (пылеватые суглинки и супеси) распространены в долинах и на древних террасах большинства долин рек и в нижних частях водоразделов, а вторые (преимущественно суглинистые) – на междуречьях Иркутско-Черемховской равнины.

*Озерные и органогенные осадки* приурочены к заболоченным участкам пойм и надпойменных террас речных долин. Обычно они заторфованы. Максимальная мощность торфа различной степени разложения и заполнения минеральным субстратом (иловатыми суглинками, песками) достигает 3 м. Залегает он чаще всего на глинах, иногда на песчаных и гравийно-галечных отложениях.

### 2.3. Климат

Климатические особенности региона в значительной степени определяют выбор мелиоративного воздействия на земельные угодья. Соотношение тепла и влаги и увлажнение являются важными показателями мелиоративных условий, определяя рост и развитие растений, их продуктивность, ассортимент возделываемых культур и специализацию сельскохозяйственного производства.

Район исследования расположен в центре Азиатского материка, орографически открыт только на север, поэтому недоступен ни тихоокеанским, ни атлантическим воздушным массам, но зато хорошо продувается арктическими воздушными течениями (рис. 5).

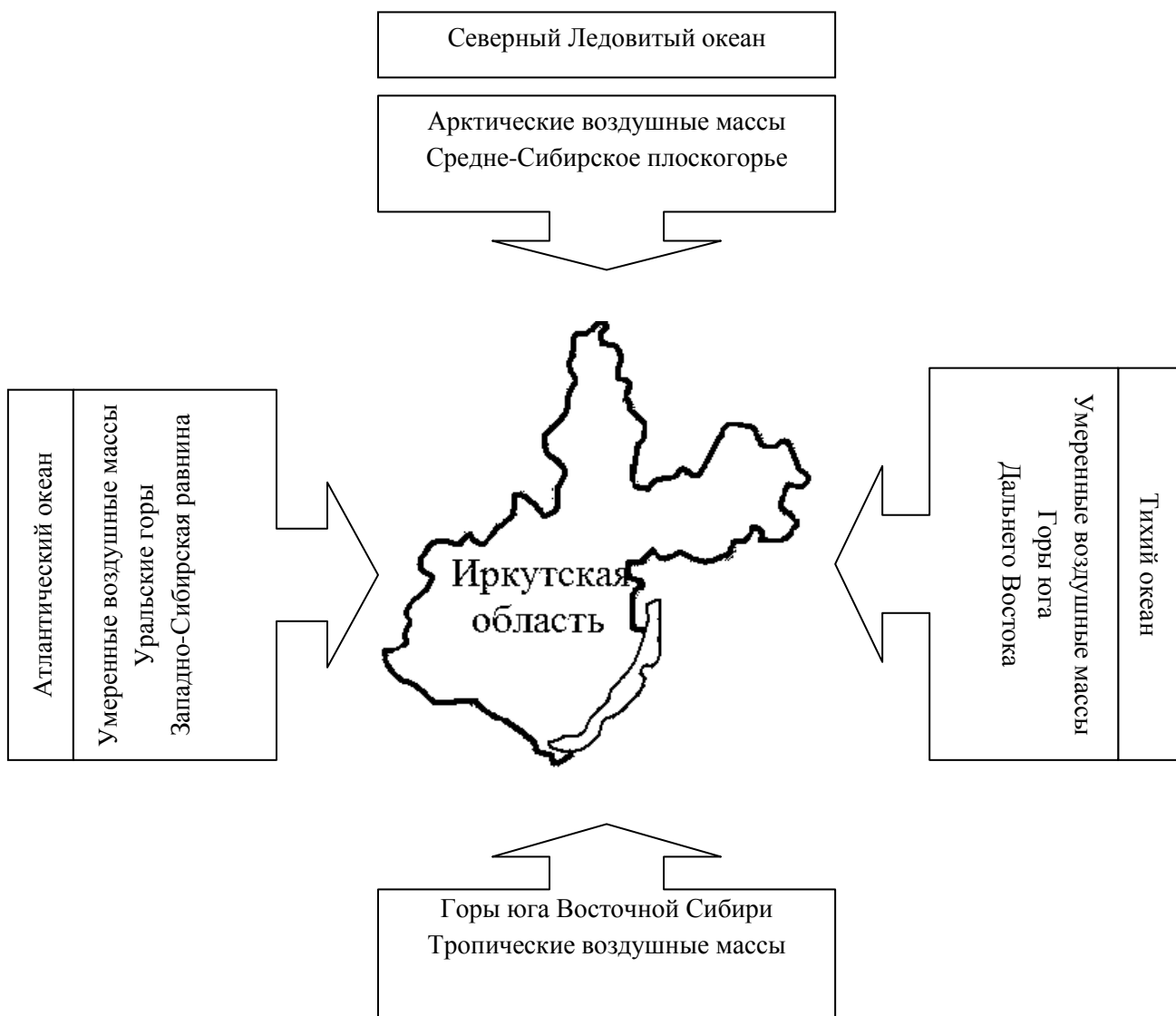


Рис. 5. Влияние воздушных масс на климат Иркутской области.

Зимой господствует сибирский антициклон, для которого характерны малоподвижный холодный воздух, мощные приземные инверсии, небольшая влажность. Циклоническая деятельность зимой обусловлена воздушными массами иранской ветви азиатского полярного фронта, перемещающегося на

юг Средней Сибири и Средней Азии. Эти циклоны приносят теплый воздух и вызывают повышение температуры воздуха даже в ноябре–январе (Агроклиматические ресурсы..., 1977; Бояркин, 2007).

Климату присущи черты резкой континентальности – большие значения годовых амплитуд температур положительного и отрицательного знака, небольшое количество осадков, неравномерное их распределение по сезонам года, что обуславливается географическим и широтным положением, орографией, циркуляцией атмосферы, барическим режимом. Благодаря антициклонической деятельности зимой преобладает ясная, морозная, почти безветренная погода, а в летний период – жаркая, чередующаяся с ненастными периодами. Летом, особенно во второй его половине, над территорией образуется область пониженного давления. Западные циклоны вызывают изменение погоды – облачность и осадки. (Жуков, 1960).

*Температура воздуха.* Среднегодовая температура воздуха повсюду отрицательная и изменяется от  $-0,7$  °С в г. Тайшете до  $-4,3$  °С в пос. Жигалово (табл. 1) (Научно-прикладной справочник..., 1991).

Таблица 1

Средние месячные и годовая температуры воздуха

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Братск	-20,7	-19,4	-10,2	-1,2	6,2	14,0	17,8	14,8	8,1	-0,5	-9,8	-18,4	-1,6
Тайшет	-19,5	-17,2	-9,1	0,7	8,4	15,8	18,3	15,0	8,3	0,2	-10,6	-18,4	-0,7
Нижне-удинск	-21,3	-19,0	-9,4	0,8	8,1	15,0	17,4	14,4	7,8	0,1	-11,1	-19,3	-1,4
Жигалово	-28,4	-25,1	-13,8	-1,0	7,2	14,6	17,4	14,1	6,5	-2,4	-15,7	-25,4	-4,3
Тулун	-21,5	-18,3	-10,2	0,0	7,7	14,4	17,2	14,1	7,3	-0,6	-11,8	-20,1	-1,8
Качуг	-28,6	-24,8	-13,4	-0,5	7,8	14,9	17,5	14,2	6,9	-2,1	-15,5	-25,4	-4,1
Зима	-23,0	-20,0	-10,1	1,1	8,7	15,8	18,0	14,9	8,1	-0,1	-12,2	-20,5	-1,6
Бохан	-24,5	-21,8	-11,7	0,5	8,6	15,8	18,1	15,0	7,8	-0,7	-13,0	-21,6	-2,3
Баяндай	-22,8	-19,4	-10,9	-0,8	7,3	14,1	16,9	13,9	7,1	-1,1	-13,2	-21,3	-2,5
Усть-Орда	-24,8	-22,3	-12,5	0,6	8,2	15,6	18,0	15,1	7,7	-0,8	-14,2	-21,9	-2,6
Иркутск	-20,6	-18,1	-9,4	1,0	8,5	14,8	17,6	15,0	8,2	0,5	-10,4	-18,4	-0,9
Хамар-Дабан	-17,0	-15,8	-10,4	-3,4	3,4	10,4	13,0	10,8	4,6	-2,3	-10,9	-15,6	-2,8

Среднегодовые температуры воздуха понижаются при движении с юга на север и с запада на восток. Самым холодным месяцем является январь, самым теплым – июль. Продолжительность периодов с отрицательными температурами воздуха значительно превышает периоды с положительными температурами. Зимний период составляет 180–200 дней, на долю летних месяцев приходится 90–100 дней.

Район исследования характеризуется высоким атмосферным давлением в зимнее время года (772–776 мм), что способствует выпадению малого количества осадков и формированию морозной и преимущественно безветренной погоды с характерными температурными инверсиями.

Средняя дата наступления первого заморозка на территории лесостепной зоны приходится на конец августа или первые числа сентября. В северных районах наблюдается более раннее наступление заморозков. Вершины и склоны увалов, водоразделы, берега водохранилищ, широкие долины характеризуются более длинным (на 25–35 дней) безморозным периодом, чем отрицательные формы рельефа (днища падей, котловины, нижние части склонов, долины рек). Средняя продолжительность безморозного периода на большей части территории составляет менее 100 дней, наибольшая отмечается на оз. Байкал (с. Лиственничное) – 120 дней (Иванов, 1968).

В начале весны в котловинах и долинах Средне-Сибирского плоскогорья наблюдается максимальная глубина сезонного промерзания почвы (до 3,5 м). Оттаивание верхнего горизонта почвы до глубины 10 см происходит во второй половине апреля (лесостепные котловины и равнины южной части Прибайкалья) – в начале мая (в горно-таежных котловинах). Прогревание почвы до 7–12 °С (на глубине 10 см) происходит в конце мая.

Сумма биологически активных температур (выше 10 °С) изменяется от 800–1 200 °С (высокогорная часть Восточного Саяна, Байкальского хребта) до 1 600 °С (Иркутско-Черемховская равнина). Наибольшая теплообеспеченность характерна для лесостепной и степной зон (Картушин, 1969; Справочник по климату, 1966).

*Атмосферное увлажнение.* Атмосферные осадки наряду с термическим режимом являются одним из ведущих мелиоративных факторов. Количество осадков определяется особенностями общей циркуляции атмосферы и характером рельефа (Угланов и др., 1990).

За год количество осадков изменяется в довольно широких пределах (295–1 404 мм) (табл. 2). В равнинной части территории, где сосредоточены основные сельскохозяйственные районы, среднегодовое количество осадков составляет 250–370 мм. В горных районах количество годовых осадков достигает 600–1 000 мм и более. Наблюдается уменьшение количества осадков в направлении на север (Алисов, 1962; Научно-прикладной справочник..., 1991).

Таблица 2

Среднее месячное и годовое количество атмосферных осадков, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Братск	14	11	11	19	30	41	66	59	39	21	22	24	357
Тайшет	16	13	11	22	35	49	75	75	51	34	29	21	431
Нижнеудинск	11	10	8	17	32	56	101	80	41	21	16	15	408
Жигалово	14	9	7	11	24	53	80	76	38	17	17	18	364
Тулун	14	11	9	16	31	58	100	80	46	24	21	19	429
Качуг	9	6	5	9	20	56	84	79	31	12	11	12	334
Зима	14	10	8	16	29	49	81	70	40	19	20	19	375
Бохан	10	7	7	15	27	53	90	75	45	17	15	18	379
Баяндай	7	5	6	12	24	60	90	80	38	15	10	9	356
Усть-Орда	6	4	4	9	20	52	68	69	32	11	10	10	295
Иркутск	14	10	11	19	35	71	101	88	50	26	21	20	466
Хамар-Дабан	31	28	57	92	131	204	295	235	151	86	55	39	1 404

Распределение осадков в течение вегетационного периода крайне неравномерное. В первую половину лета растения испытывают недостаток в увлажнении, в лесостепной и степной зонах наблюдаются засушливые явления. Больше количество атмосферных осадков (около 60 %) выпадает преимущественно в июле-августе. Это сказывается на урожайности естественных и культурных растений. На зимний период приходится только

10 % осадков в виде снега. Весной и осенью выпадает соответственно 12–15 и 20 % осадков.

Снежный покров распределяется по территории неравномерно и зависит от географического положения и высоты местности, а также от условий естественной защищенности отдельных участков. Мощность снежного покрова – 40–50 см, в лесостепных районах не превышает 15–20 см, на наветренных склонах гор достигает 100–120 см. Число дней со снежным покровом – от 170 до 180. В лесостепной зоне снег ложится в конце октября–первой пятидневке ноября. Позже всего снежный покров появляется в степных районах (конец первой декады ноября).

Количество зимних осадков уменьшается с северо-запада на юго-восток, от верхних частей хребтов к днищам котловин. Это, в свою очередь, определяет интенсивность и глубину промерзания почв. Многолетняя мерзлота на территории региона имеет как сплошное, так и островное (средняя и юго-восточная части) распространение. Очень широко мерзлота развита в поймах рек, на надпойменных террасах, в днищах падей, распадков, на заболоченных участках долин рек. На большей части территории отмечается островное распространение многолетнемерзлых пород мощностью до 50–60 м (Лещиков, 1978; Лещиков, Шац, 1983).

Мерзлыми чаще являются рыхлые отложения значительной (до 60–80 %) влажности. Иногда сезонному промерзанию подвержены выветрелые скальные и полускальные породы (Лено-Ангарское плато), где мощность рыхлых отложений не превышает 1,5–3,0 м.

Промерзание грунтов в Предбайкалье начинается в начале октября, с момента устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С, и продолжается 6 месяцев.

Средняя глубина сезонного промерзания 1,5–3,5 м. Для таежной зоны характерно промерзание грунтов на глубину 1,5–2,5 м, для лесостепной зоны – 2–3 м. Верхняя граница многолетнемерзлых пород достигает 4 м и более и отмечается на средних и высоких террасах рек, террасированных склонах, в

конусах выноса, в плащеобразных поверхностях, сложенных песками и супесями, а также песчано-щебнистыми и песчано-галечными отложениями с влажностью 3–15 % (Лешиков, Шац, 1983).

В регионе широко распространены мерзлотные явления, образующие различные формы микро- и мезорельефа (пучение и грунты пучения, полигональный микрорельеф, бугристо-западинный рельеф, солифлюкционные формы, термокарст, наледи, криогенные сползания грунта, курумы) (Пикулевич, 1963; Большаков, 1964; Зарубин, 1964; Войлошников, 1967; Казимиров, Симов, 1969; Лешиков, 1973; 1976).

Глубина сезонного промерзания определяется морфологическим строением территории, литологическим составом пород, их температурным и влажностным режимами. Интенсивность промерзания и мощность мерзлых пород в значительной степени зависят и от режима накопления и высоты снежного покрова. Наибольшую глубину промерзания имеют заболоченные участки, сложенные илами, суглинками и торфом.

*Ветер.* На территории Предбайкалья ветры отличаются большими скоростями. Господствующим направлением ветра в холодный период года является юго-западное или юго-восточное, летом – северо-западное и западное (Иванов, 1968). Такое направление обусловлено Саяно-Байкальским горным обрамлением и распределением атмосферного давления. Весенние месяцы (апрель-май) характеризуются усилением ветровой деятельности в связи с оживлением циклонической деятельности.

Некоторым территориям (оз. Байкал, горы Саяна и Прибайкалья) кроме ветров общих направлений, обусловленных влиянием антициклона, свойственны местные ветры, формирующиеся под влиянием различной интенсивности прогрева суши и водных масс.

Существенный ущерб сельскому хозяйству наносят суховеи – ветры при высокой температуре и большом недостатке насыщения воздуха влагой, вызывающие угнетение и гибель растений. На территории области слабые

суховеи возникают повсеместно и почти ежегодно. Чаще суховеи наблюдаются в июне-июле (4–8 дней) (Агроклиматические ресурсы..., 1977).

Ветровая деятельность усиливает испарение влаги с поверхности полей, влияет на интенсивность эрозии почв, вызывает выдувание или занос растений; ее важно учитывать при орошении, особенно при оценке поливных режимов (Угланов и др., 1990).

## 2.4. Гидрогеологические условия

Подземные воды региона разнообразны по условиям дренирования, распределению, химическому составу, минерализации, источникам питания, солевому и газовому составу. Они распространены во всех стратиграфических горизонтах пород (от кайнозоя до архея). Для мелиоративных целей наиболее интересны воды верхней части геологического разреза, образующие следующие комплексы: порово-пластовые воды в рыхлых аллювиальных отложениях долин рек; порово-пластовые и трещинно-пластовые воды в песчано-глинистых (терригенных) породах юры и верхнего кембрия, а также в терригенных породах нижнего кембрия; трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды в скальных трещиноватых и закарстованных гипсово-карбонатных и соленосных породах нижнего кембрия.

*Воды четвертичных отложений.* Подземные воды в четвертичных отложениях распространены неравномерно. Они приурочены к аллювиальным, элювиально-делювиальным и делювиальным отложениям. Питание возможно за счет дождевых вод, инфильтрации речных вод, подземных вод коренных пород. Химический состав разнообразен – преобладают гидрокарбонатные, кальциевые, реже магниевые и натриевые воды.

Воды современного аллювия пойм и первых надпойменных террас вскрываются обычно на глубине 3–5 м (иногда глубже), на заболоченных

участках они приближаются к дневной поверхности и залегают на глубине до 1 м. Водовмещающие породы представлены песчано-гравийно-галечниками и реже супесчаным аллювием. Мощность водоносных горизонтов изменяется от 2–7 до 5–9 м и контролируется рельефом. Наиболее водоносны промытые отсортированные окатанные осадки (Титов, 1936; Емельянов, 1951; Филюк, 1956; Материалы..., 1957; Пиннекер, 1958; 1964; Зарубинский, 1968а; Путятин, 1985).

Водоносные комплексы террас среднего уровня (12–14 м) Ангары расположены выше уреза воды. Воды имеют свободную поверхность и залегают в зависимости от рельефа на глубине от 1–2 до 18–20 м. Мощность водоносных горизонтов, сложенных песками и песчано-гравелистыми осадками, составляет 2–12 м. Ниже г. Усолья-Сибирского, где русло реки проложено в зоне закарстованных пород кембрия, водоносность аллювия резко уменьшается. Обводненными остаются только нижние террасы, подстилаемые юрскими отложениями. Глубина залегания вод колеблется от 2 до 5–6 м. Мощность водоносного горизонта 0,5–5,0 м (Иванилова, Хлебникова, 1957; Пиннекер, 1958).

Среди подземных вод аллювиальных отложений преобладают воды с минерализацией менее 1 г/л. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатным магниево-кальциевым и к гидрокарбонатным со смешанным катионным составом. Реже встречаются сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые воды (Астраханцев, 1956; Пиннекер, 1958; Иванилова, Хлебникова, 1957; 1960; Пиннекер, 1982; Ерёмченко и др., 1985). При минерализации 1,8–2,1 г/л химический состав становится сульфатным магниево-кальциевым и кальциево-магниевым, что обусловлено подтоком и смешиванием вод гипсоносных пород нижнего кембрия с аллювиальными водами.

В платформенной части территории элювиально-делювиальные и делювиальные отложения, представленные супесями, практически безводны и носят характер верховодки, которая образуется благодаря присутствию в

их толще временного сезонно-мерзлотного водоупора, препятствующего инфильтрации атмосферных осадков. Водоносность отложений, сложенных грубообмолочным материалом, высокая. Здесь дебит скважин достигает 1,5 – 3,4 л/с. В горно-складчатой области воды аллювиально-делювиальных отложений имеют более широкое развитие. Дебит родников в летний период составляет от 0,5–4,0 до 5–10 л/с.

В химическом составе вод четвертичных отложений преобладают гидрокарбонаты кальция, реже магния и натрия с минерализацией 0,1–2 г/л. Режим подземных вод четвертичных отложений зависит главным образом от количества выпадающих атмосферных осадков, оттаивания и промерзания грунтов и режима поверхностных вод.

*Воды юрских отложений* широко распространены в пределах Иркутского артезианского бассейна. Водовмещающие породы представлены слабосцементированными глинистыми песчаниками, трещиноватыми углями и алевролитами, редко гравелитами и конгломератами. Водоупорами служат плотные аргиллиты, монолитные, слаботрещиноватые алевролиты и плотносцементированные песчаники. Для юрских отложений характерно переслаивание по разрезу и по простиранию водопроницаемых и водоупорных слоев.

По условиям залегания, питания, напорности вод и обводненности пород платформенная и субгеосинклинальная части Иркутского артезианского бассейна существенно отличаются. На платформенной части мощность вод юрских отложений невелика (50–200 м). Питание водоносных горизонтов атмосферное, расположение горизонтальное, выше базиса эрозии рек, обильность невысокая.

Мощность водоносных комплексов в субгеосинклинальной области увеличивается до 500–600 м. Питание атмосферное и поверхностно-инфильтрационное, дополнительным источником питания являются поверхностные воды, сбегаящие с горного обрамления. Водоносные горизонты обильнее, чем в платформенной части, так как

субгеосинклинальная зона находится в более увлажненной климатической зоне.

Принимая во внимание возраст, литологический состав, коллекторные свойства (трещиноватость, закарстованность) юрских отложений, воды можно классифицировать на трещинно-пластовые и порово-пластовые, сформировавшиеся в трещиноватых песчано-глинистых отложениях присаянской (средний отдел), черемховской (средний и нижний отделы) и заларинской (нижний отдел) свит.

Водоносные комплексы *присаянской свиты* имеют преимущественное распространение в субгеосинклинальной зоне Прииркутского бассейна и небольшую мощность. Они интенсивно расчленены крупными и мелкими долинами и сохранились в виде неглубоких пятен на высоких отметках междуречий. В связи с этим отложения присаянской свиты практически безводны. Они полностью дренированы на междуречьях Ангара – Белая – Ноты и на других участках.

Первые от поверхности водоносные горизонты залегают на глубине 2–5 м в падах, 15–30 м в долинах и от 40–50 до 50–70 м на водоразделах. Водовмещающими породами служат песчаники и разрушенные конгломераты. Мощность водоносных комплексов имеет величины порядка 15–50 м (Пиннекер, 1958; Пугач, Бонадаренко, 1960; Зарубинский, 1968б).

По химическому составу преобладают гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды с минерализацией 0,2–0,9 г/л. Значительное распространение имеют гидрокарбонатные воды с переменным катионным составом. В юго-восточной части района установлены гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией 0,1–0,2 г/л. Локально проявляются гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатно-гидрокарбонатные воды (Пиннекер, 1958; Пугач, Бонадаренко, 1960).

Подземные воды отложений *черемховской свиты* распространены в платформенной части и в субгеосинклинальной зоне. Их комплексы расчленены долинами рек на относительно автономные массивы. В местах

выклинивания водоупорных пластов они сообщаются между собой. Верхний водоносный комплекс залегает спорадически, по наиболее высоким гипсометрическим поверхностям (западнее г. Черемхово) на глубине 5–10 м в трещиноватых песчаниках. Его мощность не превышает 3 м.

В основании разреза черемховской свиты на глубине 20–50 м прослежен водоносный горизонт, приуроченный к трещиноватым пластам каменного угля. Его водоупор сложен каолинизированными брекчиями или плотными глинистыми конгломератами. В окрестностях г. Черемхово горизонт имеет свободную водную поверхность, на участках с плотным водоупором по элементам рельефа отрицательного знака обладает небольшим напором (до 4 м), а по периферии угольного местоположения выклинивается на дневную поверхность.

Междуречье Ангара – Балей является переходной зоной от платформенной части к субгеосинклинальной. Здесь водоносный комплекс приурочен к пластам песчаников и частично углей. Он расчленен водоупорами из аргиллитов и плотных алевролитов на три горизонта, поэтому на отметках ниже поверхностей базиса эрозии воды обладают напором (Пиннекер и др., 1958; Иванилова, Хлебникова, 1960).

В субгеосинклинальной зоне продуктивная толща черемховской свиты перекрыта отложениями присаянской свиты большой мощности. Она выходит на дневную поверхность по окраинным частям Прииркутской впадины, что маркируется выходом источников, которые заболачивают днища долины падей (Пиннекер, 1958; Пугач, Бонадаренко, 1960; Гидрогеология Прибайкалья, 1968; Гидрогеология СССР, 1970).

*Воды отложений заларинской свиты* залегают в платформенной части по долинам рек Ангара и Иды на породах палеозоя от терригенно-карбонатных пород нижнего кембрия до терригенных отложений ордовика. Литологический состав разнообразный. На водоразделах горизонт грунтовых вод распространен широко, залегает ниже дневной поверхности на 1–10 м и вызывает заболачивание падей.

Водообильность горизонта небольшая, дебиты скважин не превышают 0,08–0,34 л/с. Аналогичные гидрогеологические условия характерны и для правобережья р. Белой. В Присянье водоносный горизонт этой свиты занимает узкую полосу по окраине Прииркутской впадины. Здесь на контакте заларинской свиты с юрой наблюдаются источники, приуроченные к песчаникам. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные, кальциевые или магниевые-кальциевые с минерализацией, не превышающей 1 г/л. Иногда вскрываются воды сульфатные магниевые-кальциевые с небольшими концентрациями железа (ст. Половина).

*Воды кембрийских отложений* широко распространены. Они имеют значительную мощность и различный литологический состав. Связанные с ними подземные воды встречаются в разных частях отложений. Наиболее изучены воды ангарской свиты, залегающие неглубоко от поверхности. Подземные воды в них выходят на поверхность в виде многочисленных родников.

Коллекторами *вод ангарской свиты* являются известняки, доломитизированные известняки и доломиты, легко карстующиеся породы. По характеру и степени обводненности ангарская свита подразделяется на зону дренажа и не нарушенную карстом. Зона дренажа обнимает толщу циркуляции карстовых вод. Ее мощность составляет от 25–40 до 120–200 м. По химическому составу карстовые воды в большинстве случаев пресные с минерализацией менее 1 г/л, гидрокарбонатные кальциевые или магниевые-кальциевые со значительным содержанием сульфатов.

Породы ангарской свиты хорошо дренированы. Даже на водоразделах воды в виде линз и прослоев встречаются фрагментами и приурочены к трещиноватым и кавернозным известнякам в местах присутствия водоупоров. В основании толщи дренированных пород расположена зона горизонтального положения вод мощностью от 1–2 до 5–8 м, разгружающаяся в долины рек бассейна Ангары. Водообильность близ них по удельным расходам скважин достигает 10 л/с. По мере удаления от русел

она уменьшается до сотых долей литра в секунду. Воды пресные, минерализация не превышает 1 г/л.

Отложения и связанные с ними воды *булайской, бельской и усольской свит* залегают ниже местных базисов эрозии, на большой глубине (119–522 м). Воды бельской свиты приближаются к дневной поверхности и выклиниваются в узкой полосе предгорий Восточного Саяна, а также в Прибайкалье и на небольшом участке в бассейне р. Белой (у с. Нижний Булай). В долинах Ангары, Белой и их притоков воды свит поднимаются по тектоническим разломам, представляя в этом случае трещинно-жильные воды. Булайский и усольский водоносные горизонты не оказывают непосредственного влияния на мелиоративные условия зоны аэрации, поэтому мы сочли нецелесообразным их описание.

По характеру движения воды бельской свиты ниже зоны дренажа разделяют на два типа: а) трещинно-пластовый (собственно бельский); б) трещинно-жильный, к которому отнесены рассолы усольской свиты, поступающие в бельскую свиту по тектоническим трещинам (Иванилова, Хлебникова, 1960). Отложения представлены доломитами и известняками с прослоями гипса, ангидрита и каменной соли. По химическому составу воды сульфатного кальциевого или хлоридно-натриевого состава. Минерализация от 1,5–2 до 20–25 г/л, т.е. это солоноватые или соленые воды.

Воды *мотской и ушаковской свит* выходят на дневную поверхность вдоль горно-складчатого обрамления – в Присаянье и Прибайкалье. В глубине Иркутского артезианского бассейна отложения ушаковской и мотской свит вместе с содержащимися в них водоносными горизонтами погружаются в толщу более молодых отложений. Литологически породы представлены песчаниками, песчано-глинистыми и глинистыми сланцами, гравелитами и конгломератами. Здесь глубокая расчлененность рельефа с обилием атмосферных осадков способствует активному выщелачиванию горных пород.

По химическому составу это гидрокарбонатно-магниевые или натриево-магниевые-кальциевые воды. Минерализация 0,05–0,30 г/л. Глубинные воды отложений мотской свиты представлены высококонцентрированными рассолами хлоридного кальциево-натриевого или натриево-кальциевого состава с минерализацией до 230–350 г/л.

Отложения ушаковской свиты, представленные терригенными образованиями опресненного морского бассейна, очень слабо обводнены, относятся к плохим коллекторам. Воды гидрокарбонатные, смешанного катионного состава с преобладанием кальция. При переходе от высокогорных к низкогорным зонам хребтов увеличивается минерализация подземных вод, наблюдается изменение химического состава от хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого до сульфатного кальциевого и магниевое-кальциевого. Водовмещающие породы представлены главным образом песчано-гравийно-галечниками и реже супесчаным аллювием (Подземные воды..., 1961; Гидрогеология СССР, 1970).

## 2.5. Гидрография

Гидрографическая сеть Предбайкалья относится к двум водосборным бассейнам – Енисея (бассейн Ангары) (301,2 тыс. км<sup>2</sup>) и Лены (бассейн Верхней Лены) (174,7 тыс. км<sup>2</sup>). Небольшую площадь занимает акватория оз. Байкал (11,7 тыс. км<sup>2</sup>) (рис. 6) (Географические..., 2003; Атлас..., 2004; Водные ресурсы..., 2014).

В среднем на 1 км<sup>2</sup> площади приходится более 0,4 км речной сети. В районах Восточного Саяна плотность речной сети возрастает до 1 000 м и более на 1 км<sup>2</sup> поверхности (Атлас..., 1962; Водные ресурсы..., 1968; Гидрогеология..., 1970).

Основные черты гидрографической сети Предбайкалья сформировались в среднем мезозое (Географические..., 2003). Современная речная сеть

сформировалась преимущественно в плиоцен-четвертичное время на неотектоническом этапе развития рельефа (Корытный, Безруков, 1990).

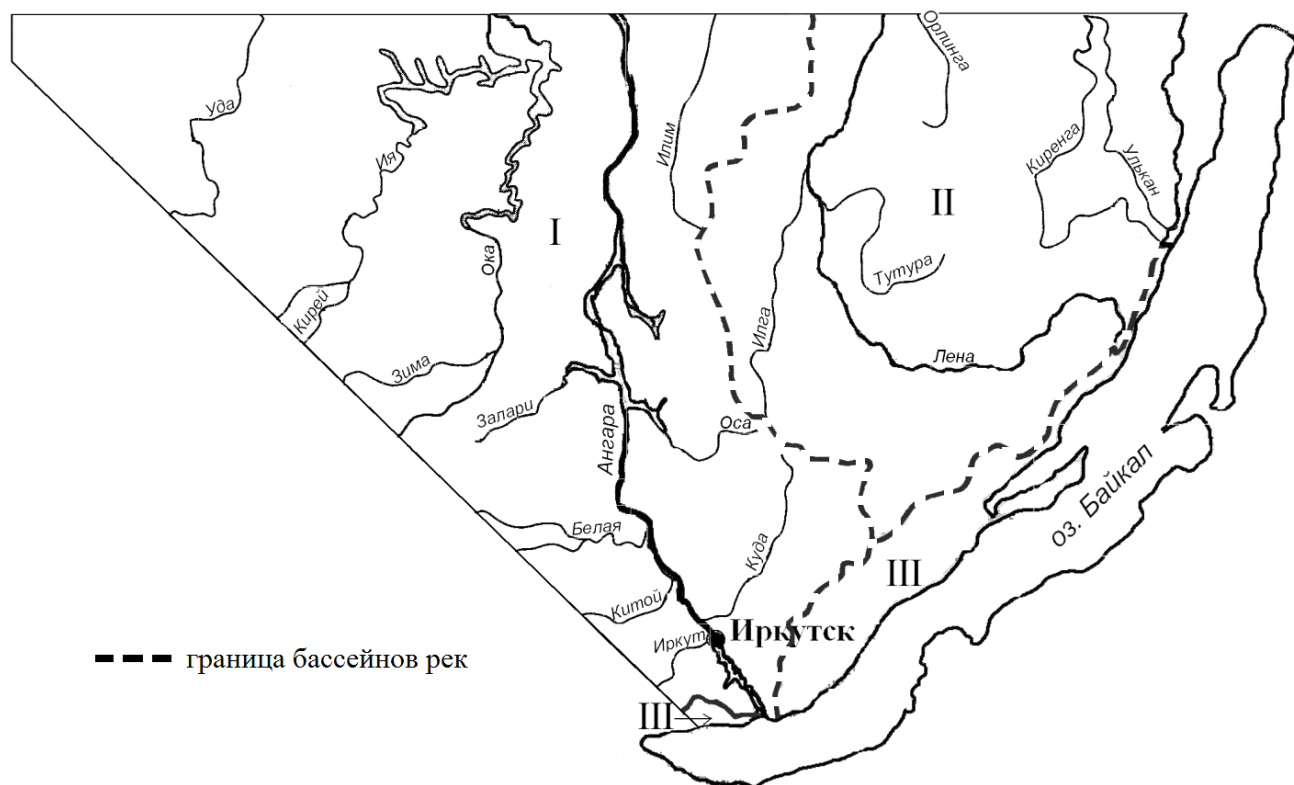


Рис. 6. Поверхностные воды Предбайкалья.

I – бассейн Ангары; II – бассейн Верхней Лены; III – бассейн оз. Байкал.

Речная сеть располагается в разнообразных климатических и физико-географических условиях со сложными орографическими и геологическими особенностями. Это накладывает отпечаток на распределение рек по территории, строение долин и пойм, характер водного режима и т. д.

Рекам, берущим начало в Восточном Саяне и Прибайкалье, свойственны глубоко врезаемые долины со ступенчатым продольным профилем, ущелья, большие уклоны, переходящие местами в уступы порогов и водопадов, быстрое и бурное течение (до 4–5 м/с). Глубоко врезаемые долины создают благоприятные условия для дренирования водоносных пород территории, выхода подземных вод в долинах и падах на дневную поверхность в виде природных источников, а также способствуют развитию местами достаточно мощной зоны аэрации (Ткачук, Пиннекер, 1959). На равнинных участках

долины рек расширяются, уклоны становятся незначительными, течение замедленным. Реки плоскогорья более многоводные, в осадочных породах их долины широкие с плоским дном (Атлас..., 1962; Географические..., 2003).

В сельскохозяйственном отношении наиболее важна р. Ангара. Ее общая протяженность – 1 853 км, в пределах Иркутской области – 1 100 км. Среднегодовой расход воды 4 150 м<sup>3</sup>/с, что составляет 40 % площади водосбора реки и 24 % среднегодового расхода воды Енисея (Астраханцев, 1962). По величине водного стока Ангара занимает шестое место среди рек азиатской части СССР, уступая лишь Енисею, Оби, Лене, Амуру и Алдану (Водные ресурсы..., 1968; The Water Resources..., 2014).

Бассейн стока асимметричен, основную водосборную площадь образуют левобережные притоки Ангары – Иркут, Китой, Белая, Ока, Уда и Бирюса – с истоками в горах Восточного Саяна. Для них характерны быстрое течение, большое падение, многочисленные пороги. Правобережные притоки, стекающие с Ангаро-Ленского водораздела, сравнительно небольшие (Большая речка, Ушаковка, Куда, Ида, Оса). Самый значительный правобережный приток Ангары – р. Илим.

Химический состав воды р. Ангары определяется влиянием оз. Байкал. Минерализация воды небольшая (0,9–1,3 г/л). В ионном составе преобладают НСО<sup>3-</sup> (37–44 %) и Са<sup>2+</sup> (32–34 %) (Бочкарев, 1959; Шпейзер и др., 1998; Алиева, 2011).

Река Лена имеет второй по занимаемой площади бассейн. Ее длина составляет 4 270 км (в том числе в пределах Иркутской области 1 931 км), площадь водосбора – 2 420 тыс. км<sup>2</sup>. Лена принимает крупные притоки: Илгу, Киренгу, Куту, Орлингу. Исток реки находится на западном склоне Байкальского хребта на высоте свыше 1 000 м. В верхнем течении река протекает по глубоко врезанной долине в северо-восточном направлении. Имеет типичный горный характер: большое падение, быстрое течение, пороги, обилие перекатов. Ниже устья Витима Лена расширяется, становится

многоводной. Ширина русла меняется от 425 до 2 000 м, глубина возрастает до 12,5 м.

Основная масса воды (85–95 %) годового стока приходится на май–октябрь. Весной во время половодья и летом в период паводков наблюдаются наибольшие уровни воды. Наименьшие уровни – зимой и особенно весной, когда грунтовое питание иссякает, а другие виды питания отсутствуют.

*Водный режим* рек характеризуется весенним половодьем, паводками, летне-осенней и зимней меженью. В период дождей на многих реках формируются дождевые паводки, на горных реках образуются селевые паводки, на берегах равнинных рек возможна водная эрозия (Агроклиматические ресурсы..., 1977).

Реки Предбайкалья питаются талыми снеговыми и подземными водами, дождевыми осадками, а также водами ледников и наледей. Наблюдается значительное преобладание снегового и дождевого питания. Подземные воды как источник питания играют подчиненную роль.

На платформенной части территории доля снегового питания значительно выше, в отличие от горной части, где преобладает дождевое питание. Зимний период характеризуется преобладанием в питании рек подземных вод, однако доля такого питания незначительна вследствие широкого распространения многолетней мерзлоты и глубокого промерзания надмерзлотных вод. В некоторых бассейнах большую роль играют карстовые явления, широко распространенные в кембрийских и ордовикских отложениях предгорной и платформенной частей Ангарского бассейна (Гидрология..., 1966).

В зависимости от водного режима на территории Предбайкалья протекают реки двух классов: 1 – горные реки с характерным повышенным стоком в течение всего безледного периода и летне-осенними паводками; 2 – реки плоскогорья, характеризующиеся резко выраженными весенними снеговыми паводками и летне-осенней меженью. Основная масса воды

поступает в реки в летний период. Зимний сток невелик (не более 10 % годового) (Водные ресурсы..., 1968).

*Сток.* Формирование и распределение среднего годового стока зависит от зонально-климатических и орографических особенностей. Дополнительное влияние оказывают геологические и гидрогеологические условия (карст, тектонические разломы, многолетняя мерзлота и т. д.). В течение года наблюдается неравномерное распределение поверхностного стока.

Платформенная и горная части имеют четкие различия по внутригодовому распределению стока. Средне-Сибирское плоскогорье и предгорные равнины характеризуются основным объемом стока в весеннее половодье – 65–85 %; летом и осенью 15–30 %; зимой 5–10 %. В мае наблюдается максимальный сток, в марте – минимальный. В горных районах наблюдается длительное весенне-летнее половодье с объемом годового стока 80–95 % и лишь 5–20 % стока – осенью и зимой. Месяц максимального стока в этих условиях чаще всего июнь, а минимального – март или апрель.

Годовой среднемноголетний модуль характеризует пространственное распределение стока по территории. Высоким стоком в 15–25 л/с·км<sup>2</sup> отличаются бассейны рек северо-восточного склона Восточного Саяна – Белой, Оки, Ии, Уды, Бирюсы в верхнем течении. К низкогорьям и предгорьям сток снижается до 5–10 л/с·км<sup>2</sup> (Корытный, Безруков, 1990).

На территории Средне-Сибирского плоскогорья величины годового стока заметно снижаются. Это обусловлено тем, что значительная часть атмосферных осадков не поступает в реки. Они испаряются, собираясь предварительно в многочисленных западинах, озерных ваннах, или фильтруются в грунты. Районы с относительно повышенной величиной стока – до 10 л/с·км<sup>2</sup>, находятся в междуречье Ангары и Лены. Равнинная юго-западная часть плоскогорья обладает низким стоком (не более 2,5 л/с·км<sup>2</sup>). Река Большая Иреть имеет наибольшую величину стока – 117 25 л/с·км<sup>2</sup>. Это

связано с местными гидрогеологическими условиями (карст) (Богданов, 1962).

*Ледовый режим.* Довольно продолжительная и морозная зима является причиной длительного периода ледостава. В северной части он затягивается до 6–7 месяцев. Ледяной покров на крупных реках устанавливается в конце октября – первой половине ноября. На притоках – в среднем на 10 дней раньше. Малые реки частично или полностью промерзают в результате зимнего ослабления стока. Максимальная толщина льда (1,0–1,5 м) наблюдается в конце февраля – начале марта. Для рек бассейна Лены типичны наледи. Вскрытие рек ото льда на юге происходит в конце апреля и затягивается на севере до середины мая. На крупных и средних реках наблюдается ледоход, иногда с образованием заторов. Средняя продолжительность ледохода колеблется от 2 до 10 дней (Атлас..., 1962).

*Озера.* Озерность в Предбайкалье развита слабо, что обусловлено хорошим дренажем территории густой речной сетью. Кроме Байкала встречаются озера-старицы, получившие развитие в речных долинах плоскогорья. Мелкие озера ледниково-эрозионного происхождения имеются в гольцовом поясе Саян, Байкальских хребтов. В бассейне Лены встречаются озера карстово-суффозионного происхождения. Важную роль играют карстовые озера Саян и других хребтов, дающие начало большинству рек. Большинство озер пресные. Соленые озера, формирование которых связано с процессами континентального засоления, встречаются в Приольхонье (Пиннекер, 1958).

Основным источником питания озер является речной сток, кроме этого в питании участвуют осадки и подземные воды. Внутригодовые и многолетние колебания водного баланса озер претерпевают значительные изменения, что влечет за собой неустойчивость водного и уровненного режимов.

Крупнейшим пресноводным водоемом территории является оз. Байкал с объемом водной массы 23 615 км<sup>3</sup>. Площадь зеркала 31 500 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина 1 642 м. Котловина озера имеет тектоническое происхождение и

протягивается с юго-запада на северо-восток на 636 км при средней ширине 50 км (Байкаловедение, 2012).

*Болота.* Болота не имеют широкого развития. Этому способствуют расчлененность рельефа, создающая хорошие условия для дренажа поверхностных вод, а также небольшая годовая сумма осадков и малая емкость почвогрунтов. Заболоченность возрастает в направлении с юго-востока на северо-запад. В основном болота приурочены к отрицательным элементам рельефа, но нередко встречаются и на водоразделах (север области). Наибольшее распространение болота получили в полосе Предсаянского прогиба и по нижним течениям рек Китоя, Белой, Оки (Угланов, 1991; Географические..., 2003).

## 2.6. Растительность

Растительный покров Предбайкалья имеет сложную пространственно-географическую структуру. Это определяется положением региона на стыке нескольких природно-биогеографических областей Северной Азии – Средней, Южной, Центральной Сибири и Байкало-Джугджурии (Сочава, Тимофеев, 1968).

В современном растительном покрове преобладают равнинные и горные леса бореального типа (около 60 % всей площади), а вместе с ними лугово-кустарниковые и болотные ассоциации. Доминируют светлохвойные лиственничные и сосновые леса. Темнохвойные леса из ели, кедра и пихты занимают относительно небольшие площади. Степи не имеют широкого распространения, встречаются в верхнем течении Ангары, в Приольхонье, на о. Ольхон.

Встречаются редкие и исчезающие виды растений (в том числе эндемичные и узкоэндемичные виды). Они произрастают преимущественно на юго-восточном побережье Байкала с прилегающими склонами хребта

Хамар-Дабан и в средней части западного побережья в районе Малого Моря (Атлас..., 2004).

Для района исследования характерна зональная и вертикальная дифференциация ландшафтов, обусловленная значительной протяженностью области с севера на юг, расчлененностью рельефа и другими природными факторами. Закономерности зональной растительности отмечаются на половине территории области. В подзоне средней тайги (Ербогаченская равнина) распространена лиственничная тайга, сочетающаяся с болотами и заболоченными лесами. Подзона южной тайги (нижняя часть Верхнего Приангарья) характеризуется развитием сосновых и кедрово-еловых лесов. В подзоне подтайги, распространенной на юге области, господствуют сосновые и вторичные березовые леса с участками настоящих и луговых степей.

Орографическая пересеченность остальной части территории обуславливает развитие высотной поясности. В Восточном Саяне выражены горно-таежный (пояс темнохвойных лесов), подгольцовый (лиственничные и кедровые редколесья), гольцовый, субнивальный и нивальный пояса. Западное побережье оз. Байкал характеризуется следующими выраженными поясами: степным, лесостепным, горно-таежным (сосновые и лиственнично-сосновые леса), подгольцовым (лиственничные редколесья) и гольцовым (горно-тундровый). На Онотской возвышенности выражены только лесостепной и горно-таежный пояса, на Лено-Ангарском плато – лишь горно-таежный пояс.

В растительном покрове Восточного Саяна и Прибайкалья в поймах рек встречаются различные луга с елово- или кедрово-лиственничными перелесками. В горно-таежном поясе произрастают лиственнично-кедровые леса с моховым покровом. По вершинам и водоразделам выше линии леса расположены субальпийские и альпийские луга. В верховьях р. Лены и ее притоков встречаются лесные (лиственничные и пихтово-кедровые), луговые и степные формации (тонконоговые, житняковые, полынные).

Южная часть области характеризуется лесостепной растительностью. Лесостепные участки протянулись широкой полосой вдоль Транссибирской магистрали и далее через Ангаро-Ленский водораздел к водоразделу между Леной и верхним течением Киренги. Растительный покров представляет собой чередование обширных степных участков и смешанных или таежных лесов. В долине Ангары распространены сосновые леса (сосняки-брусничники и лишайниковые сосняки), сменяющиеся к востоку лиственницей даурской (Степанов, 1976).

Луговая растительность возникает на долгопоемных береговых участках рек и озер, где лес отсутствует (первичные луга), или на местах уничтоженного леса, осушенного болота или распаханной степи (вторичные луга).

Остепненные луга возникают на открытых склонах южной, юго-западной, западной и юго-восточной экспозиции. Травостой представлен: тимофеевкой степной, мятликом узколистным, геранью луговой, тысячелистником, лютиком едким. Из лугово-степного разнотравья и бобовых присутствуют: зопник, клубника, подмаренник настоящий, люцерна, горошки и др.

Луга настоящие формируются на любых элементах рельефа в условиях регулярного и умеренного увлажнения. Чаще всего они встречаются в днищах падей, молодых залежах, на лесных опушках и полянах среди изреженных лесов.

Степная растительность приурочена к юго-восточным склонам прибайкальских хребтов, о. Ольхон и Приольхонью. Обширная зона степей, так называемая Балаганская степь, простирается в долинах рек Ангары и Унги. Большие степные участки известны по рекам Осе, Иде, Куде. Травянистые степи представлены следующими формациями: крупнозлаковыми (ковыльными) и мелкозлаковыми-мелкодерновинными (типчачковыми и тонконоговыми), причем наибольшее распространение имеют последние.

Настоящие степи приурочены к древним террасам речных долин. Луговые степи занимают обогреваемые склоны долин и падей. Они представлены значительным числом формаций, из которых обычны: вострещовые, типчаковые, стоповидноосоковые, клубничниковые, володушковые (Малышев, Пешкова, 1984; Пешкова, 1985).

Таким образом, природные условия (гидролого-климатические характеристики, рельеф, геологические и гидрогеологические особенности, распространение карста, растительный покров) являются важными факторами формирования мелиоративных особенностей Предбайкалья. Они в значительной степени определяют выбор мелиоративного воздействия на сельскохозяйственные угодья.

## **2.7. Естественная дренированность как мелиоративный фактор**

Предбайкалье представляет собой развитый сельскохозяйственный район. В связи с этим для внедрения интенсивной технологии, улучшения экологических свойств почв и повышения качества сельскохозяйственных угодий необходимо проведение комплекса мелиоративных мероприятий. При выборе направления мелиорации следует учитывать показатель естественной дренированности (ЕД), под которым понимается оценка интенсивности оттока и притока поверхностных и грунтовых вод мелиорируемых угодий (Угланов, 1977). ЕД является тем показателем, который при прочих равных условиях может определять существенные различия при проведении мелиоративных мероприятий (Лопатовская, Сугаченко, 2008).

Дренированность территории отражает естественную расчлененность массива (бассейна) гидрографической сетью, оврагами, балками и т. п., создающую отток гравитационных вод. На характер ЕД большое влияние оказывают поверхностные воды, глубина залегания грунтовых вод, величина оттока подземных вод и почвообразующие породы.

Исследованиям по ЕД посвящено незначительное количество работ. В первых публикациях (Саваренский, 1947; Приклонский, 1948) предлагалось оценивать ЕД территории по интенсивности оттока грунтовых вод.

Д.М. Кац (1967) при характеристике различных зон дренированности наряду с величиной подземного оттока грунтовых вод предлагает учитывать следующее: геоморфологические условия и литологический состав отложений; глубину залегания грунтовых вод; уклон зеркала грунтовых вод; скорость фильтрации и характер потоков; соотношение подземного оттока с испарением грунтовых вод; роль грунтовых вод в процессе почвообразования.

В.Г. Ткачук предлагает оценивать ЕД не путем непосредственного определения величины оттока подземных вод, а через косвенные показатели, в качестве которых могут быть использованы геоморфологические особенности территории, а именно степень расчлененности рельефа (т.е. возможность дренирования грунтовых вод современной эрозионной сетью) (Ткачук, Цапенко, 1967).

На примере Барабинской низменности А.Д. Панадиади (1953) оценивал ЕД через коэффициент канализованности как отношение длины естественных водотоков и искусственной осушительной сети к площади.

Н.Н. Ходжибаев (1975) предлагает оценивать дренированность территории по депрессионным кривым потоков грунтовых вод, построенным от зоны питания до зоны разгрузки. Такому подходу следует А.А. Адушинов (1980), учитывая гидравлические уклоны потоков, скорость фильтрации и разности притока-оттока грунтовых вод.

Для оценки ЕД территории Кемеровской области и равнинных районов Западной Сибири И.Н. Углановым кроме густоты и глубины эрозионного расчленения были учтены величины основных уклонов местности, под которыми понимается средний уклон элементарных водотоков по отношению к тальвегу долин рек, являющихся местными базисами эрозии (дренирования) (Угланов, 1981).

Расчет ЕД Предбайкалья производился по морфометрическим показателям. Такой способ расчета, разработанный И.Н. Углановым (1977), мы считаем наиболее приемлемым к данной территории, так как он позволяет учитывать сложное орографическое строение, а также влияние уклонов местности. Формула расчета ЕД сводится к следующему:

$$P = i \frac{H}{F}, \quad i = \frac{h_1 - h_2}{l},$$

где Р – естественная дренированность; *i* – основной уклон местности; Н – суммарная длина всех элементарных водотоков бассейна реки, являющихся базисом эрозии (включая и ее длину); F – площадь бассейна этой реки; *h*<sub>1</sub>-*h*<sub>2</sub> – разница высоты его истока и устья (глубина эрозионного расчленения); *l* – длина элементарного водотока.

На основе расчетов нами была предложена классификация территории по ЕД с учетом геолого-геоморфологических и гидрологических условий:

- весьма слабо дренированные (Р 0,01–0,2);
- слабо дренированные (Р 0,2–1,0);
- средне дренированные (Р 1,0–3,0);
- хорошо дренированные (Р 3,0–10,0);
- интенсивно дренированные (Р > 10,0).

Показатели ЕД находятся в прямой зависимости от орографического положения. Для подтверждения данной гипотезы мы использовали методы математической статистики.

Первым этапом подтверждения гипотезы о наличии зависимости показателей ЕД от орографии является анализ описательных статистик исследуемых выборок (табл. 3).

## Описательные статистики по каждой орографической единице

Орографическая единица	n	$\bar{X}$	Медиана	Min	Max	S
ЕД Лено-Ангарского плато	90	2,59	2,25	0,40	7,90	1,65
ЕД Иркутско-Черемховской равнины	64	0,95	0,75	0,10	3,00	0,74
ЕД предгорья Восточного Саяна	26	6,19	3,25	0,60	24,90	6,24
ЕД Ангарского кряжа	36	6,00	0,80	0,20	4,70	0,88
ЕД Предбайкальской впадины	27	9,00	1,40	0,01	4,10	0,98
ЕД Прибайкалья	5	4,24	2,30	0,30	13,10	5,22
ЕД Канско-Тайшетской равнины	12	1,15	1,25	0,10	2,20	0,74

Примечание: n – количество наблюдений;  $\bar{X}$  – среднее значение; медиана – значение медианы; min – минимальное значение; max – максимальное значение; S – стандартное отклонение.

На графиках (рис. 7, 8) прослеживается два различных интервала ожидаемого нормативного значения – в диапазонах от -2,0 до 0 и от 0 до 1,0. Это можно объяснить тем, что алгоритм построения графиков ожидаемых нормальных значений предполагает ранжирование значений вариант от меньшего к большему, при этом изначально в сравниваемых выборках отличается вариационный размах. Кроме того, в выборках отсутствует нормальность распределения, что сказывается на тяжелых «хвостах графиков» и, как следствие, в отличиях диапазонов.

Во всех случаях, кроме выборки «Предбайкальская впадина», значения статистики SW-W недостоверны ( $P > 0,05$ ). Таким образом, для дальнейшего анализа рекомендуется использовать непараметрические критерии, не требующие допущения о нормальности распределения. Нами использовался критерий Краскела-Уоллиса (T) – непараметрическая альтернатива дисперсионного анализа. В связи с небольшим количеством данных для Прибайкалья эта орографическая единица была исключена из дальнейшего анализа.

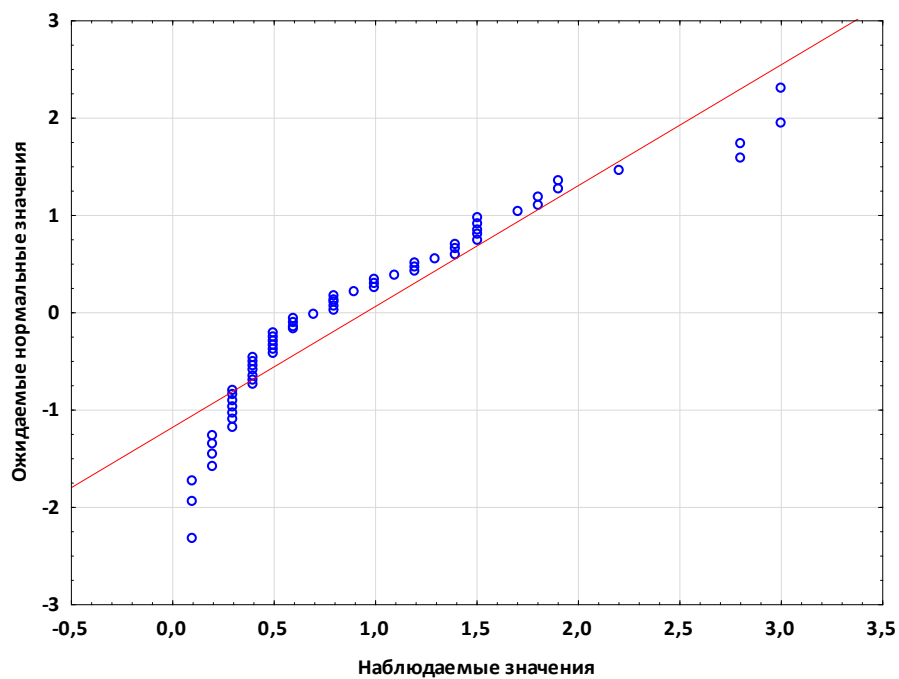


Рис. 7. Нормальный вероятностный график показателей ЕД Иркутско-Черемховской равнины.

Значение критерия Шапиро-Уилка (SW - W) = 0,87; принятый уровень значимости  $P = 0,00001$ .

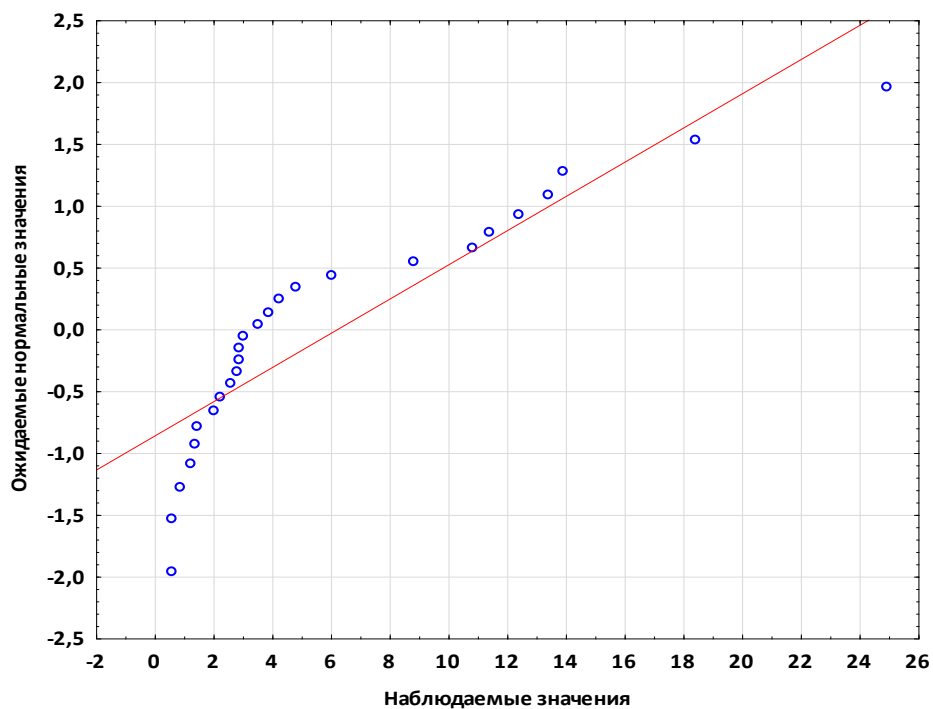


Рис. 8. Нормальный вероятностный график показателей ЕД предгорья Восточного Саяна.

Значение критерия Шапиро-Уилка (SW - W) = 0,81; принятый уровень значимости  $P = 0,0002$ .

Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса описаны в табл. 4.

Таблица 4

Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса

Орографическая единица	N	Сумма рангов	Средний ранг
Иркутско-Черемховская равнина (1)	64	4 981,00	77,83
Предгорья Восточного Саяна (2)	26	5 062,50	194,71
Лено-Ангарское плато (3)	90	14 840,00	164,89
Ангарский кряж (4)	36	3 054,50	84,85
Предбайкальская впадина (5)	27	3 539,00	131,07
Канско-Тайшетская равнина (6)	12	1 163,00	96,92

Полученное значение статистики  $T = 87,99$  ( $P < 0,05$ ) позволяет говорить о наличии зависимости показателей ЕД и орографии (рис. 9).

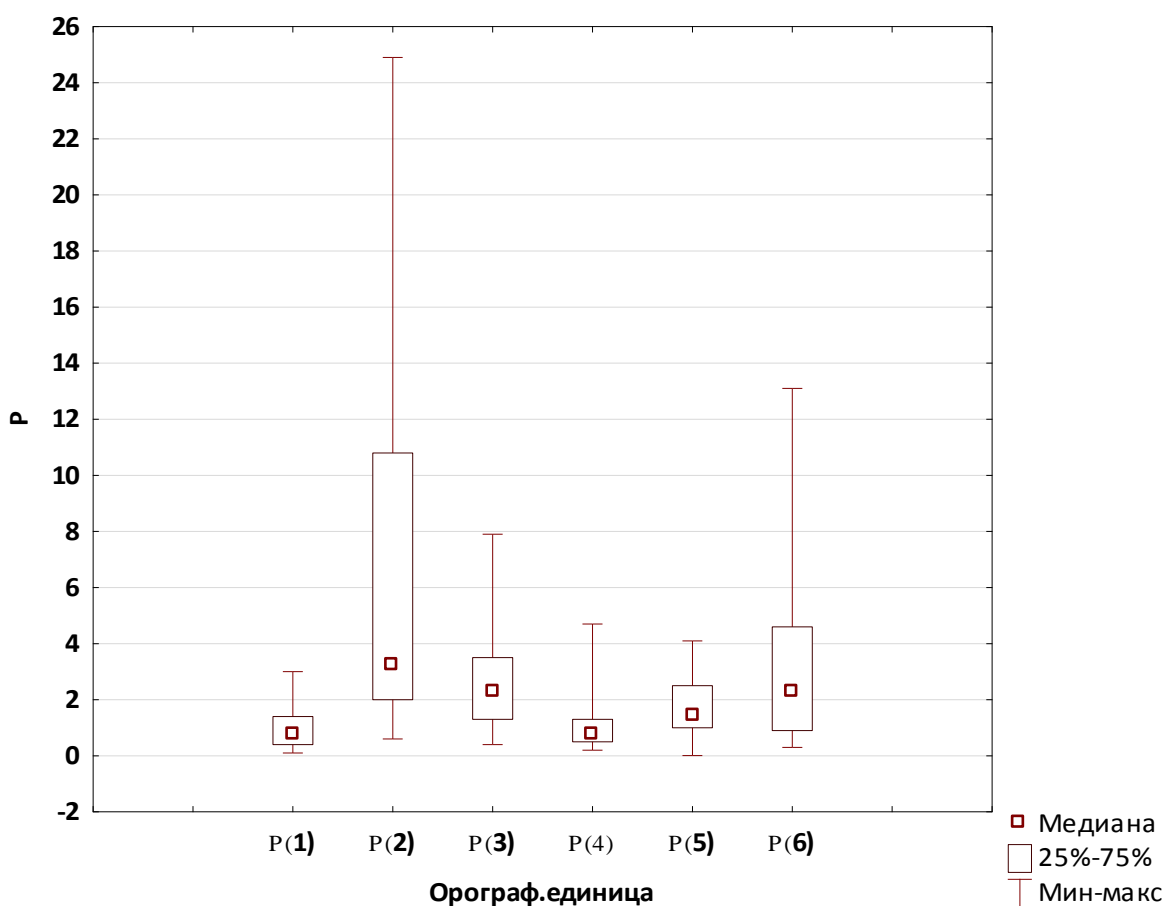


Рис. 9. Диаграмма «ящики с усами» распределения значений показателя ЕД в исследуемых выборках.

Как видно из диаграммы, в среднем наибольшие значения соответствуют предгорью Восточного Саяна, меньшие – Лено-Ангарскому плато и наименьшие значения – Ангарскому кряжу и равнинам.

Критерий Краскела-Уоллиса для объединенных в одну группу по орографии Иркутско-Черемховской и Канско-Тайшетской равнин равен 87,32 ( $P < 0,05$ ), что также доказывает связь между показателями естественной дренированности и орографии (табл. 5).

Таблица 5

Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса

Орографическая единица	N	Сумма рангов	Средний ранг
Предгорья Восточного Саяна	26	5 062,50	194,71
Лено-Ангарское плато	90	14 840,00	164,89
Ангарский кряж	36	3 054,50	84,85
Предбайкальская впадина	27	3 539,00	131,07
Иркутско-Черемховская и Канско-Тайшетская равнины	76	6 144,00	80,84

Таким образом, наименьшие значения описательных статистик ЕД соответствуют Иркутско-Черемховской и Канско-Тайшетской равнинам, для Лено-Ангарского плато, Предбайкальской впадины и Ангарского кряжа значения выше, и наибольшие значения у предгорья Восточного Саяна.

Применение критерия Шапиро-Уилка показывает, что почти все показатели ЕД различных орографических единиц противоречат нормальному распределению, кроме значений для Предбайкальской впадины (Сугаченко и др., 2014).

С помощью применения критерия Краскела-Уоллиса, который является непараметрическим аналогом однофакторного дисперсионного анализа, установлено наличие зависимости показателей естественной дренированности почв Предбайкалья от орографического положения.

Глубина и густота эрозионного расчленения поверхности характеризуют степень расчлененности рельефа и, следовательно, степень дренирования подземных вод зоны активного водообмена современной эрозионной сетью

(Угланов, 1981). Сопоставив показатели глубины и густоты эрозионного расчленения с соответствующими значениями ЕД, нужно отметить, что в большинстве случаев с уменьшением дренированности наблюдается уменьшение глубины и густоты эрозионного расчленения (табл. 6. Прил. 1)

Таблица 6

Классификация ЕД (Р) в зависимости от глубины (м) и густоты (км/км<sup>2</sup>) эрозионного расчленения территории

Показатель	Р	Глубина эрозионного расчленения	Густота эрозионного расчленения
Весьма слабо дренированные	0,01–0,20	100–120	0,13
	0,21–0,50	100–230	0,19
Слабо дренированные	0,51–1,00	100–330	0,25
	1,01–2,00	130–350	0,28
Средне дренированные	2,01–3,00	180–450	0,32
	3,01–5,00	350–650	0,35
Хорошо дренированные	5,01–10,00	450–850	0,40
	10,01–15,00	950–1150	0,46
Интенсивно дренированные	> 15,01	850–1300	0,56

На рис. 10 показано распределение средних показателей глубины и густоты эрозионного расчленения по классификационным категориям. Прослеживается четкая закономерность возрастания средних значений как глубины, так и густоты эрозионного расчленения, с увеличением показателя ЕД.

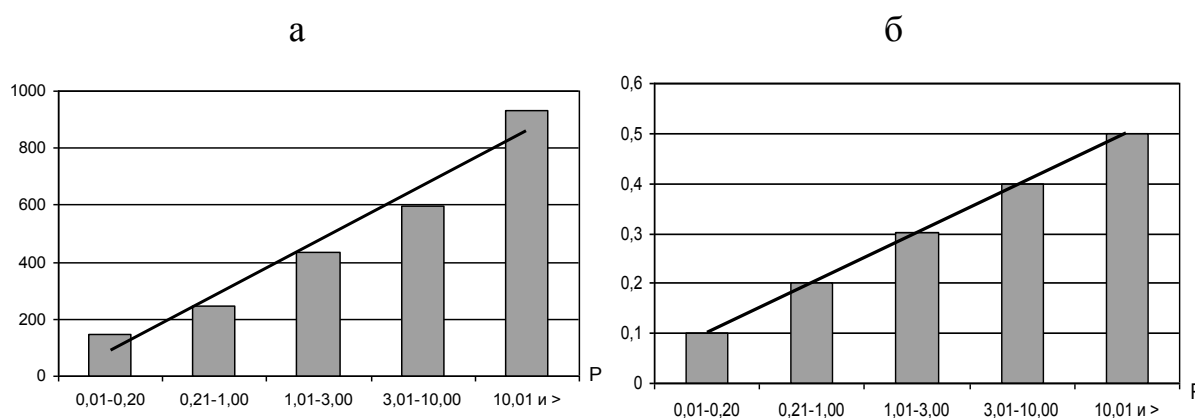


Рис. 10. Графики распределения средних показателей а – глубины и б – густоты эрозионного расчленения по классификационным категориям ЕД.

Анализ полученных нами морфометрических показателей с учетом естественно-исторических условий позволяет выделить территории с разной степенью ЕД для целей мелиорации (табл. 7).

Таблица 7

Показатели ЕД территории Предбайкалья для целей мелиорации

Основные орографические единицы	Характеристика ЕД	Почвы	Основные виды мелиораций
Иркутско-Черемховская равнина	Весьма слабо дренированные; слабо дренированные; средне дренированные (ЕД 0,1–3,0)	Дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, болотные, аллювиальные, светло-, темно-серые лесные, серые лесные, черноземы выщелоченные, луговые	Не требуются специальные мелиорации; требуются противокислотные и осушительные мелиорации; земли, имеющие природоохранное, лесохозяйственное и промысловое значение
Предбайкальская впадина	Слабо дренированные; средне дренированные (ЕД 0,5–1,5)	Дерновые лесные, дерново-карбонатные, черноземы выщелоченные, черноземы обыкновенные, черноземы солонцеватые	Не требуются специальные мелиорации; требуются противокислотные мелиорации; земли, имеющие природоохранное, лесохозяйственное и промысловое значение
Лено-Ангарское плато	Средне дренированные; хорошо дренированные (ЕД 2,0–3,3)	Подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные	Требуются противокислотные мелиорации; земли, имеющие природоохранное, лесохозяйственное и промысловое значение
Ангарский кряж	Средне дренированные (ЕД 1,0–1,3)	Дерново-подзолистые, дерновые лесные, дерново-карбонатные типичные и оподзоленные	
Восточный Саян	Хорошо дренированные; интенсивно дренированные (ЕД 8,5–14,5)	Подзолистые, дерново-перегнойные карбонатные, мерзлотно-таежные, горно-тундровые дерновые	

Показатели ЕД Иркутско-Черемховской равнины находятся в интервале от 0,1 до 3,0 (рис. 11). Наименее дренированной является ее северная часть (0,3), где распространены серые лесные, луговые, черноземные, аллювиальные, болотные низинные почвы. Центральная и юго-восточная части равнины с преобладанием дерново-подзолистых, дерново-карбонатных типичных и оподзоленных, серых лесных почв имеют среднюю дренированность (0,4–3,0). Поймы рек, занятые аллювиальными, болотными

низинными луговыми почвами, отличаются весьма слабой (0,1) или слабой дренированностью (0,3).

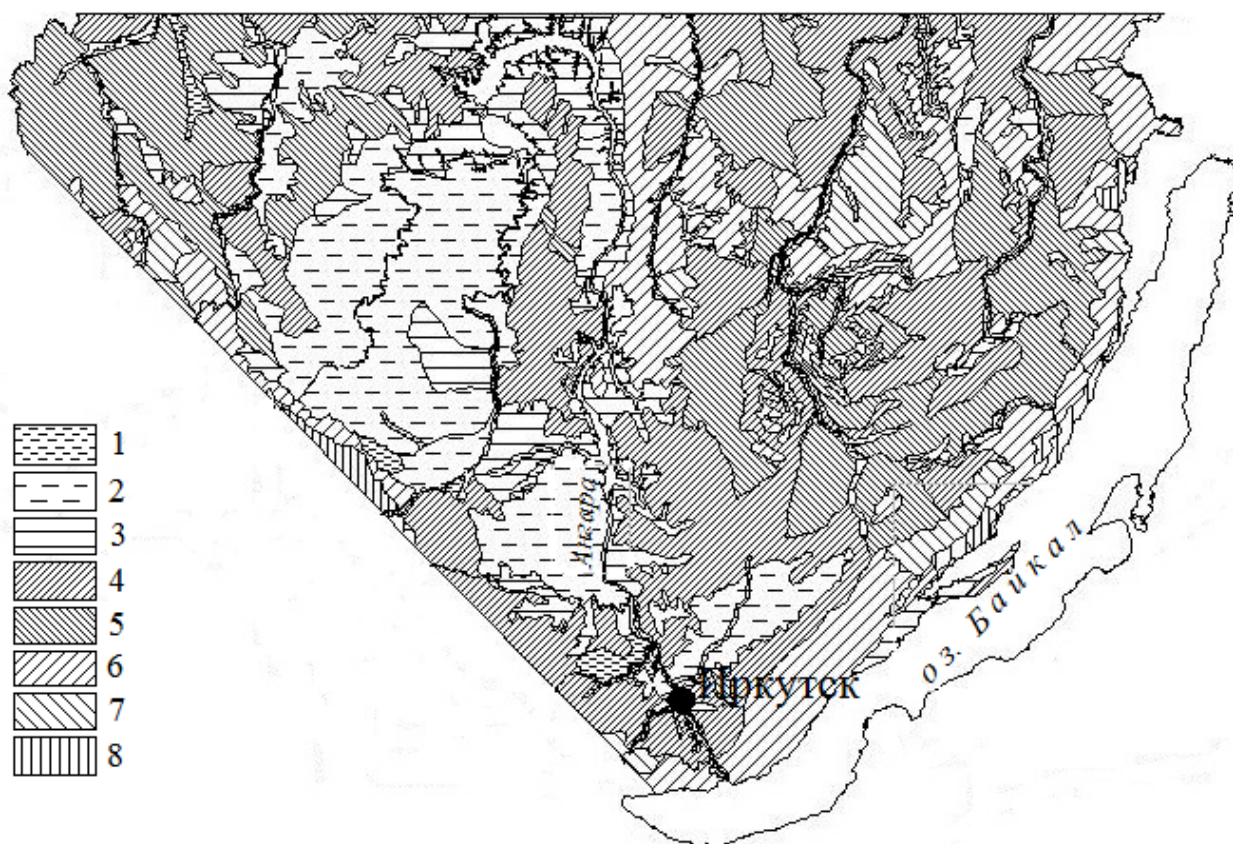


Рис. 11. Схематическая карта естественной дренированности.

1 (Р 0,01–0,2) – весьма слабо дренированные; 2 (Р 0,2–0,5), 3 (Р 0,5–1,0) – слабо дренированные; 4 (Р 1,0–2,0), 5 (Р 2,0–3,0) – средне дренированные; 6 (Р 3,0–5,0), 7 (Р 5,0–10,0) – хорошо дренированные; 8 (Р 10,0–15,0) – интенсивно дренированные.

Предбайкальская впадина на большей своей части характеризуется как средне дренированная территория. Показатели ЕД изменяются от 1,2 до 2,3. Здесь встречаются дерновые лесные, подзолистые остаточо карбонатные, дерново-карбонатные оподзоленные, дерново-карбонатные выщелоченные, дерново-перегнойно-карбонатные почвы.

Наименьшей дренированностью (0,3–0,6) обладает Кудинская депрессия, где сосредоточена почти четвертая часть сельскохозяйственных земель Предбайкалья. Почвенный покров представлен серыми лесными почвами, черноземами обыкновенными, черноземами солонцеватыми, черноземами выщелоченными, лугово-черноземными и дерновыми лесными почвами.

Слабо дренированные территории приурочены к долинам рек Бугульдейки и Анги, где проявляется некоторая заболоченность пойм их притоков. ЕД изменяется в пределах от 0,3 до 0,9. Горная область истока р. Сармы (1000–1300 м) относится к средне дренированной (Р 2,3).

Несмотря на большое количество выпадающих атмосферных осадков, сильно расчлененная территория Байкальского хребта, где абсолютные высоты достигают 2 000 м, относится к интенсивно дренированной. Многочисленные речные долины обеспечивают отток избытков поверхностной влаги и верховодки. Здесь показатели ЕД максимальны и достигают 44.

ЕД Лено-Ангарского плато отличается более высокими показателями. Ее средние значения – 2,0–3,3. Наряду с хорошо дренированными районами здесь встречаются и слабо дренированные земли. Так, ЕД бассейнов рек Рассохи и Правой Вилины составляет 0,9 и 0,5 соответственно.

На Ангарском кряже, где преимущественно распространены дерновые лесные, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные типичные и оподзоленные почвы, преобладает средняя дренированность со значениями от 1,0 до 1,3.

Территория, прилегающая к Восточному Саяну, отличается хорошей дренированностью. Следует отметить, что по мере увеличения высот показатели дренированности увеличиваются. Наибольшей ЕД характеризуются такие почвы, как горно-тундровые перегнойные, горно-тундровые дерновые, мерзлотно-таежные, горно-тундровые светлые слабогумусированные, горные дерново-перегнойно-карбонатные.

Предгорье Восточного Саяна, занятое такими почвами, как мерзлотно-таежные, мерзлотно-таежные поверхностно ожелезненные, горно-тундровые дерновые, обладает высокой дренированностью (8,5–14,5). Долины рек Восточного Саяна, характеризующиеся горными мерзлотно-таежными заболоченными почвами, имеют хорошую дренированность (8,5).

Показатели ЕД Передового хребта, примыкающего к Восточному Саяну с юго-востока, характеризуют территорию как средне и хорошо дренированную.

Условия мелиоративного освоения Предбайкалья достаточно разнообразны, что обусловлено сложным строением поверхности, пестротой условий почвообразования, особенностями водного и солевого режимов. При выборе мелиоративных мероприятий кроме глубины залегания водоупора, строения надводоупорной толщи и ландшафтно-климатических особенностей необходимо учитывать значения ЕД территории.

## ГЛАВА 3. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

### 3.1. История изучения почвенного покрова

Первые научные данные о почвах Предбайкалья были получены в конце XIX в. Н.Н. Агапитовым (1878) и Я.Н. Прейном (1890). Их исследования были посвящены черноземам, их происхождению и эволюционно-генетическим связям между различными почвами, встречающимися на территории (Базылева, 2008).

Специальные почвенные исследования на юге Восточной Сибири были проведены экспедицией Переселенческого управления (1908–1914) под руководством К.Д. Глинки. Их целью было выявление территорий, пригодных для заселения и земледельческого освоения.

Материалы почвенных исследований в Сибири в дореволюционное время были обобщены и опубликованы в монографии «Почвы России и прилегающих стран» (Глинка, 1923), а также использовались при составлении «Почвенной карты азиатской части СССР» под редакцией К.Д. Глинки и Л.И. Прасолова (Почвенная карта..., 1930).

В 1930–1940-е гг. проводились почвенные съемки в наиболее населенных пунктах и вдоль железной дороги в связи с организацией колхозов и совхозов (Атлас..., 1962).

После Второй мировой войны специалисты Почвенного института им. В.В. Докучаева совместно с СОПСом АН СССР и ИГУ начали интенсивное изучение почвенного покрова региона: организовывались маршрутные исследования почв, полустационарные наблюдения, проводились среднемасштабные почвенные съемки, обследования почв для колхозов и совхозов Иркутской области и т. д.

И.В. Николаевым (1949) были впервые классифицированы и районированы почвы региона, составлена почвенная карта Иркутской области в масштабе 1: 2 500 000. Результаты исследований легли в основу многих публикаций, где высказывались новые подходы к развитию, генезису

и плодородию почв региона; развернулись работы по составлению почвенных карт (Макеев, 1959; Надеждин, 1961; Ногина, 1964; Мартынов, 1965 и др.).

Во второй половине XX в. почвенный покров изучался с точки зрения использования в сельском хозяйстве. Для определения пригодности почв к обработке и возделыванию на них сельскохозяйственных культур Л.Л. Калеп (1979) была дана агропроизводственная характеристика и предложена группировка почв сельскохозяйственной территории Иркутской области. Изучением плодородия почв, режимов почвенных процессов, эффективности применения удобрений в разные годы занимались Н.И. Рынкс (1959), В.Т. Колесниченко (1965), Л.Н. Костюхин (1969), Н.Е. Абашеева (1983), Л.В. Помазкина (1999) и др.

В 1970-е гг. под руководством Н.И. Карнаухова проводились исследования генетико-мелиоративных свойств почв. Результатом работ стали публикации по научному обоснованию необходимости применения орошения и установления особенностей поливного режима; выявлены почвенно-мелиоративные закономерности и предложено почвенно-мелиоративное районирование (Карнаухов, Симоненков, 1975; Угланов, 1984; Угланов и др., 1986). В 1991 г. И.Н. Углановым было предложено природно-мелиоративное районирование Восточной Сибири с выделением природно-мелиоративных зон, подзон, провинций и других таксономических единиц (Угланов, 1991; Угланов и др., 1991).

Наиболее полным обобщением результатов исследований являются опубликованные «Почвенная карта Иркутской области» масштаба 1:1 500 000 (1988), «Почвенная карта Иркутской области» масштаба 1:500 000 (1983).

На современном этапе исследования почвенного покрова продолжаются. Изучению генезиса и эволюции почв посвящены работы Г.А. Воробьевой (2001; 2010), А.А. Козловой (2003; 2006), Function of soils..., 2008; Н.А. Мартыновой (2001; 2008), Н.Д. Киселевой (2009; 2010). Исследованием

палеопочв занимаются Н.И. Гранина (2001; 2006), Н.В. Вашукевич (2005; 2006), С.Л. Куклина (2008; 2009). Результаты почвенно-эрозионных исследований представлены в работах В.И. Бычкова (2002), Н.Д. Киселевой (2009).

### **3.2. Характеристика основных типов почв**

Согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977) в структуре почвенного покрова Предбайкалья преобладают подзолистые, дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы (от 9,82 до 28,17 %) (Прил. 2). Наименьшие площади занимают солончаки, солонцы, горные лугово-каштановые, горные мерзлотно-таежные (от 0,01–0,02 %). Пахотные земли встречаются среди почв равнинно-увалистых территорий, только горные лугово-каштановые и горные каштановые почвы в незначительной степени распаханы (0,7 тыс. га) преимущественно на пологих склонах. Среди пахотных земель наибольшие площади занимают дерново-карбонатные типичные (258,7 тыс. га), дерново-карбонатные выщелоченные (361,6 тыс. га), серые лесные неоподзоленные (314,1 тыс. га) и темно-серые лесные неоподзоленные (296,5 тыс. га). Наиболее плодородные почвы – черноземы под пашню используются практически полностью (2,9–68,2 тыс. га).

Региональными особенностями почв территории являются: наличие карбонатного горизонта на небольшой глубине в различных почвах; гуматный состав гумуса; слабокислая реакция среды и высокая степень насыщенности основаниями; несоответствие выраженности иллювиального горизонта по морфологии; внутripочвенное выветривание; в засоленных почвах преобладают хлориды и сульфаты кальция, а содовое засоление обнаруживается редко. Кроме этого выделяется множество других свойств, типичных для почвенного покрова региона (несбалансированное распределение по горизонтали почв кварца, полевых шпатов, обломков

пород, глинистых минералов, отсутствие глинистых натеков и т. п.) (Макеев, 1959; Надеждин, 1961; Воробьева и др., 1978; Воробьева, 1984).

**Подзолистые почвы** широко распространены в Прибайкалье, Предбайкальской впадине и на Лено-Ангарском плато (рис. 12). Они формируются на породах, бедных основаниями, преимущественно юрского периода, под еловыми и сосново-лиственничными лесами с хорошо развитым кустарниково-моховым покровом (Почвы..., 1983; Кузьмин, 1988). Орографически приурочены к вершинам водоразделов, древним террасам, сложенным аллювиальными отложениями легкого гранулометрического состава. В условиях расчлененного рельефа тяготеют к более увлажненным склонам и водоразделам.

Ряд авторов (Макеев, 1959; Кузьмин, 1961; Надеждин, 1961; Ногина, 1964; Мартынов, 1965; Корзун, Кузьмин, 1979) выделяют характерные особенности подзолистых почв: кислая реакция среды, высокая степень насыщенности основаниями, большое накопление органического вещества в маломощном гумусовом горизонте, четкая дифференциация на элювиальный и иллювиальный горизонты.

Подзолистые почвы не являются плодородными вследствие бедности питательными веществами, гумусом, повышенной кислотности, плохого структурного состояния верхних горизонтов. Сельскохозяйственное освоение подзолистых почв нецелесообразно, так как большинство этих почв расположено в предгорной части и по тепловым параметрам не пригодно для земледелия.

**Дерново-подзолистые почвы** распространены на плато и равнинах, а также в нижней части горно-таежного пояса. Развиваются под лесной растительностью с разнотравным, мохово-травяным и бруснично-травяным покровом на рыхлых четвертичных отложениях и на элювии-делювии пород разного состава: на карбонатных и бескарбонатных песчаниках, аргиллитах и алевролитах, известняках и доломитах, а также на гранитах, гнейсах, сланцах и траппах (Кузьмин, 1988).

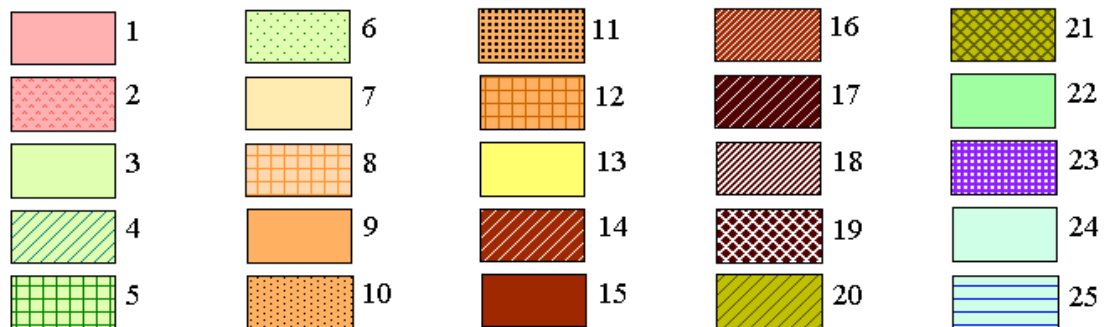
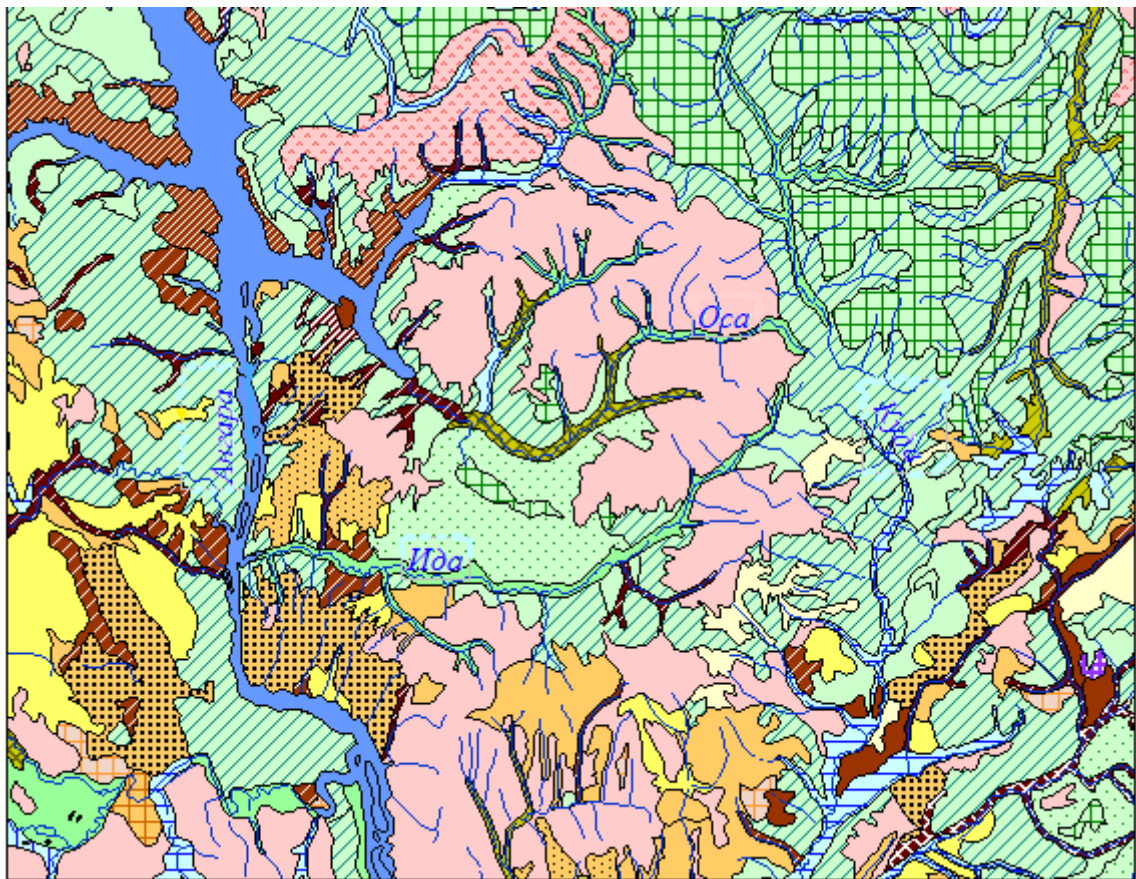


Рис. 12. Фрагмент схематической карты «Почвы Предбайкалья» (составлено по: «Почвенная карта...», 1983).

1 – дерново-подзолистые; 2 – дерново-подзолистые остаточнокarbonатные; 3 – дерново-карбонатные; 4 – дерново-карбонатные выщелоченные; 5 – дерново-карбонатные оподзоленные; 6 – дерново-карбонатные выщелоченные в комплексе с дерново-карбонатными; 7 – дерновые лесные; 8 – светло-серые лесные оподзоленные; 9 – серые лесные; 10 – серые лесные в комплексе со светло-серыми лесными оподзоленными; 11 – серые лесные в комплексе с темно-серыми лесными; 12 – серые лесные оподзоленные; 13 – темно-серые лесные; 14 – черноземы выщелоченные; 15 – черноземы обыкновенные; 16 – черноземы карбонатные; 17 – лугово-черноземные выщелоченные; 18 – лугово-черноземные карбонатные; 19 – лугово-черноземные солончаковатые; 20 – луговые выщелоченные; 21 – луговые солончаковатые; 22 – аллювиальные; 23 – солонцы; 24 – лугово-болотные; 25 – болотные низинных болот

Основные особенности дерново-слабоподзолистых почв – относительно высокая степень аккумуляции перегноя и обменных оснований в верхней части профиля, слабокислая, близкая к нейтральной реакция, значительное содержание первичных минералов, сложный и разнообразный состав вторичных.

Дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы характеризуются наличием карбонатов в профиле. Формирующийся в них остаточно-карбонатный горизонт постепенно сливается с породой, что может быть объяснено относительно небольшим содержанием карбонатов в материнской породе (Макеев, 1959).

Дерново-подзолистые почвы, развитые на легких бескарбонатных породах, встречаются редко. Подзолистый горизонт иногда выражен фрагментарно. Дифференциация почвенного профиля на генетические горизонты нечеткая, переходы от одного горизонта к другому постепенные.

Горные дерново-подзолистые почвы характеризуются отсутствием накопления илистых частиц в иллювиальном горизонте при сохранении основных генетических горизонтов, присущих равнинным почвам.

Дерново-подзолистые почвы преимущественно среднесуглинистого состава. В верхней части профиля наблюдается облегчение гранулометрического состава. Содержание гумуса в верхних горизонтах составляет 5,1–6,2 %, вниз по профилю уменьшается до 0,8–1,5 %. Реакция почвенного раствора изменяется от сильно кислой до близкой к нейтральной. Степень насыщенности почв основаниями невелика, с преобладанием кальция и магния.

Основные массивы дерново-подзолистых почв заняты под лесной растительностью, небольшие участки освоены под пашню, выпас скота. Низкое плодородие дерново-подзолистых почв обусловлено малой мощностью гумусового горизонта, небольшим количеством гумуса, кислой реакцией почвенного раствора. Не рекомендуется использовать дерново-подзолистые почвы в сельском хозяйстве.

**Дерново-карбонатные почвы** формируются на положительных формах рельефа, в нижней части таежного пояса, на высоких поверхностях, переходящих в плато под травяными и мохово-травяными лесами. Приурочены к территориям, сложенным известняками, доломитами и красноцветными карбонатно-силикатными породами (Атлас..., 1962).

Дерново-карбонатные типичные почвы с высотой сменяются выщелоченными, затем оподзоленными, в результате чего ухудшаются их агропроизводственные свойства, что проявляется в уменьшении мощности почвенного профиля, увеличении каменистости (Корзун, Кузьмин, 1979).

*Дерново-карбонатные типичные почвы* характеризуются присутствием карбонатов во всех горизонтах. Мощность гумусового горизонта 15–30 см.

Гранулометрический состав от легко- до тяжелосуглинистого, на красноцветных породах – глины и тяжелые суглинки. Данные почвы обладают высокой гигроскопической влажностью и высокой влажностью устойчивого завядания растений (Почвы..., 1983). Реакция почвенного раствора по всему профилю слабощелочная, рН от 7,7 до 8,0. Вниз по профилю величина рН незначительно возрастает. Обеспеченность органическим веществом слабая, гумуса 2,0–3,9 %, азота – 0,2–0,3 %. Встречаются многогумусные почвы, залегающие по рельефу ниже, чем мало- и среднегумусные почвы. Они отличаются темно-серой окраской гумусового горизонта с содержанием гумуса больше 5 %, иногда до 12 %.

Незначительное количество подвижных форм фосфора (2,2–3,2 мг на 100 г почвы) обусловлено большим количеством карбонатов, которые в условиях щелочной среды связывают фосфор в форме фосфата кальция, труднодоступного для растений.

Дерново-карбонатные типичные почвы обладают высоким, но неустойчивым плодородием. Для повышения плодородия рекомендуется использовать фосфорные и азотные удобрения, вносить калийные удобрения, своевременно применять агротехнические приемы, направленные на накопление влаги, питательных веществ, улучшение структуры.

*Дерново-карбонатные выщелоченные почвы* образуются на месте дерново-карбонатных типичных почв в результате выноса карбонатов из верхних горизонтов под влиянием совокупного воздействия климатического и биологического факторов. Мощность гумусового горизонта 15–40 см.

Гранулометрический состав почв варьирует от легкосуглинистых до глинистых. Преобладающими являются иловатая и крупнопылеватая фракции, иногда мелкопесчаная. рН гумусового горизонта нейтральный, с глубиной реакция переходит в щелочную. Многогумусные почвы содержат 5,1–9,0 % гумуса, азота – 0,3–0,5 %. Малогумусные почвы обладают небольшими запасами питательных веществ. Выщелоченные дерново-карбонатные почвы содержат значительное количество подвижного фосфора, что обусловлено нейтральной реакцией почвенного раствора. Обменным калием почвы также средне- и высокообеспечены.

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы обладают большим запасом плодородия. Для них целесообразно применять противоэрозионную технику, восполнять дефицит влаги в начале вегетационного периода, на малогумусных почвах – вносить органические удобрения.

*Дерново-карбонатные оподзоленные почвы* встречаются преимущественно под лесами, формируются на породах с малым количеством углесолей или на сильно выщелоченных карбонатных породах.

Гранулометрический состав почв тяжелосуглинистый, реже среднесуглинистый. Преобладают фракции крупной пыли, ила и мелкого песка. Почвы характеризуются слабокислым или близким к нейтральному рН почвенного раствора, отсутствием обменной кислотности, менее четкой дифференциацией элювиального и иллювиального горизонтов. Содержание гумуса в перегнойном горизонте колеблется в значительных пределах (4,2–12,0 %). Запасы органического вещества невелики из-за малой мощности гумусового горизонта (Почвы..., 1983). По своим агропроизводственным показателям дерново-карбонатные оподзоленные почвы относятся к почвам невысокого качества.

**Дерновые лесные почвы** формируются на хорошо дренированных участках, на нижних, преимущественно южных, частях склонов под хвойными и лиственно-хвойными лесами с кустарничково-травяным покровом (Почвы..., 1983; Кузьмин, 1988).

Факторами, способствующими формированию дерновых лесных почв, являются: богатство пород основаниями; слабый вынос вещества вследствие малого количества осадков; позднее оттаивание сезонной мерзлоты и иногда близкое залегание плотной породы; незначительная роль мохового покрова и кислой подстилки в хвойных лесах, имеющих травянистый ярус; распространение лиственных лесов; характер рельефа (Горшенин, 1955; Макеев, 1959).

Почвообразующие породы – рыхлые элювиально-делювиальные отложения различных коренных пород. Гранулометрический состав средне- и тяжелосуглинистый. рН почвенного раствора преимущественно слабокислый. Содержание гумуса в перегнойном горизонте может быть различно – от 3–7,5 % в сильноздернованных почвах, до 10–18 % в грубогумусовых (Кузьмин, 1988). Дерновые лесные темноцветные почвы имеют мощный гумусовый горизонт, содержание гумуса в горизонте А 8–12 %, азота до 1,6 % (Почвы..., 1983).

В агропроизводственном отношении почвы характеризуются невысоким плодородием. По термическим параметрам малоблагоприятны для большинства культурных растений. Освоение под пахотные угодья не рекомендуется. Целесообразно использовать в качестве выгонов, сенокосов, пастбищ. Мелиорации, как правило, не применяются.

**Серые лесные почвы** формируются на элювиально-делювиальных, элювиальных, делювиальных отложениях юрского, реже силурийского, ордовикского и четвертичного возрастов под сосновыми, лиственно-сосновыми, изреженными светлохвойными и мелколиственными травяными лесами (Надеждин, 1961; Почвы..., 1983).

Серые лесные почвы обладают такими свойствами, как значительная аккумуляция органического вещества и элементов зольного питания в относительно небольшом по мощности гумусовом горизонте; четкая элювиально-иллювиальная дифференциация профиля по илу и полуторным кислотам; характерное изменение емкости поглощения по профилю с высоким содержанием обменных катионов в гумусовом и иллювиальном горизонтах; устойчиво кислая или слабокислая реакция с некоторым увеличением кислотности в иллювиальном горизонте и снижением ее в нижних частях профиля, при наличии карбонатного горизонта реакция становится слабощелочной; ненасыщенность поглощающего комплекса.

*Светло-серые лесные почвы* располагаются на склонах, вершинах падей и распадков под березово-осиновыми лесами, кустарником и низкотравьем на элювиальных, элювиально-делювиальных и делювиальных осадках (Лопатовская, Михайличенко, 2002). По своим свойствам почвы близки к дерново-подзолистым. Почвообразующие породы – легкие суглинки, супеси, пески.

Почвы характеризуются мощным (более 10 см) гумусовым горизонтом. Гранулометрический состав преимущественно тяжелосуглинистый, средние суглинки встречаются реже. При формировании почв на бескарбонатных породах рН почвенного раствора всегда кислый, на карбонатных породах наблюдается резкое изменение реакции от кислой к щелочной на границе карбонатного горизонта. Светло-серые почвы характеризуются невысоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (< 2 %). Наблюдается резкое уменьшение гумуса вниз по профилю. Азот содержится в незначительных количествах – 0,07–0,16 %.

Светло-серые лесные почвы имеют неблагоприятные агропроизводственные свойства: кислая реакция, ненасыщенность основаниями, невысокое содержание гумуса, слабая оструктуренность, распыленность пахотного слоя. В качестве мероприятий, направленных на повышение сельскохозяйственной ценности почв, рекомендуется

известкование, внесение органических и минеральных удобрений, углубление пахотного горизонта, травосеяние, снегозадержание (Почвы..., 1983; Баянова, 2006).

*Серые лесные почвы* приурочены к средним частям склонов, на микропонижениях встречаются вместе с темно-серыми почвами. Формируются под смешанными березово-осиновыми лесами с травяным покровом. Подстилающими породами служат супеси, легкие суглинки и пески.

Гранулометрический состав от супесчаных до тяжелосуглинистых с преобладанием последних. Реакция водной вытяжки от слабокислой до нейтральной, в окарбоначенных горизонтах – щелочная. С глубиной наблюдается увеличение значений рН одновременно с уменьшением гидролитической кислотности. Мощность гумусового горизонта 20–30 см. Содержание гумуса в верхних горизонтах от 3,0 до 5,6 %, с глубиной значения уменьшаются. Содержание азота небольшое (0,24 %), наибольшие значения наблюдаются в верхнем горизонте.

Серые лесные почвы характеризуются неустойчивым плодородием. Это связано с их неблагоприятными агрохимическими показателями: низким содержанием гумуса, общего азота, подвижных фосфатов и обменного калия. Улучшение плодородия возможно при своевременной обработке почв, рыхлении, влагонакоплении, защите от эрозии, рациональной структуре посевов и чередовании культур, применении органо-минеральных удобрений.

*Темно-серые лесные почвы* формируются на нижних частях склонов, в микропонижениях под изреженными березовыми лесами с густым травяным покровом (Атлас..., 1962; Почвы..., 1983). Почвообразующими породами являются остаточно-карбонатные элювиально-делювиальные отложения, представленные суглинками, реже глинами.

По гранулометрическому составу почвы среднесуглинистые, реже легкосуглинистые. Характеризуются прочной комковато-зернистой

структурой. Преобладание частиц размером 1,00–0,05 мм повышает влагоемкость почв, улучшает водо- и воздухопроницаемость. Реакция почв слабокислая или нейтральная (6,8–7,4). Содержание гумуса в перегнойном горизонте составляет 6,4–7,3 %, иногда более 10 %, азота 0,37–0,42 %.

Темно-серые почвы характеризуются высоким эффективным плодородием. Среди других почв Приангарья по плодородию они занимают одно из первых мест. Для поддержания плодородия необходимы внесение органических удобрений, влагонакопление.

**Черноземы** формируются на древних террасах рек, пологих южных склонах коренных берегов (Надеждин, 1961; Корзун, Кузьмин, 1979) под покровом степной растительности.

Почвообразующие породы представлены лессовидными отложениями буровато-палевого цвета, обогащенными карбонатами кальция и магния. Для черноземов характерна языковатость гумусового горизонта, обусловленная сильным растрескиванием почвы в холодный период (Почвы..., 1983).

Черноземные почвы представлены карбонатными, обыкновенными, выщелоченными и оподзоленными подтипами.

В Предбайкалье распространены *черноземы карбонатные*. Близкое залегание карбонатного горизонта у поверхности может быть результатом сельскохозяйственного использования земель, так как в связи с распашкой усиливается эрозия почв; пастбищной дигрессии; гидротермического режима почв, когда растворимые карбонаты из нижних горизонтов перемещаются вверх при испарении влаги из верхних быстрее прогреваемых горизонтов.

Мощность гумусового горизонта 20–40 см. Карбонатный горизонт обладает признаками солонцеватости: уплотненностью и столбчатостью в переходном горизонте. Реакция почвенного раствора щелочная. Щелочность почвенного раствора и бедность элементами минерального питания (особенно фосфором), несмотря на обеспеченность гумусом и азотом, снижают плодородие карбонатных черноземов. Для повышения

эффективного плодородия необходимы сохранение, накопление влаги и орошение.

*Черноземы выщелоченные* являются преобладающим подтипом. Подстилающими и почвообразующими породами служат четвертичные отложения, представленные суглинками, супесями и песками, залегающими на юрских песчаниках с прослоями аргиллитов.

Мощность гумусового горизонта 50 см и более. Между карбонатным и гумусовым горизонтами располагается пестроокрашенный горизонт АВ, свободный от карбонатов. Почва легкосуглинистая, преобладают фракции крупного и мелкого песка. Значения рН в верхних горизонтах близки к нейтральным (7,2), ниже по профилю – слабощелочные (7,6). Почвы бедны содержанием гумуса и азота (6,51–6,61 и 0,31–0,32 % соответственно).

Выщелоченные черноземы – наиболее плодородные почвы региона, однако они нуждаются в сбалансированном применении удобрений.

*Обыкновенные черноземы.* Почвообразующими породами служат четвертичные отложения суглинистого, супесчаного и песчаного составов. Почвы характеризуются мощным (до 90 см) темно-серым гумусовым горизонтом с постепенным переходом в горизонт В. Карбонаты наблюдаются в нижней части гумусового горизонта, их мощность 35–50 см.

По гранулометрическому составу почвы легкосуглинистого состава, преобладают фракции крупного и мелкого песка. Реакция почвенного раствора слабокислая – 6,6–6,8. Обеспеченность питательными веществами хорошая: 0,51–0,52 % азота, 11,0–15,0 мг на 100 г почвы фосфора.

Обыкновенные черноземы характеризуются хорошим плодородием. Рекомендуется использовать фосфорные удобрения для повышения продуктивности почв.

Характерным признаком *оподзоленных черноземов* является наличие белесой кремнеземистой присыпки в нижней части гумусового горизонта. Карбонаты залегают на глубине 1,3–1,5 м. Реакция почвенного раствора слабокислая. Оподзоленные черноземы обладают относительно повышенной

гидролитической кислотностью (до 5 мг-экв) в горизонте АВ или в верхней части горизонта В.

Оподзоленные черноземы обладают средним плодородием вследствие кислотности и плохого структурного состояния.

**Лугово-черноземные почвы** являются переходными от черноземов к луговым почвам. Их генезис связан с периодически повышенным увлажнением, обусловленным наличием длительной сезонной мерзлоты на глубине 1–2 м (Надеждин, 1961; Хисматуллин, 1979; Лопатовская, Михайличенко, 2002).

Лугово-черноземные почвы формируются в сухих ложбинах, падах, по нижним частям склонов, в небольших западинах, в подсклоновых депрессиях и надпойменных террасах под злаково-разнотравными лугами или изреженными лесами.

Почвы характеризуются мощным гумусовым горизонтом (50–100 см), высоким содержанием гумуса (7–15 %), оглеенностью нижней части профиля. Почвообразующие породы: делювиальные отложения преимущественно тяжелого гранулометрического состава. Гранулометрический состав лугово-черноземных почв средне- или тяжелосуглинистый. Реакция почвенного раствора изменяется от слабокислой и нейтральной в оподзоленных почвах до щелочной в карбонатных и засоленных.

Почвы содержат значительные количества гумуса, азота и подвижного калия, что говорит о высоком потенциальном плодородии почв. Вместе с тем недостаточная аэрация и прогреваемость приводят к тому, что питательные вещества находятся в связанном состоянии и слабо усваиваются растениями. В целях повышения плодородия рекомендуется применять безотвальное рыхление, вносить органические и минеральные удобрения, проводить оструктурирование почвы (Почвы..., 1983).

**Каштановые почвы** редко встречаются в регионе, отдельные участки заняты ими в Ольхонском районе. Они занимают самый нижний пояс

автоморфных геосистем – сухостепной, формируются под мелкодерновинно-злаковой и низкотравной растительностью (Семенова, 2002). Почвообразующими породами являются четвертичные отложения песчаного и суглинистого составов.

По гранулометрическому составу почвы легкосуглинистые, вниз по профилю отмечается его утяжеление. Реакция почвенного раствора слабощелочная (7,2–7,6). Гумусовый горизонт светло-серый, мощностью до 45 см. Содержание органических веществ в почве неравномерное: гумуса 1,74–6,45 %, азота 0,25–0,50 %.

Для повышения плодородия каштановых почв рекомендуется орошение дождеванием. Для предотвращения ветровой эрозии и выдувания семян следует не допускать высыхания верхнего слоя почвы. Кроме этого необходимы периодическое рыхление, посев бобово-злаковых травосмесей или чистых посевов многолетних трав, организация защитных лесополос перпендикулярно направлению господствующих ветров, внесение органо-минеральных удобрений и навоза, снегозадержание (Рабочий проект..., 1982). На некоторых участках необходимо провести залужение, так как почвы сильно податливы процессам ветровой эрозии в связи с супесчаным и песчаным составом.

**Луговые почвы** формируются в местах повышенного увлажнения (днища падей, окраины болот, низкие надпойменные террасы) под луговыми злаками, осоками, мезофильным разнотравьем, иногда с участием древесно-кустарниковых пород (Корзун, Кузьмин, 1979).

Почвы преимущественно тяжелого гранулометрического состава. рН почвенной суспензии слабокислый или нейтральный (в оподзоленных и выщелоченных луговых почвах соответственно). Луговые почвы характеризуются высокой суммой поглощенных оснований, ненасыщенностью кальцием, высоким содержанием органического вещества (от 10 до 15 % в верхних горизонтах) и обменного калия.

Почвы целесообразно использовать под естественные кормовые угодья. Для повышения плодородия рекомендуется проводить различные мероприятия: удаление кустарников и срезание кочек, внесение органоминеральных удобрений, периодическое рыхление с подсевом трав, в некоторых случаях снижение уровня грунтовых вод (Лопатовская, Михайличенко, 2002).

**Лугово-болотные почвы** формируются главным образом в долинах рек, на днищах падей в условиях постоянного увлажнения грунтовыми водами и периодического затопления под лугово-болотной растительностью. Характерными свойствами почв являются сильное увлажнение горизонтов и ясное оглеение всего профиля.

Реакция почвенного раствора от нейтральной до слабощелочной (7,2–7,6) (Рабочий проект..., 1984). Щелочную реакцию обуславливает присутствие карбонатов и солей в почвенном растворе. Содержание гумуса достаточно высокое. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия очень низкая. По всему профилю наблюдается переслаивание суглинков и супесей. Обеспеченность органическими веществами высокая: гумуса 14,7–16,8 %, азота 1,31–1,18 %. По данным водной вытяжки наблюдается незначительное содержание солей. Преобладают бикарбонаты кальция и магния. Максимум солей отмечается в поверхностном слое.

Лугово-болотные почвы обладают низкой продуктивностью, обусловленной постоянным повышенным увлажнением, неудовлетворительной аэрацией, слабым прогреванием после зимних температур. В настоящее время лугово-болотные почвы частично используются как кормовые угодья.

**Болотные почвы** формируются в условиях слабой дренированности. Они залегают по долинам рек, ручьев, по днищам падей, в местах постоянного избыточного увлажнения преимущественно жесткими грунтовыми водами под мохово-осоковыми ассоциациями с небольшой примесью разнотравья и пушицы.

Почвообразующими породами служат аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и редко делювиальные осадки супесчаного, суглинистого и глинистого состава. Уровень грунтовых вод 1–5 м, минерализация 1–3 г/л, химический состав вод гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный (Лопатовская, Михайличенко, 2002). Торфяной горизонт имеет мощность до 4 м. Разложенность торфа 10–20 % (Николаев, 1949; Корзун, Кузьмин, 1979). Геоботанический состав торфа представлен остатками осоковых и осоково-гипновых болотных растений. Содержание гумуса в верхнем горизонте достигает 19 %. Для почв характерно засоление. Сухой остаток до 1 %, что свидетельствует о засолении. Этому способствует наличие мерзлоты, аккумулирующей около своих границ влагу вместе с водорастворимыми солями. Реакция почв в основном нейтральная, но засоленные почвы имеют также и щелочную реакцию (Почвы..., 1983).

Болота Усольского и Иркутского районов характеризуются высокой зольностью торфа, слабокислой и слабощелочной реакцией (рН 5,5–8,1), наличием значительного количества легкогидролизующего азота, фосфора, калия (0,2–0,5; 2–15; 5,2–20 мг на 100 г почвы соответственно).

Болотные почвы имеют низкие агропроизводственные показатели. Это связано с избыточной влажностью, анаэробными условиями, малой подвижностью элементов питания растений, слабой микробиологической активностью (Корзун, Симоненков, 1976). Мелиоративные мероприятия на осушаемых болотах должны быть направлены на регулирование теплового и водного режимов. Осушение почв осуществляется редкой сетью открытых каналов. После осушения рекомендуется проводить расчистку древесно-кустарниковой растительности, срезку кочек, дискование, распашку и искусственное залужение. Эффективно применение удобрений.

**Аллювиальные почвы** формируются в долинах и поймах рек под лугово-болотной и кустарниковой растительностью. Основные их площади заняты сенокосами, пастбищами и лесами. Наиболее крупные массивы аллювиальных почв встречаются в поймах Иркутка, Китоя, Белой.

Почвообразующими породами служат слоистые аллювиальные отложения. Грунтовые воды гидрокарбонатного состава с минерализацией 1 г/л залегают на глубине 1–5 м. Гранулометрический состав почв изменяется от песчаного до тяжелосуглинистого. Мощность гумусового горизонта 10–30 см. Гумуса в почве содержится небольшое количество (1–3 %), с глубиной его количество уменьшается. рН почвенного раствора слабощелочной или нейтральный, в отдельных горизонтах слабокислый.

Анализ водной вытяжки указывает на некоторую засоленность почв с разной степенью засоления. Преобладают катионы кальция и магния, из анионов гидрокарбонаты и сульфаты. Сухой остаток изменяется в пределах 0,04–1,15 %. Аллювиальные почвы целесообразно использовать под сенокосы и пастбища.

Таким образом, почвенный покров Предбайкалья характеризуется разнообразием и пестротой состава, что обусловлено региональными особенностями территории (резко континентальный климат, изменение рельефа от аллювиальной равнины до горной страны, разнообразие почвообразующих пород, чередование лесных и степных участков, распространение грунтовых вод с разной степенью минерализации и различным химическим составом).

В структуре почвенного покрова преобладают подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные почвы. Наименьшие площади занимают лугово-черноземные, лугово-каштановые почвы, солончаки, солонцы. Пахотные земли представлены черноземными, дерново-карбонатными, серыми и темно-серыми лесными, реже лугово-каштановыми и каштановыми почвами.

## ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Методологические аспекты районирования

Интенсификации сельскохозяйственного природопользования способствует мелиоративное районирование, главной целью которого служит выделение более или менее однородных по мелиоративным условиям территорий (Маेत, 2004). Оно предполагает оценку основных направлений их мелиоративного освоения и прогноз возможных последствий мелиораций. Мелиоративное районирование осуществляется на базе комплексного анализа природных условий, обобщения результатов специализированных почвенных и мелиоративных исследований, учета направлений сельскохозяйственного использования земель, характера и сложности осуществления мелиоративных мероприятий (Егоров, 1973).

Эколого-мелиоративное районирование как один из отраслевых видов мелиоративного районирования носит комплексный характер и предполагает разделение территории по ее главным климатическим, геоморфологическим, гидрогеологическим, литологическим, гидрохимическим и почвенно-мелиоративным характеристикам, определяющим направленность почвообразования. В нем отражаются условия, в которых будут осуществляться мелиоративные мероприятия, содержатся сведения об основных приемах мелиоративного воздействия и возможных изменениях почвенного плодородия под воздействием мелиорации, но в нем отсутствуют конкретные и завершенные рекомендации по способам мелиорации (Зайдельман, 1987; Маेत, 2004; Zaidelman, 2009; Нагалеvский, 2011; Сугаченко, 2012; Булгаков, 2014; Поляков, 2014).

В основу составления схематической карты ЭМР нами положены следующие принципы: генетический, системный, принцип причинности и экологический (Угланов, 1991; Почвенно-экологическое картографирование, 2004; Никифорова, 2008).

*Генетический принцип* при выделении регионов любого ранга означает

деление территории на участки, тождественные или близкие по происхождению и условиям развития, на основе анализа комплекса природных условий.

*Системный принцип* позволяет рассматривать мелиорируемую толщу как систему взаимосвязанных элементов (почва – породы зоны аэрации – грунтовая вода).

*Принцип причинности* предполагает выявление существующих взаимосвязей и закономерностей природных условий для решения мелиоративных задач.

*Экологический принцип* заключается в признании приоритета природных условий.

Методы ЭМР: метод комплексного анализа, сравнительно-географический, ландшафтно-геохимический методы, метод наложения карт основных компонентов ландшафтов.

Крупномасштабная карта-схема ЭМР позволяет получить информацию для разработки системы мелиоративных мероприятий, а также обоснование для разработки системы мероприятий по охране почв (Почвенно-экологическое картографирование, 2004).

Анализ теоретических, методологических и практических изысканий в области мелиоративного районирования дает возможность сформулировать основные исходные принципы и положения его проведения:

1. ЭМР является частным видом мелиоративного районирования. В его основе лежит представление о взаимодействии мелиорируемой толщи с мелиоративным воздействием.

2. ЭМР проводится с целью выявления потенциального мелиоративного фонда с разработкой необходимого мелиоративного воздействия и оценкой мелиорируемых земель (Методические указания..., 1989).

3. В основе разработки эколого-мелиоративной карты-схемы лежит комплексная оценка природных факторов (тепло- и влагообеспеченность,

литологический состав, естественная дренированность, характер, распространение и глубина залегания уровня грунтовых вод, засоление почв, ландшафтные и мерзлотные особенности, карстовые процессы, почвенный покров и его использование в сельскохозяйственном производстве).

#### **4.2. Методические приемы составления схематической карты эколого-мелиоративного районирования**

ЭМР Предбайкалья основано на материалах, предложенных исследователями не только Восточно-Сибирского региона, но и других областей (Угланов, 1981; Панин и др., 1977; Еловская, Коноровский, 1978; Почвенно-мелиоративное районирование..., 1990; Эколого-мелиоративный потенциал..., 1999; Лопатовская, 2002; Варшанина, 2006; Галин, 2006; Новикова, 2008; Бобринев, 2009; Сугаченко и др., 2012; Булгаков, 2014; Урусевская, 2015 и др.).

Эколого-мелиоративное районирование осуществляется поэтапно:

а) подготовительный камеральный период, предполагает сбор и систематизацию имеющихся материалов, анализ их полноты и качества; ознакомление с результатами проведенных почвенных исследований; выбор картографических источников и технических средств.

Исходные материалы для проведения районирования:

–картографические;

–результаты ранее проведенных почвенных обследований;

–данные ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области», ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

–региональная литература по природным условиям, почвенному покрову и мелиоративному освоению территории;

б) дифференциация территории исследования по природно-мелиоративным условиям с выделением крупных таксономических единиц районирования (эколого-мелиоративных зон, областей). На данном этапе разделение территории происходит исходя из различных гидротермических условий, особенностей строения мелиорируемой толщи и ландшафтной структуры;

в) на заключительном этапе происходит выделение эколого-мелиоративных районов и эколого-мелиоративных комплексов (подрайонов), разрабатывается легенда карты-схемы, оформляется окончательный вариант карты-схемы эколого-мелиоративного районирования (рис. 13).

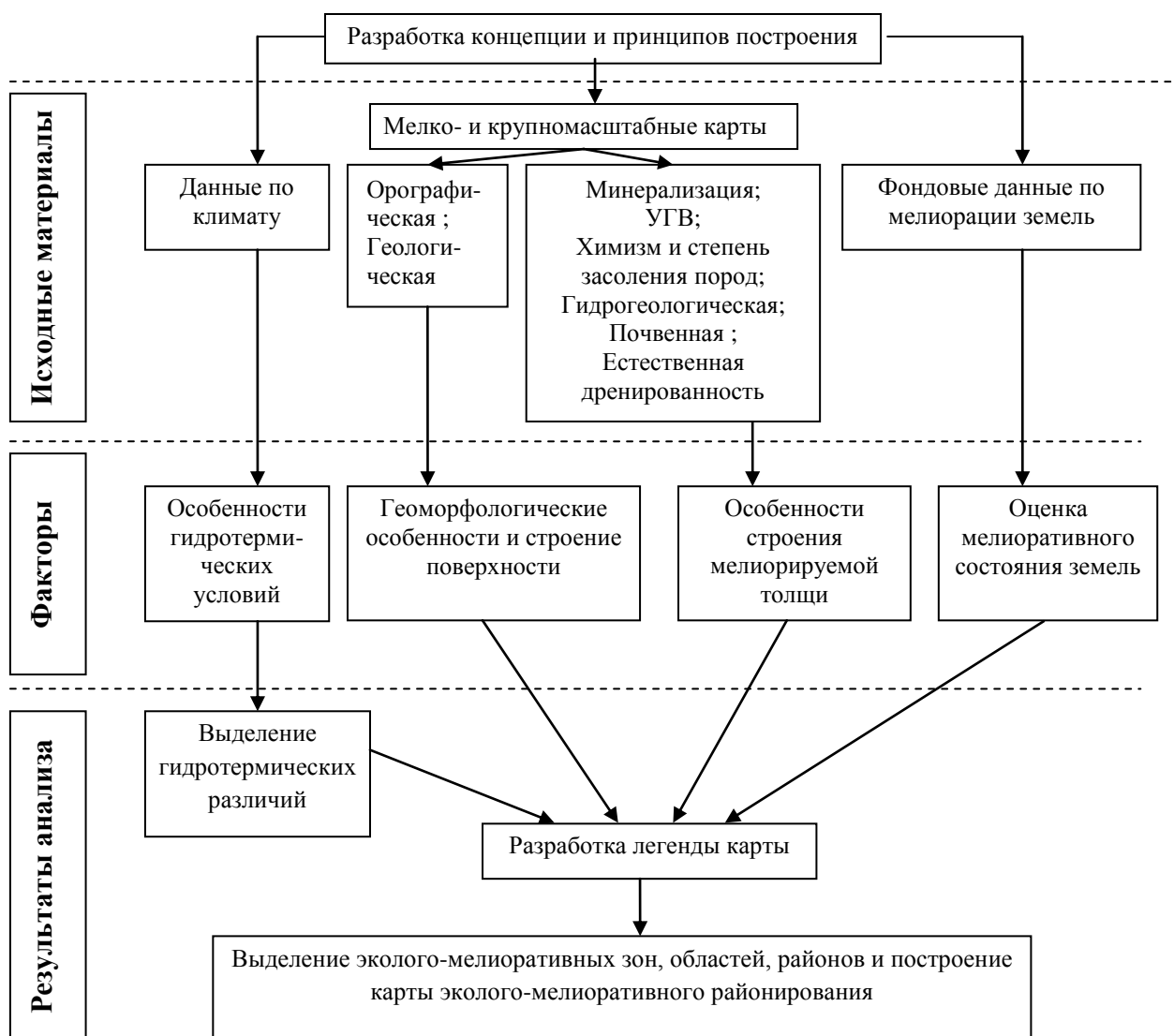


Рис. 13. Блок-схема методики построения карты ЭМР.

При составлении ЭМР Предбайкалья нами была использована программа MapInfo Professional, которая позволяет на новом техническом и научном уровне подойти к комплексному изучению эколого-мелиоративных условий региона. Применение ГИС-технологий повышает объективность результатов, открывает возможности для обновления данных и осуществления мониторинга.

Впервые для территории Предбайкалья при ЭМР автором учитывается ЕД; в качестве самостоятельного эколого-мелиоративного района выделяются «засоленные земли» и «земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации».

Сохраняя принцип преемственности, предложенная нами схема соподчиненных таксономических единиц районирования во многом наследует известные разработки в области мелиоративного районирования (Панин и др., 1977; Угланов, 1981; Угланов и др., 1991; Эколого-мелиоративный потенциал..., 1999; Зайдельман, 2008; Никифорова, 2008; и др.), но в то же время, как нам представляется, содержит ряд важных в научном и практическом отношении новых положений, дополнений и уточнений.

На рис. 14 представлена таксономическая схема, используемая при ЭМР Предбайкалья, и приведены основные критерии для выделения каждой таксономической единицы.

*Эколого-мелиоративная зона* характеризуется определенным соотношением тепла и влаги, которое обуславливает приоритетные направления мелиоративного воздействия, и ведущими направлениями сельскохозяйственного использования.

В пределах территории Предбайкалья нами выделены четыре эколого-мелиоративные зоны:

I. Зона орошения (зона степей). II. Зона орошения, осушения и химических мелиораций (зона лесостепей и степей). III. Зона очагового

осушения/орошения и тепловых мелиораций (зона тайги). IV. Зона очагового сельскохозяйственного освоения (горно-таежная зона).

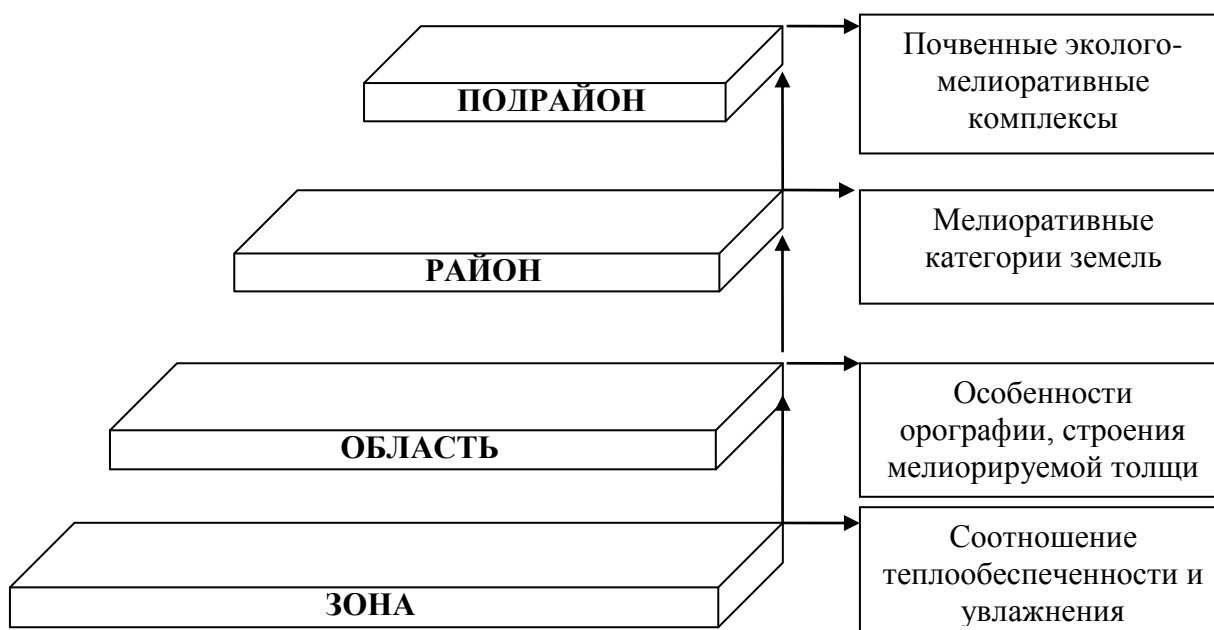


Рис. 14. Система таксономических единиц эколого-мелиоративного районирования Предбайкалья.

В основе выделения почвенных эколого-мелиоративных зон лежат различия в гидротермических показателях (сумма  $T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сумма осадков за год, сумма осадков за теплый период, коэффициент увлажнения, продолжительность безморозного периода).

*Эколого-мелиоративная область* – территория, характеризующаяся определенными орографическими структурами, определяющими строение мелиорируемой толщи (Угланов, 1981; 1991).

На территории Предбайкалья в пределах зон нами выделены следующие области: зона орошения – Приольхонье и о. Ольхон; зона орошения, осушения и химических мелиораций – Иркутско-Черемховская и Канско-Тайшетская равнины; зона очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций – Предбайкальская впадина, Лено-Ангарское плато, Ангарский кряж; зона очагового сельскохозяйственного освоения – предгорье Восточных Саян и Прибайкальская горная система.

*Эколого-мелиоративный район* соответствует мелиоративной категории и представляет собой целостную территорию, в состав которой входят почвы однотипных ландшафтов, близких между собой по возможности сельскохозяйственного использования и мелиоративного освоения (Методические указания..., 1989).

Перечень возможных мелиоративных категорий земель предложен в Методических указаниях... (1989), в работах И.Н. Угланова (1981; 1991), О.Г. Лопатовской (1997), О.Г. Лопатовской, В.Н. Михайличенко (2002). Используя опыт прошлых лет и учитывая региональные особенности территории, применительно к территории Предбайкалья нами были выделены несколько мелиоративных категорий земель (рис. 15):

*Земли, нуждающиеся в осушении*, – переувлажненные почвы зоны избыточного увлажнения.

*Земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации*, – почвы зоны неустойчивого увлажнения с коэффициентом увлажнения больше 0,6.

*Земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органических удобрений*, – почвы зоны неустойчивого и оптимального увлажнения (коэффициент увлажнения 0,8–2,0), обладающие низкими агропроизводственными показателями.

*Земли, нуждающиеся в орошении*, – почвы, пригодные для орошения зоны постоянного недостаточного увлажнения с коэффициентом увлажнения меньше 0,6.



Рис. 15. Эколого-мелиоративные районы Предбайкалья.

*Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях*, – почвы, требующие улучшения химических и физических свойств.

*Засоленные земли* – почвы разного генезиса и свойств, объединенные наличием в профиле легкорастворимых солей в количестве, ухудшающем плодородие почв и отрицательно влияющем на рост и развитие большинства растений.

*Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению*, – лесные земли; парковые леса; поймы малых рек; горные территории; природоохранные зоны (Прил. 3; рис. 16).

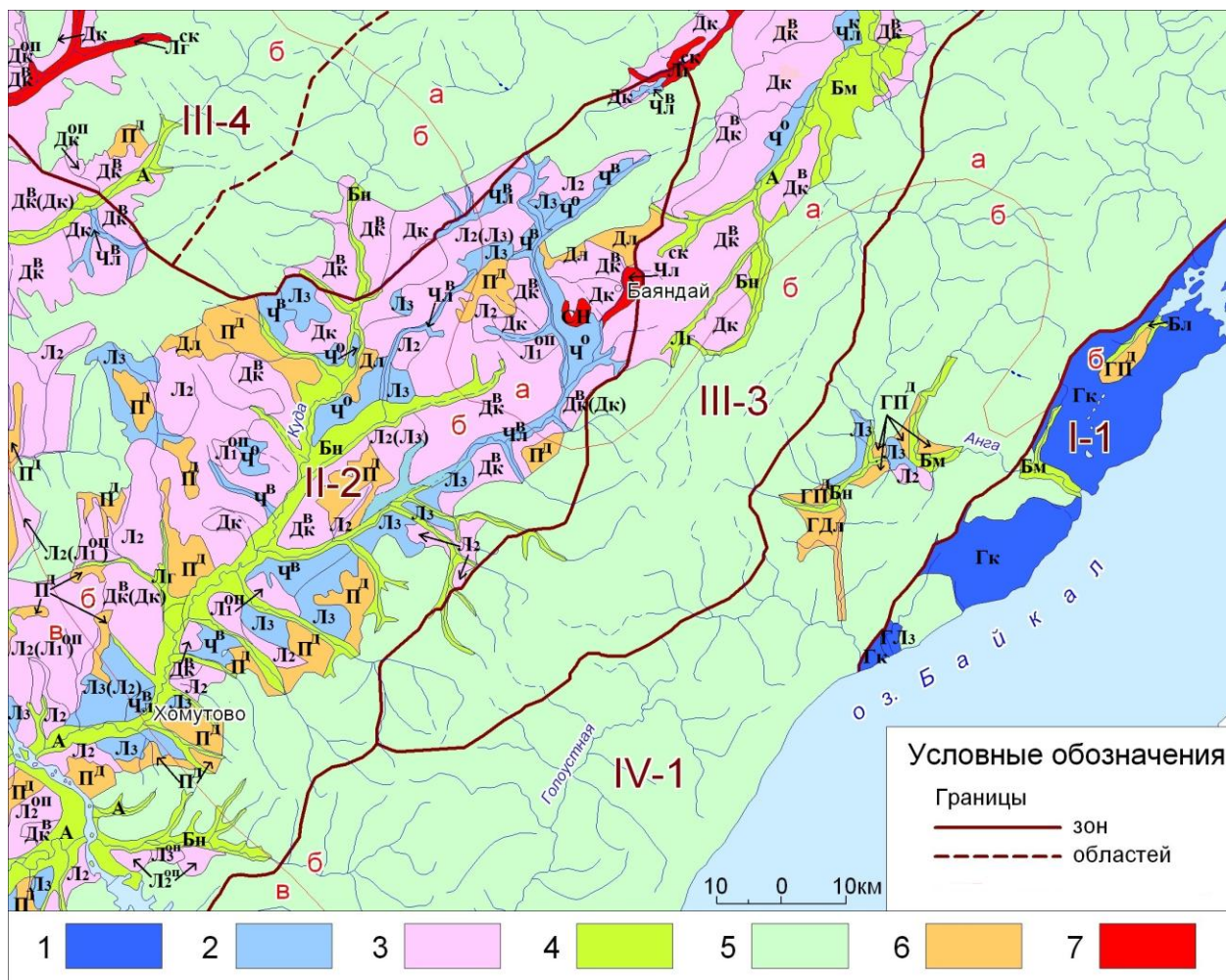


Рис. 16. Фрагмент карты-схемы ЭМР Предбайкалья.

1 – земли, нуждающиеся в орошении; 2 – земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации; 3 – земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических и культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений; 4 – земли, нуждающиеся в осушении; 5 – земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению; 6 – земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; 7 – засоленные земли. А, Дк и др. – индексы почв.

Характер распространения многолетнемерзлых пород: а – прерывистое; б – островное; в – редкоостровное

Самой мелкой таксономической единицей районирования является *почвенный эколого-мелиоративный комплекс*, который отражает особенности почвенного покрова, ландшафта, характера и распространения почвообразующих пород и грунтовых вод (Лопатовская, 1997).

Почвенный ЭМК характеризует почвы, почвообразующие породы и грунтовые воды на основе миграционной направленности вещества и энергии. Почвенный эколого-мелиоративный комплекс – «вертикальная

генетически сопряженная система почв, пород зоны аэрации и грунтовых вод как компонентов элементарного ландшафта и их парагенетические ассоциации, образующие почвенно-геохимические ландшафты... в зависимости от повторяемости сочлененных форм рельефа» (Лопатовская, Михайличенко, 2002, с. 65).

По условиям миграционной направленности элементов в виде растворов выделяют элювиальные, элювиально-аккумулятивные и аккумулятивные почвенные ЭМК.

Элювиальные ЭМК приурочены к хорошо дренированным водораздельным поверхностям, приподнятым равнинам, плато, возвышенностям, системам гор. Грунтовые воды не влияют на процесс почвообразования вследствие их глубокого расположения. Гидрогеологический режим – автоморфный. Миграция вещества и энергии имеет радиальную направленность.

Элювиально-аккумулятивные ЭМК развиваются на наклонных поверхностях. Уровень грунтовых вод имеет сезонные колебания. Гидрогеологический режим автоморфно-гидроморфный. Для таких ЭМК характерна латеральная миграция веществ.

Аккумулятивные ЭМК формируются на элементах рельефа отрицательного знака (поймы рек, межгорные понижения, долины рек) и являются областями конечного химического и твердого стоков. Гидрогеологический режим гидроморфный.

Почвенные ЭМК нами были выделены только для сельскохозяйственных районов различных природных зон (Приольхонье и о. Ольхон, Предбайкальская впадина, Верхнее Приангарье) на ландшафтно-геохимической основе и составлены их схематические карты. Ранее О.Г. Лопатовской (1997) для Иркутско-Черемховской равнины были выделены и описаны почвенные ЭМК с последующей группировкой по целям мелиораций.

Таким образом, на основе анализа климатических, геоморфологических, литологических, гидрогеологических и почвенно-мелиоративных характеристик нами предложено эколого-мелиоративное районирование с разделением территории на зоны, области, подобласти, районы и подрайоны. Схематическая карта ЭМР отражает условия, в которых будут осуществляться мелиоративные мероприятия, и содержит сведения об основных приемах мелиоративного воздействия.

## **ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ**

### **5.1. Эколого-мелиоративные зоны**

#### **5.1.1. Зона орошения**

Предлагаемая нами зона орошения включает Приольхонье и о. Ольхон. Приольхонские степи протягиваются узкой полосой вдоль западного побережья оз. Байкал и являются наиболее засушливым районом Иркутской области (сумма биологически активных температур выше 10 °С – менее 1 100; сумма осадков в год меньше 300 мм, коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову) менее 0,6). Многолетнемерзлые породы имеют редкоостровной характер распространения. Климатические особенности района обуславливаются особенностями рельефа и близостью озера (Приложение 3,4).

Основными направлениями сельскохозяйственного производства являются животноводство, рыбный промысел, очаговое растениеводство.

Территория характеризуется распространением локальных лесостепей и типичных степей в окружении горно-лесных ландшафтов. В геологическом строении принимают участие отложения архейского и протерозойского возраста, а также изверженные разновозрастные породы. Четвертичные отложения песчаного, супесчаного, суглинистого механического состава распространены в пределах днищ древних долин и долин современной гидросети. Аллювиальные отложения представлены песками и галечниками.

Глубина залегания грунтовых вод преимущественно более 10 м, в долине р. Анги – до 4 м. Минерализация грунтовых вод 0,1–0,6 г/л, химический состав гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Грунтовые воды Приольхонья относятся к водам выщелачивания за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Почвенный покров представлен горными подзолистыми, горными дерново-подзолистыми, горными дерновыми лесными, горными

каштановыми, горными лугово-каштановыми, лугово-болотными и болотными почвами.

В составе зоны орошения выделены следующие почвенные эколого-мелиоративные районы: земли, нуждающиеся в орошении; земли, нуждающиеся в осушении; земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению (рис. 17).

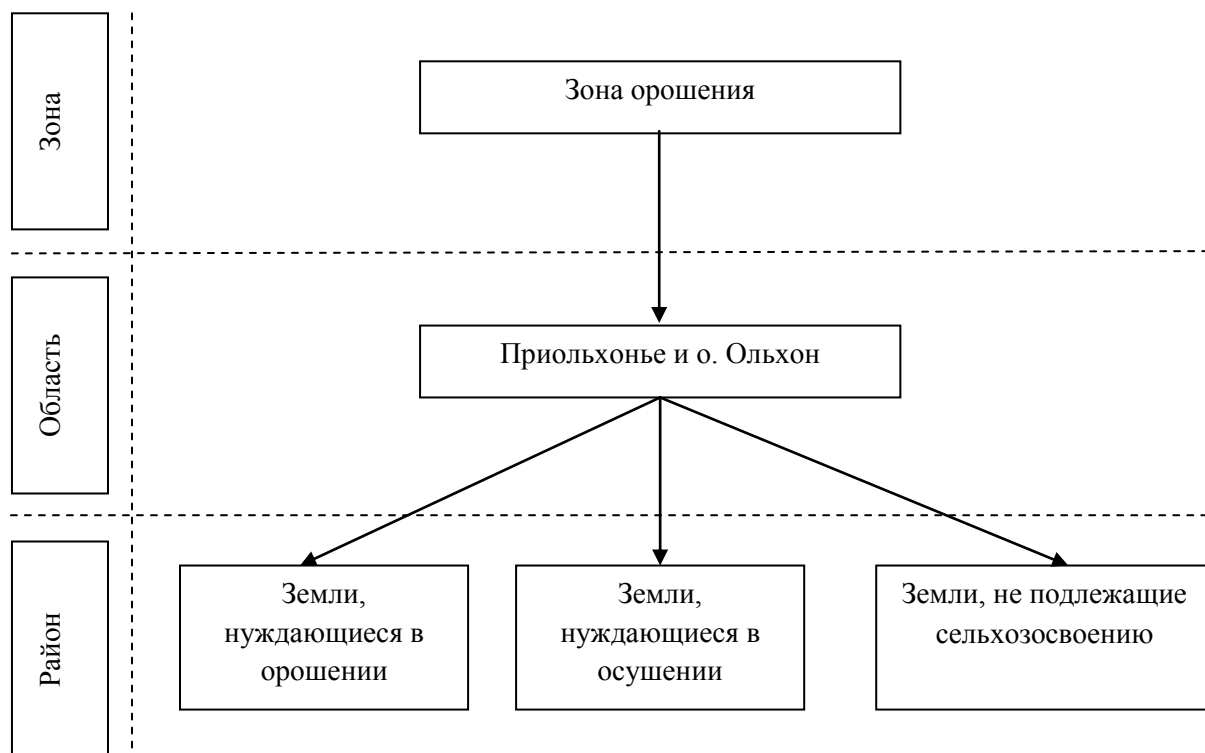


Рис. 17. Зона орошения. Таксономические единицы.

Земли, нуждающиеся в орошении, занимают наибольшие площади. Преобладающими являются горно-каштановые почвы. Почвы пригодны к орошению дождеванием без специальных мелиораций. Эффективно внесение органо-минеральных удобрений. В целях сохранения почвенного покрова от водной и ветровой эрозии рекомендуются посадка защитных лесополос, залужение многолетними травами.

Орошаемые земли целесообразно использовать под культурные сенокосы и пастбища, осушенные – под пашню и сенокосы. Однако, учитывая общее животноводческое направление хозяйства, бедность и

маломощность почв, рационально использовать земельные угодья под сеяные травы и как пастбище.

К землям, не подлежащим сельхозосвоению, относятся площади, занятые лесными массивами. Освоение массивов, занятых лесной растительностью, нецелесообразно, так как они находятся в предгорных и горных частях, на крутых склонах и являются почвенно- и водоохранными.

### **5.1.2. Зона орошения, осушения и химических мелиораций**

Выделенная зона включает в себя наиболее экономически развитую часть Иркутской области, где сосредоточено наибольшее количество населенных пунктов, промышленное и сельскохозяйственное производство. Ведущими направлениями сельского хозяйства являются зерновое производство и животноводство.

Характерные особенности природных условий – недостаточное и неустойчивое увлажнение, ограниченная и оптимальная теплообеспеченность, преобладание лесостепных ландшафтов, где они сочетаются со степными, остепненными, лесными и болотными (Угланов, 1991). Радиационный баланс изменяется от 28 до 34 кал/см<sup>2</sup>. Сумма активных температур (более 10 °С) 1 500–1 700. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 350–450 мм. Часть атмосферных осадков, в зависимости от характера их выпадения, особенностей рельефа, расходуется на поверхностный сток, годовые значения которого составляют менее 25–50 мм. Коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову) 0,8–1,0 (Атлас..., 1962; Справочник по климату..., 1966; Атлас..., 2004).

Зона включает две почвенные эколого-мелиоративные области: Иркутско-Черемховскую и Канско-Тайшетскую равнины (рис. 18).



Рис. 18. Зона орошения, осушения и химических мелиораций.

Таксономические единицы.

*Иркутско-Черемховской равнине* свойствен сглаженный, слабохолмистый рельеф с почти плоскими междуречьями, слабо расчлененный широкими, неглубокими долинами. Распространение многолетнемерзлых пород носит редкоостровной и спорадический характер, в южной части равнины многолетняя мерзлота отсутствует. Породы зоны аэрации сложены разнообразными по возрасту (кембрийские, юрские и четвертичные) и литологическому составу (пески, супеси, суглинки, глины)

отложениями. Уровень грунтовых вод 5–10 м и более, минерализация менее 1 г/л, иногда увеличивается до 3 г/л. Грунтовые воды преимущественно гидрокарбонатные, хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные. В целом зона характеризуется слабой и средней дренированностью, показатели ЕД находятся в интервале от 0,1 до 3,0 (Сугаченко, Лопатовская, 2007).

В почвенном покрове широко представлены дерново-карбонатные, темно-серые и серые лесные, черноземные, лугово-черноземные и болотные почвы.

Для территории характерно интенсивное развитие сульфатного и карбонатного карста, который проявляется в виде воронок, пещер, рвов отседания, карстовых полостей, участков поглощения поверхностных вод, карстово-суффозионных образований (Вологодский, 1975).

На Иркутско-Черемховской равнине встречаются земли с определенной степенью засоления. Основными причинами и условиями засоления являются: почвообразующие породы (соленосные, карбонатные и загипсованные отложения кембрия, ордовика и девона; лессовидные суглинки); выветривание пород, содержащих соли, гипс, доломиты и известняки; подпитка минерализованными грунтовыми и подземными водами; длительномерзлотные грунты, препятствующие вымыванию солей из профиля почв; засушливость климата; расчлененность рельефа (Черноусенко, Лопатовская, 2006). Факт поступления солей из разных источников необходимо учитывать при орошении и осушении угодий, которые в случае нарушения необходимых условий могут привести ко вторичному засолению земель и, следовательно, к необходимости применения различной сложности химических мелиораций. Ввиду малой площади распространения засоленных почв при вовлечении их в сельскохозяйственный оборот рекомендуется использовать в основном как пастбищные и сенокосные угодья.

Иркутско-Черемховская равнина характеризуется простыми и средней сложности условиями мелиоративного освоения.

*Канско-Тайшетская равнина* представляет собой плоские участки плато с волнистыми междуречьями, слабо расчлененные редкими долинами. В строении мелиорируемой толщи принимают участие породы ордовика и четвертичные отложения. Многолетнемерзлые породы отсутствуют или носят спорадический характер. Грунтовые воды залегают на глубине 5–10 м и более. Воды в основном гидрокарбонатного состава с невысокой минерализацией. Значения ЕД характеризуют территорию как средне и хорошо дренированную (Р 2–3, 3–10).

На равнине развиваются преимущественно подзолистые, дерново-подзолистые, дерновые лесные, луговые и болотные почвы.

Канско-Тайшетская равнина характеризуется сложными и средней сложности условиями мелиоративного освоения.

Большая часть земель зоны нуждается в орошении (темно-серые и серые лесные, черноземные, дерново-карбонатные почвы). Дополнительно рекомендуется внесение органо-минеральных удобрений, проведение агротехнических и культуртехнических мероприятий.

Сложный рельеф, геологическое строение и мерзлотные условия способствуют распространению значительных площадей переувлажненных земель и болот. Основным видом мелиорации является осушение.

Таким образом, мелиоративные условия зоны предполагают при освоении сельскохозяйственных угодий или для повышения их эффективности применение различных видов мелиораций: орошение, осушение и химические мелиорации. Нередко мелиоративные мероприятия дополняют друг друга и назначаются в комплексе с различными агротехническими приемами.

### 5.1.3. Зона очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций

Зона охватывает южно- и среднетаежные пространства. Основными направлениями сельскохозяйственного производства являются животноводство и растениеводство.

Среднегодовые температуры воздуха изменяются от  $-3$  до  $-6$  °С, суммы активных температур составляют 1 400–1 600. Продолжительность безморозного периода 70–80 дней. Среднегодовая сумма осадков 350–450 мм, в теплый период (с мая по сентябрь) – 250–300 мм. Коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову) – 1,0–2,0 (Атлас..., 1962; Справочник по климату..., 1966; Атлас..., 2004).

В пределах зоны распространены преимущественно дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, темно-серые и серые лесные, луговые и болотные почвы.

Зона включает три почвенные эколого-мелиоративные области: Предбайкальская впадина, Лено-Ангарское плато и Ангарский кряж (рис. 19).

*Предбайкальская впадина* характеризуется грядово-ложбинным рельефом. Днища межгрядовых понижений заняты долинами рек. Многолетнемерзлые породы имеют островной и редкоостровной характер распространения. В геологическом строении принимают участие породы кембрийского и четвертичного возраста. Грунтовые воды встречаются обычно на глубине от 5 м и более. Минерализация вод невысокая. Химический состав гидрокарбонатно-кальциевый. Территория преимущественно средне и хорошо дренированная.

Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми, дерново-карбонатными, темно-серыми и серыми лесными, черноземными, луговыми, болотными и аллювиальными почвами.

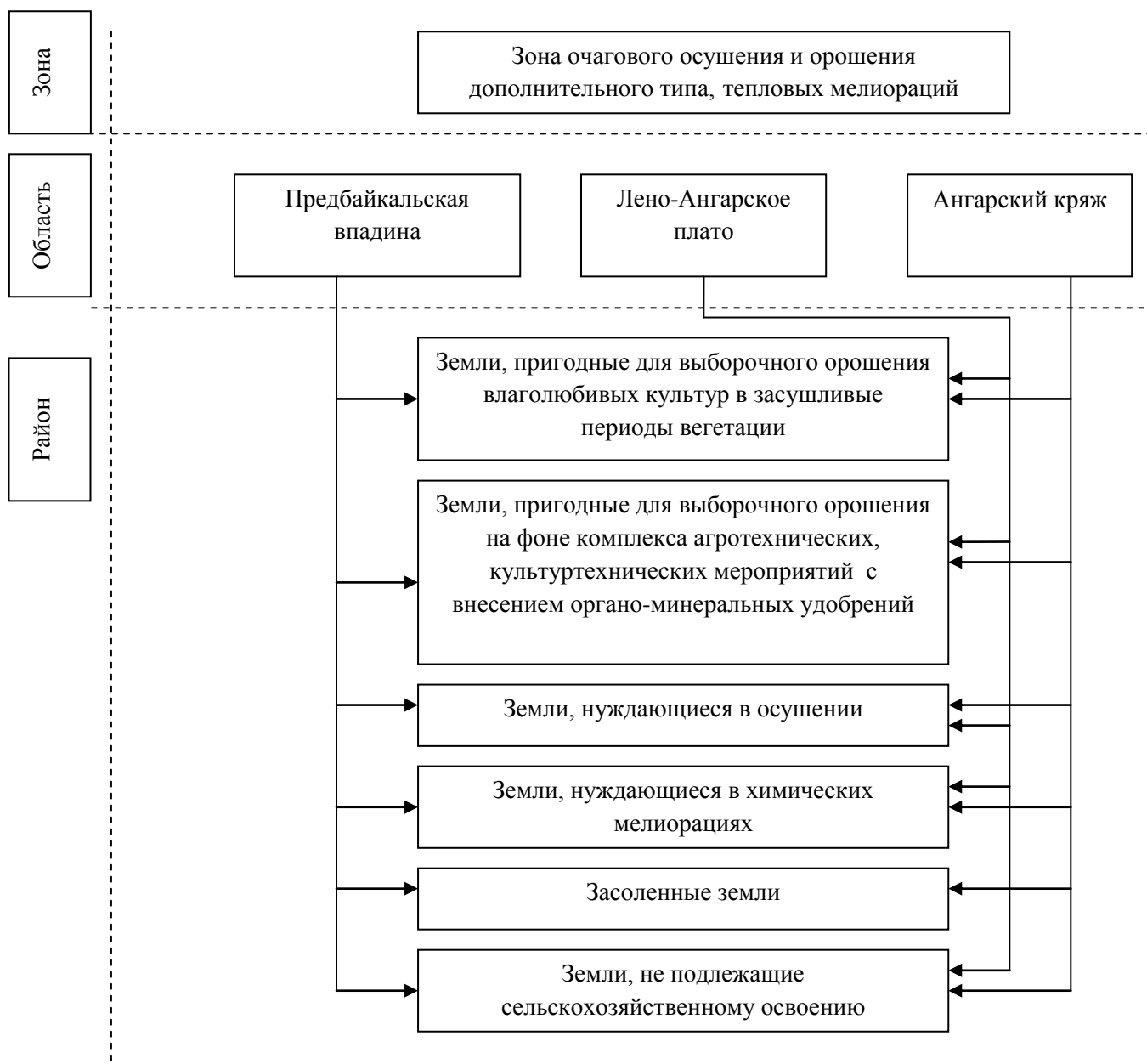


Рис. 19. Зона очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций. Таксономические единицы.

Условия мелиоративного освоения средней сложности.

*Лено-Ангарское плато* характеризуется значительной расчлененностью долинами рек Ленского и Ангарского бассейнов. Многолетняя мерзлота носит островной, редкоостровной или спорадический характер. Подстилающие отложения различны по возрасту (кембрийские, ордовикские, четвертичные породы). Формирующиеся над ними подземные воды залегают обычно на глубине 5–15 м, различного состава с минерализацией от 0,1 до 1,0

г/л. Преобладают дерново-карбонатные почвы, меньшее развитие получили дерново-подзолистые, темно-серые лесные, черноземные, болотные и аллювиальные почвы. На большей части Лено-Ангарского плато ЕД средняя (Р 2–3) или хорошая (Р 3–5).

Условия мелиоративного освоения сложные и средней сложности.

*Ангарский кряж* представляет собой систему гряд, плато, массивов, сложенных траппами, и понижений, выполненных осадочными породами. Многолетнемерзлые породы встречаются спорадически. В строении мелиорируемой толщи принимают участие отложения силура и ордовика. Грунтовые воды пресного состава залегают на глубине более 5–10 м. Минерализация до 1 г/л. Ангарский кряж характеризуется средней дренированностью (Р 1–3).

Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми, дерново-карбонатными, темно-серыми и серыми лесными, луговыми, лугово-болотными и болотными почвами.

Условия мелиоративного освоения сложные и средней сложности.

Природно-мелиоративные условия зоны предполагают применение очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций, проведение культуртехнических мероприятий. В качестве основных возможных отрицательных последствий мелиораций можно назвать увеличение глубины промерзания, ухудшение водного режима, оврагообразование по склонам, вторичное засоление.

Формирование многолетне- или сезонномерзлых пород обуславливает потребность в тепловых мелиорациях, снегозадержании, фитомелиорации, утеплительных поливах при орошении и др.

#### **5.1.4. Зона очагового сельскохозяйственного освоения**

К этой зоне относятся две почвенные эколого-мелиоративные области: предгорье Восточного Саяна и Прибайкальская горная система. Территория имеет природоохранное, лесохозяйственное и промысловое значение. Сельское хозяйство зоны ориентировано на животноводство, земледелие развито в меньшей степени.

Суммы активных температур (выше 10 °С) на большей части территории 1 000–1 300. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 500–800. Коэффициент увлажнения менее 2,0. Низкие температуры воздуха способствуют сохранению сезонной и многолетней мерзлоты. Мерзлота в сочетании с другими природными факторами приводит к сокращению периода вегетации растений. Вследствие этого замедлен процесс минерализации органического вещества и происходит консервация значительной части профиля в течение 7–8 месяцев в году (Корзун, Симоненков, 1979). Кроме этого позднее оттаивание сезонной мерзлоты препятствует фильтрации воды и способствует поверхностному заболачиванию территории.

Несмотря на большое количество выпадающих атмосферных осадков, сильно расчлененная горная территория, где абсолютные высоты достигают 2 000 м, относится к интенсивно дренированной. Многочисленные речные долины обеспечивают отток избытков поверхностной влаги и верховодки. Показатели естественной дренированности – более 10. Мелиоративные условия освоения этой зоны сложные. Расширение сельхозпроизводства лимитируется орографическими особенностями местности.

Основные направления мелиораций – осушение заболоченных и пойменных почв и проведение культуртехнических мероприятий.

## 5.2. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы

### 5.2.1. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы

#### Приольхонья и о. Ольхон

*Элювиальные ЭМК каштановых почв* (рис. 20) выделены на юго-восточных склонах различной крутизны и экспозиции Приморского хребта под разнотравно-злаковой растительностью в условиях засушливого климата.

Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные отложения архейского возраста. Грунтовые воды вскрываются на глубине более 10 м. Минерализация вод до 0,5 г/л, химический состав – гидрокарбонатный. Территория хорошо дренированная. Горные каштановые почвы имеют легкий гранулометрический состав. Почвы преимущественно не засолены.

Условия залегания по рельефу и климатические факторы позволяют использовать каштановые почвы под пахотные и кормовые угодья. Но сильная каменистость и короткопрофильность почв значительно ограничивают возможности возделывания культурных растений. Основными мелиоративными приемами являются орошение, проведение противозерозионных мероприятий, внесение органико-минеральных удобрений.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерново-подзолистых почв* формируются под сосновыми, лиственничными, лиственнично-сосновыми и кедрово-лиственничными лесами на каменистых, часто крутых склонах (Атлас..., 2004). Почвообразующими породами служат элювиальные отложения. Уровень грунтовых вод более 10 м. Воды гидрокарбонатного состава, с минерализацией 0,1–0,5 г/л. Территория хорошо дренированная.

Вовлечение почв комплекса в сельское хозяйство нецелесообразно, так как они обладают низким плодородием (бедность питательными веществами, малая мощность гумусового горизонта, кислая реакция почвенного покрова, плохое структурное состояние верхних горизонтов). Элювиально-

аккумулятивные ЭМК дерново-подзолистых почв рекомендуется использовать в качестве рекреационных зон, запасного фонда, выпаса скота.

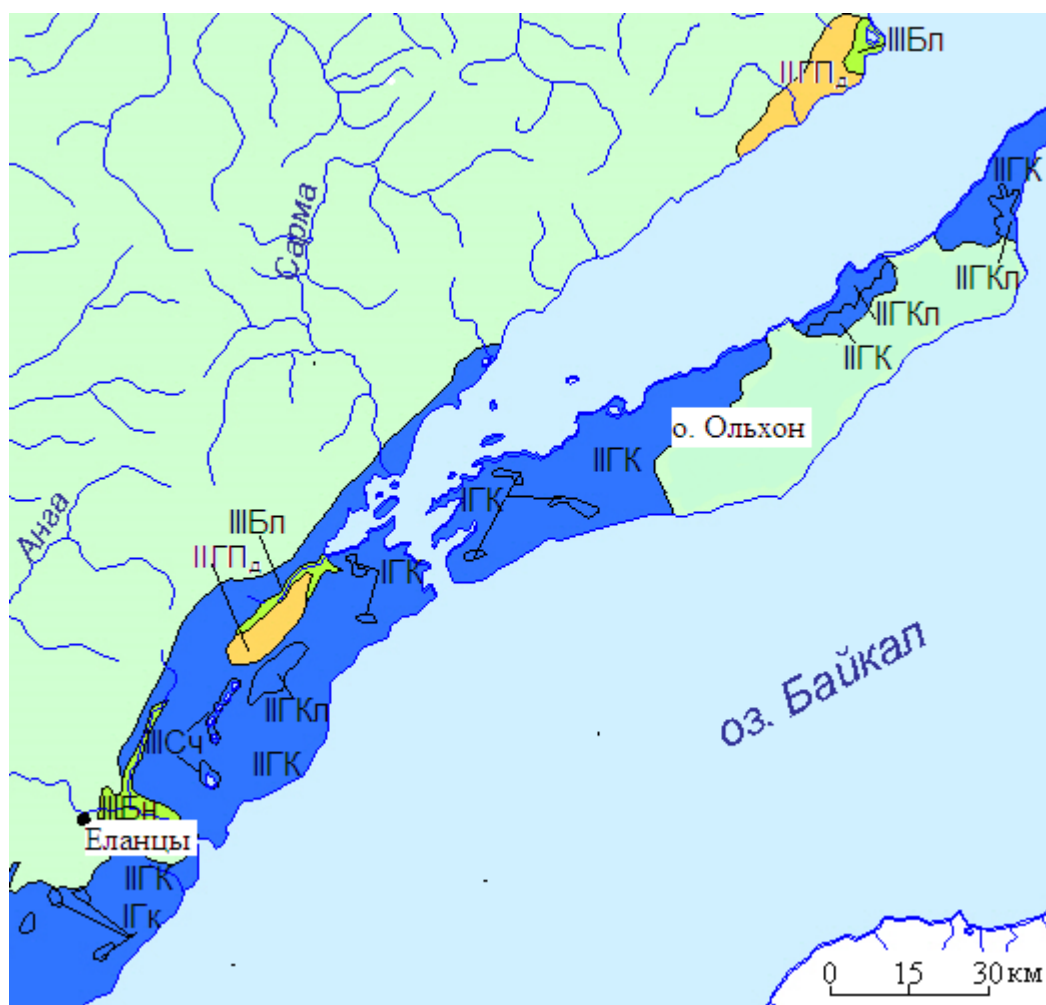


Рис. 20. Схематическая карта почвенных ЭМК Приольхонья и о. Ольхон.

**Ландшафты:** I – элювиальный; II – элювиально-аккумулятивный; III – аккумулятивный.  
**Индексы почв:** ГПд – горные дерново-подзолистые; ГК – горные каштановые; ГКл – горные лугово-каштановые; Бл – лугово-болотные; Бн – болотные низинных болот. **Эколого-мелиоративные районы:** ■ – земли, нуждающиеся в орошении; ■ – земли, нуждающиеся в осушении; ■ – земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению; ■ – земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; ■ – засоленные земли. — — — — — – границы ЭМК.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК каштановых почв формируются под разнотравно-злаковой растительностью на склонах различной крутизны и экспозиции. Почвообразующими породами являются четвертичные*

отложения песчаного, суглинистого и глинистого составов. Глубина залегания грунтовых вод более 10 м. Минерализация < 0,6 г/л. Химический состав вод гидрокарбонатный. Формирование данных почв происходит в условиях слабой дренированности. Каштановые почвы имеют легкий гранулометрический состав, преимущественно не засолены.

Для повышения плодородия каштановых почв рекомендуется орошение дождеванием. Для предотвращения ветровой эрозии и выдувания семян следует не допускать высыхания верхнего слоя почвы, производить периодическое рыхление, высевать бобово-злаковые травосмеси или чистые посевы многолетних трав, организовывать защитные лесополосы перпендикулярно направлению господствующих ветров, вносить органоминеральные удобрения (Рабочий проект., 1982). На некоторых участках необходимо провести залужение, так как почвы сильно податливы процессам ветровой эрозии в связи с супесчаным и песчаным составом.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК лугово-каштановых почв* развиваются в пониженных формах рельефа, на высоких пойменных террасах рек под лугово-степной растительностью преимущественно на тяжелых и средних суглинках. Грунтовые воды гидрокарбонатного состава с минерализацией 0,1–0,5 г/л находятся на глубине 3–6 м. Дренированность территории слабая. Дополнительное увлажнение лугово-каштановые почвы получают за счет как поверхностного стока, так и подземных вод.

Лугово-каштановые почвы обладают ценными агрономическими свойствами. При орошении необходимо учитывать опасность вторичного засоления. Рекомендуется использовать в качестве пастбищ и сенокосов.

*Аккумулятивные ЭМК лугово-болотных почв* формируются в условиях избыточного увлажнения под болотной растительностью. Почвообразующими породами являются аллювиальные пески и галечники мощностью до 8 м, отличающиеся грубостью механического состава. Глубина залегания подземных вод не превышает 4 м. Минимальная глубина появления грунтовых вод 0,5–2,0 м. Мощность водоносного горизонта

колеблется от 1–2 м до 10 м. Воды гидрокарбонатно-магниевого состава с минерализацией до 1 г/л. Питание водоносного горизонта происходит за счет подтока речных вод и атмосферных осадков. Территория слабо дренированная.

Основным видом мелиорации является осушение. После осушительных мероприятий, учитывая общее овцеводческое направление хозяйства, бедность и маломощность почв, рекомендуется использовать под сеяные травы и пастбища. Органические удобрения следует вносить один раз в 3–4 года, азотные удобрения применять ранней весной и после первого укоса, а также на пастбищах после каждого стравливания.

*Аккумулятивные ЭМК болотных почв* приурочены к слабо дренированным территориям с многолетней мерзлотой. Залегают по долинам рек, ручьев, по днищам падей в местах постоянного избыточного увлажнения преимущественно жесткими грунтовыми водами. Растительный покров представлен мохово-сосновыми ассоциациями с небольшой примесью разнотравья и пушицы. Почвообразующими породами служат аллювиальные, аллювиально-пролювиальные отложения супесчаного, суглинистого и глинистого состава. Грунтовые воды смешанного состава, с минерализацией до 1–3 г/л на глубине 1–5 м. Дренированность слабая. Почвы преимущественно незасоленные или слабо засолены.

Почвы обладают низкими агропроизводственными показателями. Для интенсивного использования почв данного ЭМК в сельском хозяйстве необходимо осушение поверхности редкой сетью открытых каналов, понижение уровня грунтовых вод. После осушения необходимо провести расчистку древесно-кустарниковой растительности, срезку кочек, дискование, распашку и искусственное залужение. Эффективно применение удобрений, особенно фосфорных и азотных. После мелиораций почвы могут быть использованы под лугопастбищные севообороты (Сугаченко, 2006).

## 5.2.2. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы

### Предбайкальской впадины

*Элювиальные ЭМК дерново-подзолистых почв* формируются на увалисто-холмистых поверхностях, уплощенных вершинах водоразделов под хвойными и лиственнично-хвойными лесами с разнотравным и мохово-травяным покровом (рис. 21).

Почвообразующими породами служат песчаники, конгломераты, глинистые сланцы юрского периода, покрытые элювиальными четвертичными отложениями. Грунтовые воды вскрываются на глубине 10–20 м. Воды гидрокарбонатно-кальциевого состава, минерализация невысокая, менее 1 г/л. Территория хорошо дренированная. Дерново-подзолистые почвы легко- или среднесуглинистые с преобладанием песка и крупной пыли.

Запасы питательных веществ и гумуса в почве невелики из-за малой мощности горизонта А. Так как при сведении леса гумусовый горизонт практически полностью уничтожается, а реакция почвенного раствора кислая для большинства растений, не рекомендуется использование почв данного ЭМК в сельском хозяйстве.

*Элювиальные ЭМК дерново-карбонатных почв* формируются на холмисто-увалистых водораздельных поверхностях, уплощенных вершинах водоразделов под смешанными, лиственными и березовыми лесами. Почвообразующие породы представлены элювиальными отложениями: песками, суглинками, глинами. Грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевого состава, с минерализацией до 1 г/л вскрываются на глубине 10–20 м. Территория глубоко дренированная. Почвенный покров данного ЭМК представлен дерново-карбонатными типичными и выщелоченными почвами. Гранулометрический состав преимущественно средне- и тяжелосуглинистый с преобладанием фракции ила, крупной пыли и мелкого песка. Легкосуглинистые дерново-карбонатные почвы очень редки.

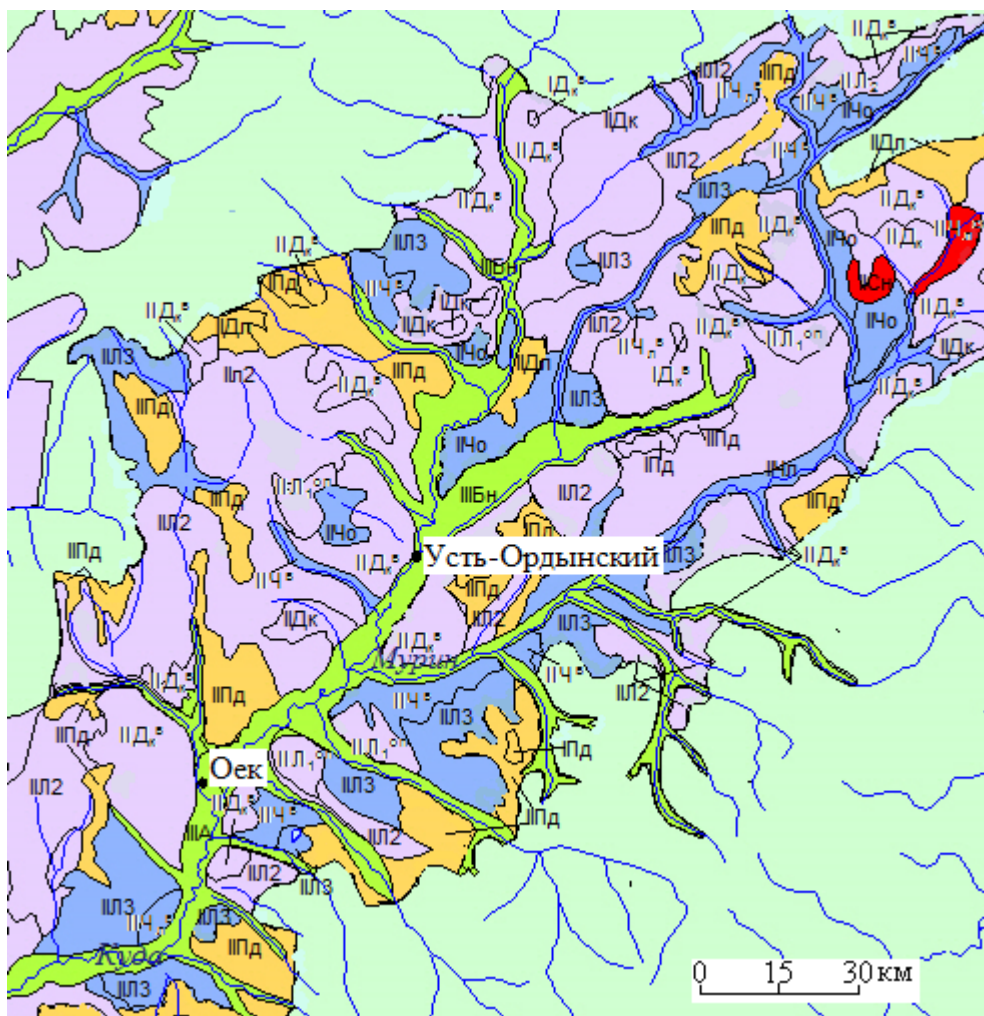


Рис. 21. Карта-схема почвенных ЭМК Предбайкальской впадины.

**Ландшафты:** I – элювиальный; II – элювиально-аккумулятивный; III – аккумулятивный.  
**Индексы почв:** П<sup>л</sup> – дерново-подзолистые; Д<sub>л</sub> – дерновые лесные; Д<sub>к</sub> – дерново-карбонатные; Д<sub>к</sub><sup>в</sup> – дерново-карбонатные выщелоченные; Л<sub>1</sub><sup>оп</sup> – светло-серые лесные оподзоленные; Л<sub>2</sub> – серые лесные; Л<sub>3</sub> – темно-серые лесные; Ч<sub>о</sub> – черноземные обыкновенные; Ч<sup>в</sup> – черноземные выщелоченные; Ч<sub>л</sub> – лугово-черноземные; Ч<sub>л</sub><sup>ск</sup> – лугово-черноземные солончаковатые; Л<sub>г</sub><sup>ск</sup> – луговые солончаковатые; Б<sub>н</sub> – болотные низинных болот; А – аллювиальные; Сн – солонцы.  
**Эколого-мелиоративные районы:** ■ – земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации; ■ – земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических и культуртехнических мероприятий с внесением органо-минеральных удобрений; ■ – земли, нуждающиеся в осушении; ■ – земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению; ■ – земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; ■ – засоленные земли. — границы ЭМК.

Дерново-карбонатные почвы обладают хорошим агрономическим потенциалом, но недостаточная увлажненность территории обуславливает необходимость применения орошения в комплексе с влагозадержанием и

влагонакоплением, улучшением водно-физических свойств, внесением органо-минеральных удобрений.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерново-подзолистых почв* формируются на склонах водораздельных поверхностей под пологом смешанных хвойных и лиственных пород с травяным покровом (сосновые брусничниково-моховые и смешанные травяные леса). Почвообразующими породами являются бескарбонатные элювиально-делювиальные отложения суглинистого, глинистого и супесчаного состава. Грунтовые воды хлоридно-натриевого состава залегают на глубине свыше 10 м. Минерализация невысокая, менее 1 г/л. Территория хорошо дренированная. Дерново-подзолистые почвы преимущественно легкосуглинистого состава. Почвы не засолены.

Распашка дерново-подзолистых почв ведет к резкому сокращению в гумусовом горизонте количества перегноя, питательных элементов, ухудшению физических свойств, структурного состояния, поэтому освоение почв данного ЭМК под возделывание сельскохозяйственных культур не рекомендуется. На ранее освоенных почвах для повышения плодородия и улучшения экологического состояния почв необходимо внесение минеральных и органических удобрений, введение в севооборот многолетних трав.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерново-карбонатных почв* располагаются по склонам увалов, на водораздельных и придолинных склонах древних террас, бугристо-западинных формах рельефа в местах близкого залегания известковых пород от поверхности. Растительность представлена смешанными березово-осиново-сосновыми разнотравными лесами с кустарниковым подлеском. Подстилающими породами являются продукты выветривания и переотложения нижнекембрийских известняков и доломитов. Грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 1 г/л находятся на глубине 5–10 м. Территория хорошо дренированная. Дерново-карбонатные почвы легко-, средне- и

тяжелосуглинистые. Выщелоченные почвы являются более плодородными, чем типичные дерново-карбонатные. Карбонаты кальция залегают на глубине 30–60 см.

Насыщение карбонатами кальция всех горизонтов дерново-карбонатной почвы отрицательно сказывается на росте и развитии растений, поэтому обязательным является внесение физиологически кислых форм удобрений. Повышение производительности данных почв возможно при орошении на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий. Дерново-карбонатные почвы подвержены проявлению эрозионных процессов, следовательно, необходимо проведение противоэрозионных мероприятий.

Дерново-карбонатные почвы рекомендуется использовать под посев зерновых культур.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерновых лесных почв* формируются на хорошо дренированных участках под хвойными и лиственно-хвойными лесами с кустарничково-травяным покровом. Почвообразующие породы представлены рыхлыми элювиально-делювиальными отложениями. Уровень грунтовых вод 5–10 м. Воды гидрокарбонатного состава с минерализацией 0,5–1 г/л. Территория глубоко дренированная. Верхние горизонты дерновых лесных почв отличаются более тяжелым гранулометрическим составом, в котором преобладают фракции ила и крупной пыли. Ниже гранулометрический состав значительно легче.

Дерновые лесные почвы характеризуются невысоким плодородием. Почвы часто короткопрофильны, щебнисты. По термическим параметрам малоблагоприятные для большинства культурных растений. Почвы нерационально использовать в сельскохозяйственном производстве.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК серых лесных почв* располагаются на склонах увалисто-холмистых водораздельных поверхностей, приподнятых равнинах под сосновыми, лиственнично-сосновыми и мелколиственными травяными лесами. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные отложения супесчаного и суглинистого состава, генетически

связанные с породами юрского периода. УГВ находится на глубине 5–10 м, воды гидрокарбонатного состава, минерализация до 1 г/л. Территория глубоко дренированная. Почвенный покров представлен светло-серыми оподзоленными, серыми, темно-серыми лесными почвами тяжело- и среднесуглинистого состава. Почвы не засолены.

Почвы данного ЭМК пригодны для возделывания всех районированных сельхозкультур. Основные мелиоративные мероприятия: орошение, защита от эрозии, внесение минеральных и органических удобрений, своевременная обработка почв, влагонакопление, рациональная структура посевов и чередование культур.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК черноземов* формируются на древних террасах р. Куды, придолинных склонах водоразделов, древних террасах под луговой и степной ковыльно-разнотравной растительностью. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные отложения, представленные песками, супесями и суглинками, залегающими на юрских песчаниках с прослоями аргиллитов. УГВ вскрывается на глубине 4 м. Воды гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного состава, с минерализацией 0,5–1,0 г/л. Территория дренированная. Почвы данного ЭМК преимущественно тяжелосуглинистые с преобладанием фракции ила и крупной пыли, незасоленные, сульфатно-кальциевые. Накопление гумуса и выщелачивание карбонатов в нижнюю часть профиля является основным почвообразовательным процессом.

Относительное богатство черноземов гумусом, интенсивная миграция биогенного кальция, высокая потенциальная обеспеченность элементами питания определяют благоприятные физико-химические свойства. Основным видом мелиорации является орошение на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий. Кроме этого необходимо сбалансированное применение органо-минеральных удобрений, влагозадержание и влагонакопление, проведение противоэрозионных

мероприятий. Почвы данного ЭМК используются для выращивания зерновых, овощных, кормовых культур, многолетних трав.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК лугово-черноземных почв* формируются при избыточном увлажнении. Располагаются по днищам сухих падей, нижним частям склонов, межувальным понижениям под злаково-разнотравными лугами или изреженными лесами с пышным травяным покровом. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные отложения, представленные легкими суглинками и глинами. УГВ обнаруживается на глубине 3–5 м. Грунтовые воды смешанного состава, минерализация 0,5–1 г/л. Территория слабо дренированная. По гранулометрическому составу лугово-черноземные почвы преимущественно легко-, средне- и тяжелосуглинистые. В нижней части профиля наблюдается слабое гидрокарбонатно-кальциевое засоление.

Физические свойства почв данного ЭМК характеризуются недостаточной аэрацией и прогреваемостью, в результате чего минерализация органического вещества идет медленно, питательные вещества находятся в связанном состоянии и слабо усваиваются растениями. Рекомендуются использовать данные почвы под сенокосы и пастбища.

*Аккумулятивные ЭМК луговых почв* располагаются по долинам рек и ручьев, днищам падей, на низких надпойменных террасах, где грунтовые воды близко подходят к поверхности под луговой растительностью – луговыми злаками, осоками, мезофильным разнотравьем. Увлажняются пресными водами поверхностного стока и почвенно-грунтовыми водами разной степени минерализации. Почвообразующие породы представлены пролювиально-делювиальными отложениями легко- и среднесуглинистого состава. Грунтовые воды с минерализацией 0,5–3 г/л залегают на глубине 3–5 м. Территория слабо дренированная. Луговые почвы средне- и тяжелосуглинистого состава, незасоленные или слабозасоленные, сульфатно-магниево-кальциевые.

Для улучшения экологических свойств почв необходимо осушение переувлажненных участков, проведение культуртехнических мероприятий, внесение органо-минеральных удобрений, предотвращение вторичного засоления. Почвы данного ЭМК рекомендуется использовать под сенокос и пастбище.

*Аккумулятивные ЭМК болотных почв* залегают по долинам рек, ручьев, днищам падей в местах постоянного избыточного увлажнения под болотной растительностью, мохово-осоковыми ассоциациями с примесью разнотравья. Почвообразующими породами являются аллювиальные отложения песчаного, супесчаного, суглинистого и глинистого состава. УГВ вскрывается на глубине 1–5 м. Воды смешанного состава, минерализация 1–3 г/л. Территория слабо дренированная. Болотные почвы легко-, средне- и тяжелосуглинистого состава. Почвы незасоленные или слабо засолены.

Почвы данного ЭМК обладают низкими агропроизводственными показателями, поэтому целесообразно оставить их в естественном состоянии. При использовании под сенокосы и пастбища требуются осушение, культуртехнические мелиорации, внесение макро- и микроудобрений.

*Аккумулятивные ЭМК солончаков* развиваются в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод под разреженной растительностью. Почвообразующими породами служат аллювиальные и делювиальные отложения преимущественно среднего и легкого механического состава. Грунтовые воды смешанного состава расположены на глубине 1–2 м. дренированность территории слабая. Солончаки характеризуются высоким содержанием водорастворимых солей.

Для повышения плодородия солончаков необходимо удаление избытка солей. Особое значение имеет подбор солеустойчивых культур. Рекомендуется внесение оптимальных доз органических и минеральных удобрений. Почвы данного ЭМК целесообразно использовать под сенокосы.

*Аккумулятивные ЭМК аллювиальных почв* формируются в днищах низких надпойменных террас р. Куды под разнотравными лугами, лугово-

болотной растительностью. Почвообразующие породы представлены нерасчлененными аллювиальными отложениями – глинами, суглинками, песками. УГВ вскрывается на глубине от 1 до 10 м. Воды смешанного состава, минерализация 0,5–1 г/л. Территория слабо дренированная. Гранулометрический состав аллювиальных почв разнообразен: от песчаного до тяжелосуглинистого. Степень засоления различна. При изменении степени засоления от слабозасоленных к сильнозасоленным меняется и характер засоления от гидрокарбонатного к сульфатному.

Почвы данного ЭМК целесообразно использовать под естественные угодья, возможно локальное огородничество. Осушение нецелесообразно вследствие близкого залегания грунтовых вод.

### **5.2.3. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Верхнего Приангарья**

*Элювиальные ЭМК дерново-подзолистых почв* формируются на плоских поверхностях под лесной растительностью с разнотравным, мохово-травяным и бруснично-травяным покровом (рис. 22).

Почвообразующими породами служат глинистые и суглинистые продукты переотложения осадочных пород. Грунтовые воды вскрываются на глубине 10–20 м. Воды гидрокарбонатно-кальциевого состава, минерализация невысокая, менее 1 г/л. Территория хорошо дренированная. По гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы преимущественно среднесуглинистые. Агрономический потенциал дерново-подзолистых почв низкий, поэтому целесообразно сохранить лесную растительность и не вовлекать почвы данного ЭМК в сельское хозяйство.

*Элювиальные ЭМК дерново-карбонатных почв* формируются на положительных элементах рельефа под смешанными разнотравными лесами с кустарниковым подлеском. Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями глинистого состава. Уровень грунтовых вод

превышает 5 м. Воды гидрокарбонатного состава с минерализацией до 1 г/л. Естественная дренированность невысокая (0,5–1,0). Почвы не засолены.

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы обладают высоким агрономическим потенциалом. Для поддержания плодородия необходимы противоэрозионная агротехника, накопление влаги, внесение органических удобрений. На маломощных почвах рекомендуется углубление пахотного горизонта.

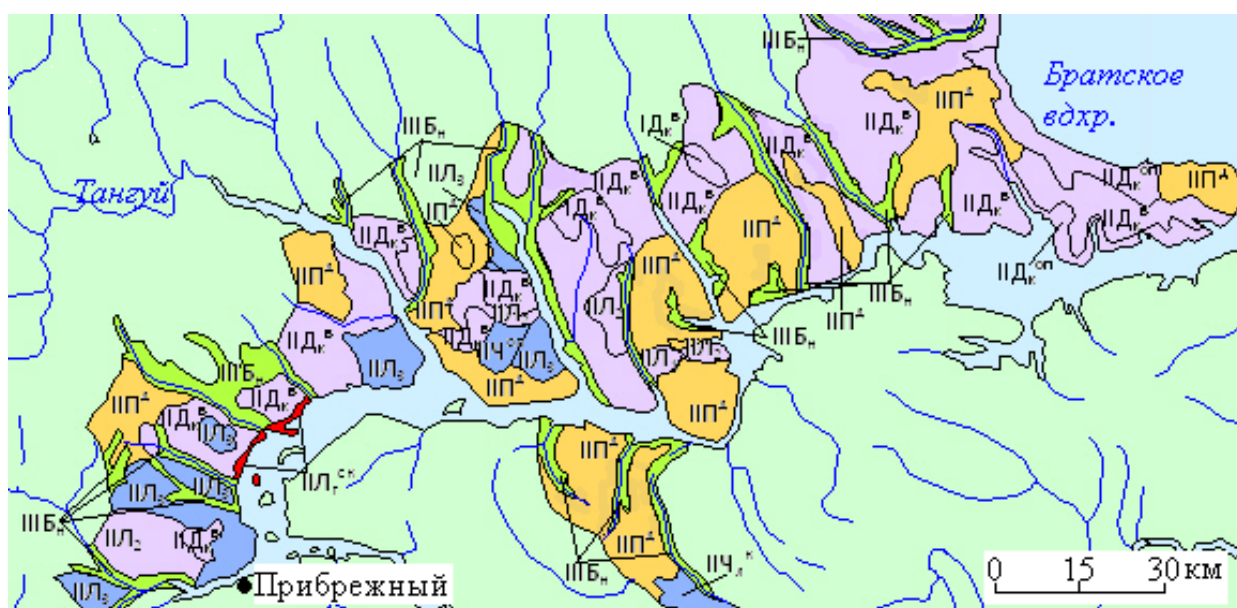


Рис. 22. Схематическая карта почвенных ЭМК Верхнего Приангарья.

**Ландшафты:** I – элювиальный; II – элювиально-аккумулятивный; III – аккумулятивный.  
**Индексы почв:** IIД<sup>к</sup> – дерново-подзолистые; Д<sup>к</sup> – дерново-карбонатные выщелоченные; Д<sup>к<sup>оп</sup></sup> – дерново-карбонатные оподзоленные; Л<sub>1</sub> – светло-серые лесные; Л<sub>2</sub> – серые лесные; Л<sub>3</sub> – темно-серые лесные; Ч<sup>оп</sup> – черноземные оподзоленные; Ч<sup>к</sup> – лугово-черноземные карбонатные; Л<sup>ск</sup> – луговые солончаковатые; Б<sub>н</sub> – болотные низинных болот. **Эколого-мелиоративные районы:** ■ – земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации; ■ – земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических и культуртехнических мероприятий с внесением органо-минеральных удобрений; ■ – земли, нуждающиеся в осушении; ■ – земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению; ■ – земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; ■ – засоленные земли. ——— – границы ЭМК.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерново-подзолистых почв занимают плато и равнины, нижнюю часть горно-таежного пояса. Формируются под*

лесной растительностью с разнотравным, мохово-травяным и бруснично-травяным покровом. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные отложения глинистого или суглинистого состава. Грунтовые воды вскрываются на глубине 5–10 м. Воды гидрокарбонатно-кальциевого состава, с минерализацией менее 1 г/л. Территория хорошо дренированная.

Плодородие дерново-подзолистых почв низкое вследствие малой мощности гумусового горизонта и кислой реакции для большинства культурных растений. Не рекомендуется использовать почвы данного ЭМК в сельском хозяйстве.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК дерново-карбонатных почв* формируются под сосновыми и лиственнично-сосновыми лесами в сочетании со злаково-разнотравными лесами на выровненных поверхностях и низких пологих склонах. Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями суглинистого и глинистого состава. Уровень грунтовых вод превышает 5 м. Воды гидрокарбонатного состава, с минерализацией до 1 г/л. Естественная дренированность средняя (1–2). Почвы не засолены, пригодны под любые районированные сельскохозяйственные культуры.

Для повышения плодородия необходимы орошение, регулярное глубокое рыхление, внесение органических и физиологических кислых минеральных удобрений, посев районированных многолетних трав. Во избежание смыва и размыва почв обработку следует вести поперек склонов.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК серых лесных почв* формируются на склоновых поверхностях под сосновыми, лиственнично-сосновыми, изреженными светлохвойными вторичными мелколиственными травянистыми лесами. Почвообразующие породы представлены элювиальными, делювиальными и элювиально-делювиальными отложениями среднего и тяжелого механического состава. Грунтовые воды находятся на глубине 5–10 м, гидрокарбонатные, с минерализацией до 1 г/л. Территория хорошо дренированная. По гранулометрическому составу светло-серые лесные почвы преимущественно тяжело- и среднесуглинистые.

Светло-серые лесные почвы обладают неустойчивым плодородием, поэтому главными мероприятиями, направленными на повышение сельскохозяйственной ценности, являются: систематическое внесение органических удобрений, углубление пахотного горизонта, травосеяние, известкование, снегозадержание.

Серые лесные почвы характеризуются хорошим плодородием. Основными приемами поддержания плодородия являются: защита от эрозии, своевременная обработка почв, влагонакопление, рациональная структура посевов и чередование культур, внесение органо-минеральных удобрений.

Темно-серые лесные почвы характеризуются хорошими агрономическими свойствами. Для поддержания плодородия необходимо внесение органических удобрений, влагонакопление.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК черноземов* формируются на древних террасах рек, пологих южных склонах под покровом луговой и степной ковыльно-разнотравной растительности. Почвообразующие породы представлены преимущественно лессовидными суглинками и покровными тяжелыми суглинками. Грунтовые воды залегают на глубине 10–15 м, они гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного состава, с минерализацией 0,5–1,0 г/л. Дренированность территории хорошая.

Почвы характеризуются высоким естественным плодородием. Для получения более высоких урожаев необходимо применение оросительных мелиораций, а также внесение фосфорных и калийных удобрений.

*Элювиально-аккумулятивные ЭМК лугово-черноземных почв* формируются под злаково-разнотравной растительностью, приурочены к сухим ложбинам, небольшим западинам на водоразделах. Почвообразующими породами являются делювиальные отложения. Грунтовые воды гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного состава, с минерализацией до 1 г/л располагаются на глубине 3–5 м. Территория слабо дренированная.

Почвы данного ЭМК обладают невысоким плодородием, несмотря на обеспеченность элементами питания. Это обусловлено их неблагоприятными физическими свойствами. Улучшение агрономических свойств почв может быть достигнуто проведением культуртехнических мероприятий, а также внесением органических и минеральных удобрений.

*Аккумулятивные ЭМК луговых почв* формируются в местах повышенного увлажнения под луговой растительностью (луговыми злаками, осоками и мезофильным разнотравьем, иногда с участием древесно-кустарниковых пород) на суглинистых аллювиальных, аллювиально-делювиальных отложениях. Грунтовые воды гидрокарбонатного состава вскрываются на глубине 3–5 м. Минерализация до 1 г/л. Территория слабо дренированная. Почвы не засолены.

Для улучшения экологических свойств почв необходимы различные мероприятия – срезание кочек, удаление кустарников, внесение удобрений. Распахивание луговых выщелоченных почв способствует улучшению аэрации пахотного слоя. Использовать луговые почвы рационально под кормовые угодья, так как хорошее увлажнение и большое содержание органического вещества создают благоприятные условия для роста и развития трав.

*Аккумулятивные ЭМК луговых солончаковатых почв* формируются в условиях повышенного увлажнения, по днищам падей, в местах близкого залегания грунтовых вод под луговой растительностью. Грунтовые воды смешанного состава, с минерализацией до 3 г/л, вскрываются на глубине 3–5 м. Дренированность слабая. Засоление почв связано с соленосностью пород и выходами минерализованных грунтовых вод. Сезонная мерзлота оказывает влияние на передвижение солей в почвенном профиле. Соли подтягиваются к фронту промерзания и концентрируются у его границ, засоляя почву.

Для повышения плодородия необходимо удаление избытка солей из почвы. Особое значение имеет подбор солеустойчивых культур. Рекомендуется внесение оптимальных доз органических и минеральных

удобрений. Рационально использовать аккумулятивные ЭМК данных почв в качестве сенокосов.

*Аккумулятивные ЭМК лугово-болотных почв* формируются в условиях постоянного увлажнения грунтовыми водами и периодического затопления под лугово-болотной растительностью. Почвообразующими породами служат аллювиальные четвертичные отложения глинистого и суглинистого состава. Глубина залегания грунтовых вод – 1 м. Подземные воды гидрокарбонатного состава, с минерализацией до 1 г/л. Почвы не засолены. Естественная дренированность низкая (0,2–0,5).

Для повышения плодородия лугово-болотных почв необходим комплекс мероприятий, направленный на улучшение водно-воздушного режима, а также внесение минеральных удобрений, посев районированных высокоурожайных многолетних трав, культуртехнические работы.

*Аккумулятивные ЭМК болотных почв* приурочены к слабо дренированным территориям с многолетней мерзлотой. Растительность представлена мохово-осоковыми ассоциациями с примесью разнотравья. Почвообразующими породами являются аллювиальные, аллювиально-пролювиальные отложения супесчаного, суглинистого и глинистого состава. Грунтовые воды смешанного состава, с минерализацией 1–3 г/л обнаруживаются на глубине 1–5 м. Естественная дренированность слабая (0,2–0,5).

Почвы обладают низкими агропроизводственными показателями. Для интенсивного использования в сельском хозяйстве необходимы осушительные мелиорации. После осушения необходимо провести расчистку древесно-кустарниковой растительности, срезку кочек, дискование, распашку и искусственное залужение. Эффективно применение удобрений, особенно фосфорных и азотных. После мелиораций почвы могут быть использованы под лугопастбищные севообороты.

## ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

### 6.1. Экологические последствия мелиораций

Почва является частично возобновляемым природным ресурсом, поэтому проблема потенциальной экологической опасности от применения мелиоративных мероприятий, а также предотвращение негативных изменений почв и воспроизводство ее плодородия актуальна на сегодняшний день. Применение мелиораций без учета результатов почвенно-мелиоративных изысканий неизбежно ведет к негативным изменениям в почвенном покрове. Отрицательные последствия мелиораций возникают вследствие недостаточности знаний о закономерностях взаимодействия и взаимного влияния природных и антропогенных факторов, а также о причинах процессов, развивающихся в природной среде при осуществлении мелиоративных мероприятий (Rosenblume, 1983).

Улучшение экологического состояния почв в процессе мелиораций базируется на идеях В.В. Докучаева (1953) о том, что почва является «зеркалом ландшафта», в котором сфокусировано взаимодействие всех его компонентов (солнечной радиации, живого вещества, геологической породы, грунтовых и атмосферных вод, почв), а также целесообразно учитывать учение Л.С. Берга о ландшафтах (1931), разработки Л.Г. Раменского по экологии земель (1938), В.Б. Сочавы о геосистемах (1978), К.Н. Дьяконова и В.С. Аношко о ландшафтно-экологических принципах (1995). Современные исследования вопросов мелиорации требуют экологического подхода, который предполагает целостное восприятие природы как сложной саморегулирующейся системы, сохраняющей устойчивость к антропогенному воздействию лишь в определенных пределах, не нарушающих ее устойчивость и исключаящих развитие негативных экологических процессов (Исаева, 2004).

При оценке мелиоративных мероприятий мы руководствовались принципом мелиоративной экологичности, который предполагает изучение и учет изменений природной среды и влияния последствий этих изменений на природные системы и условия жизни и деятельности населения (Напрасников, 2014).

Экологические последствия, которые возникают при проведении мелиоративных мероприятий, выражаются в проявлениях водной эрозии, дефляции, вторичном засолении, заболачивании и т. д. (рис. 23).



Рис. 23. Отрицательные экологические последствия при мелиорациях.

Сельскохозяйственные мелиорации влекут комплекс экологических последствий, приводящих к нарушению почвенного покрова, снижению почвенного плодородия.

*Физическое воздействие на почвы.* При нем наблюдается устойчивое ухудшение физических свойств почв, приводящее к изменениям водного, воздушного, температурного и питательного режимов (Бондарев, Кузнецова, 2007). К таким изменениям приводят следующие факторы: уплотняющее действие тяжелой сельскохозяйственной техники; уменьшение содержания органического вещества; длительное сельскохозяйственное использование почв без применения органических удобрений; нарушение агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур; многократные механические обработки почв, особенно под пропашными культурами; нарушение системы севооборотов; увеличение площади распаханых территорий; развитие водной и ветровой эрозии на открытых поверхностях пахотных почв и т.д. (Научные основы..., 2013).

В качестве приемов предотвращения физического воздействия на почвы рекомендуется: увеличение поступления органического вещества, проведение разглубинных обработок, снижение воздействия сельскохозяйственной техники, своевременное проведение полевых работ, перевод земель в залежь.

*Вторичное переувлажнение почв* связано с несовершенством оросительных систем, вызывает неудовлетворительное гидрологическое и мелиоративное состояние орошаемых земель. Это обусловлено несоблюдением норм поливов при оросительных мелиорациях и характеризуется интенсивным промыванием почвенного профиля, а также близким залеганием уровня грунтовых вод. Вследствие этого развиваются процессы засоления, осолонцевания, уплотнения и ухудшения структурного состояния почв, а также подтопление и заболачивание земель (Хитров, 2013).

*Водная эрозия почв* является распространенным негативным последствием мелиораций. Она развивается вследствие неправильной

организации агротехнических приемов, когда не учитываются рельеф и другие особенности агроландшафта; сокращения площадей под лесом, сенокосами и пастбищами; ежегодной обработки почвы, особенно вдоль склонов, приводящей к разрушению ее агрономически ценной структуры и ухудшению водно-воздушного режима; ограниченного применения водорегулирующих технологий (щелевание, бороздование и др.); недостаточного применения органических и минеральных удобрений.

В качестве предотвращения развития эрозии почвы переводят в залежь и целину. Эффективными мероприятиями в борьбе с водной эрозией являются: сплошное залужение эродированных почв, облесение балок и оврагов, внедрение почвозащитных севооборотов и способов обработки почвы, внесение навоза, минеральных удобрений, мелиорантов, посев сидератных культур (Теоретические и методические основы..., 2013б) .

*Дефляция почв* возникает в случае уничтожения естественной растительности и распашки почв без применения почвозащитных мероприятий. Усиление ветровой эрозии вызывают оборачивание пласта, перемешивание, уплотнение и выравнивание поверхности почвы. Рекомендации по предотвращению дефляции включают создание рациональной структуры посевных площадей, внутрихозяйственное землеустройство с противоэрозионной организацией территории, полосное размещение культур, почвозащитные технологии, позволяющие улучшить использование земли и повысить ее плодородие (Теоретические и методические основы..., 2013а).

*Вторичное засоление почв* связано преимущественно с оросительными мелиорациями и происходит вследствие следующих причин: подъем уровня минерализованных грунтовых вод и интенсивное их испарение; неэффективное орошение и/или недостаточное осушение; перераспределение запасов легкорастворимых солей в почвогрунтах зоны аэрации без общего подъема уровня грунтовых вод при периодическом увлажнении-иссушении почв; накопление солей в корнеобитаемом слое почвы при использовании на

орошение минерализованной воды; неудовлетворительная работа или полное отсутствие сети дренажных каналов.

Среди мероприятий по борьбе с вторичным засолением при орошении нами рекомендуются следующие направления:

- поддержание на орошаемых землях мелкокомковатой структуры почвы путем введения травопольных севооборотов и применения в каждом поле севооборота соответствующей агротехники;

- соблюдение поливного режима;

- предотвращение возможности подъема грунтовых вод;

- применение на орошаемых землях комплекса агротехнических мероприятий, в том числе: загущение посевов; своевременная обработка орошаемых почв; планировка и выравнивание орошаемых земель; мелиоративно-эксплуатационные мероприятия (соблюдение правильных режимов и техники полива, планового нормированного водопользования и понижение уровня минерализованных грунтовых вод при близком их стоянии к дневной поверхности);

- после окончания вегетационных поливов работа оросительных каналов должна быть полностью прекращена и тем самым ликвидирован источник пополнения и подъема грунтовых вод, ухудшающий мелиоративное состояние;

- биологические мелиорации: агролесомелиорация, сочетающая выращивание традиционных сельскохозяйственных культур и древесно-кустарниковых жизненных форм галофитов; мелиоративные севообороты (Лопатовская, Сугаченко, 2010).

*Дегумификация почв* возникает в результате ускорения минерализации органического вещества вследствие интенсивной обработки и применения удобрений, потерь гумуса за счет водной и ветровой эрозии, отчуждения обогащенного гумусом пахотного слоя при проведении ряда сельскохозяйственных мероприятий. Основными методами борьбы с дегумификацией являются увеличение поступления органического вещества,

профилактические приемы, направленные на снижение водной и ветровой эрозии, своевременное проведение полевых работ.

*Вторичное осолонцевание почв* вызывают: орошение водами, в составе которых повышена доля натрия среди катионов; подъем уровня минерализованных грунтовых вод выше критической глубины. Для восстановления плодородия солонцов рекомендуется химическая, агротехническая и фитомелиорация.

Таким образом, в целях снижения негативных экологических последствий после применения мелиораций необходимо использование современного оборудования и внедрение инновационных технологий. Почвы сельскохозяйственных угодий являются экологическими системами, поэтому для их восстановления, регулирования и развития необходимо использовать потенциал технологий, средств и научных знаний о почве.

## **6.2. Эколого-мелиоративное состояние земель Предбайкалья**

На территории Предбайкалья сельскохозяйственные земли распределены неравномерно. Основная часть сельскохозяйственных угодий сосредоточена в лесостепной и степной зонах. В таежной и подтаежной зонах они приурочены главным образом к долинам рек (рис. 24) (Карнаухов, 1973; Белозерцева, 2014; Роговская, 2014).

Территория характеризуется разнообразными гидротермическими и геоэкологическими условиями, сложным строением мелиорируемой толщи, специфическими физическими и химическими свойствами почв разного генеза. Они определяют направления мелиорации, применяемые в регионе: оросительные, осушительные, химические и культуртехнические (Угланов и др., 1986; Природно-мелиоративные условия..., 1990; Задорожный и др., 2010).

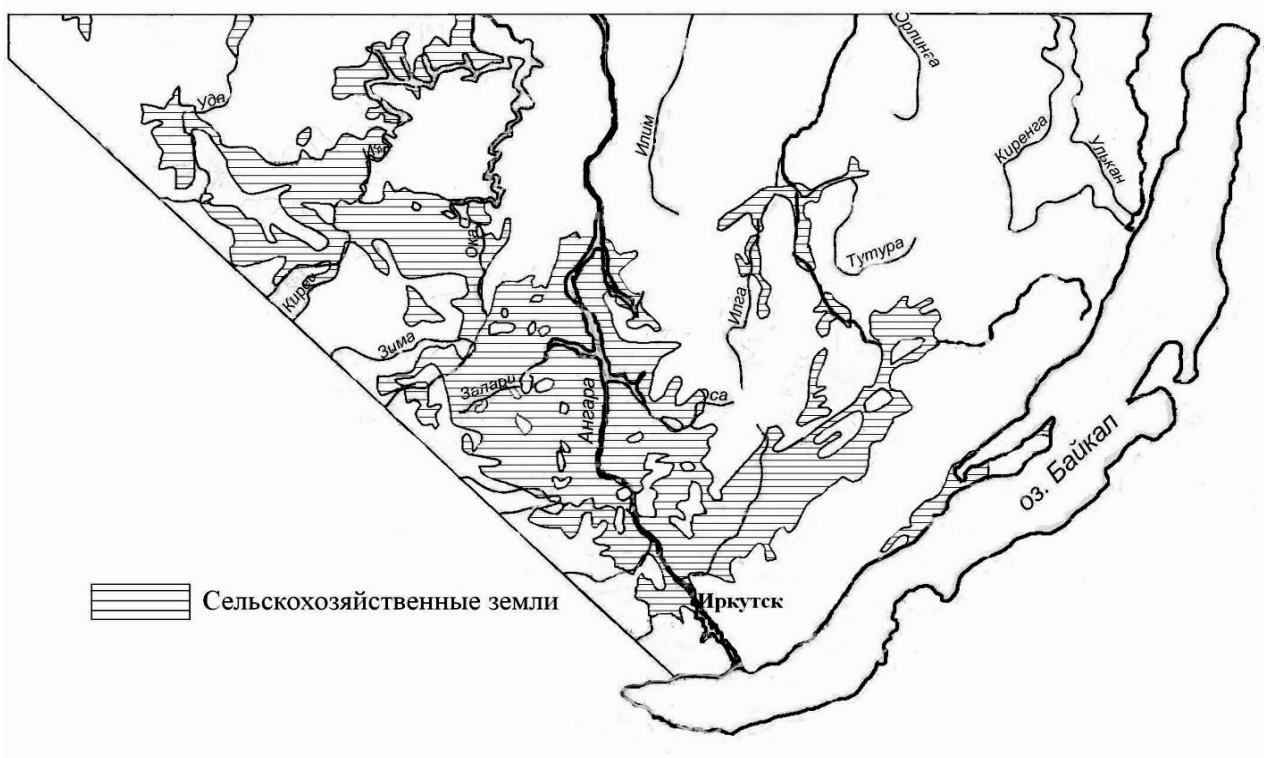


Рис. 24. Распространение площадей сельскохозяйственных земель.

Земли, пригодные для сельскохозяйственного использования, практически полностью освоены еще в 1950–1970-е гг. В настоящее время наибольшие аграрные площади (5,1–6,8 % всей областной площади сельхозугодий) находятся в Качугском, Куйтунском, Тулунском, Черемховском, Аларском, Боханском и Эхирит-Булагатском районах. Размер площадей сельскохозяйственных земель в Заларинском, Иркутском, Братском, Нижнеудинском, Нукутском и Баяндаевском районах в 1,2–1,4 раза больше среднеобластного показателя.

Пашня в земельном фонде области составляет 2,3 %. Наибольшие площади в Куйтунском и Аларском районах (табл. 8) (Природные ресурсы..., 2002).

## Площади пашни в земельном фонде Иркутской области

Пашня, %	Административные районы
< 1	Ангарский, Бодайбинский, Казачинско-Ленский, Катангский, Киренский, Мамско-Чуйский, Нижнеилимский, Ольхонский, Слюдянский, Усть-Илимский, Усть-Кутский, Шелеховский
1–3	Балаганский, Жигаловский, Зиминский, Усольский, Усть-Удинский
3–5	Братский, Иркутский, Нижнеудинский, Тайшетский, Осинский, Баяндаевский
5–7	Заларинский, Качугский, Тулунский, Черемховский, Боханский, Нукутский, Эхирит-Булагатский
> 7	Куйтунский, Аларский

Наиболее ценные по своим свойствам почвы пашни находятся в Тулунском и Куйтунском районах. Самые низкокачественные почвы характерны для пашни Ольхонского и Нижнеилимского районов (Природные ресурсы..., 2002).

Нами выделены негативные потенциальные экологические последствия от применения мелиораций для каждой зоны эколого-мелиоративного районирования почвенного покрова Предбайкалья (Прил. 4).

Основными видами мелиорации являются орошение и осушение. Основные площади орошаемых земель в регионе расположены на Иркутско-Черемховской равнине, в Предбайкальской впадине, Приольхонье и на о. Ольхон.

Мелиоративные оросительные системы на территории Предбайкалья появились в 1967 г. Основное их количество было введено в эксплуатацию с 1984 по 1991 г. До этого времени преобладало нерегулярное орошение участков преимущественно лиманного типа. На 1

января 1990 г. в регионе использовались оросительные системы с закрытой трубчатой сетью на площади в 24 315 га, с открытыми каналами – на 709 га, нерегулярно орошаемых земель – 3 800 га (Пономаренко, 2006).

Интенсивное использование орошаемых сельхозугодий наблюдалось до 80–90-х гг. XX в. (рис. 25). К 1990 г. площадь орошаемых земель была максимальной и составляла более 30 тыс. га. Социально-экономические трудности переходного периода привели к длительному экономическому кризису, уменьшилась господдержка мелиоративных организаций, сократились площади мелиорируемых земель, большинство мелиоративных систем пришло в неудовлетворительное состояние (Производственно-технический отчет..., 1993; Концепция ФЦП..., 2010).

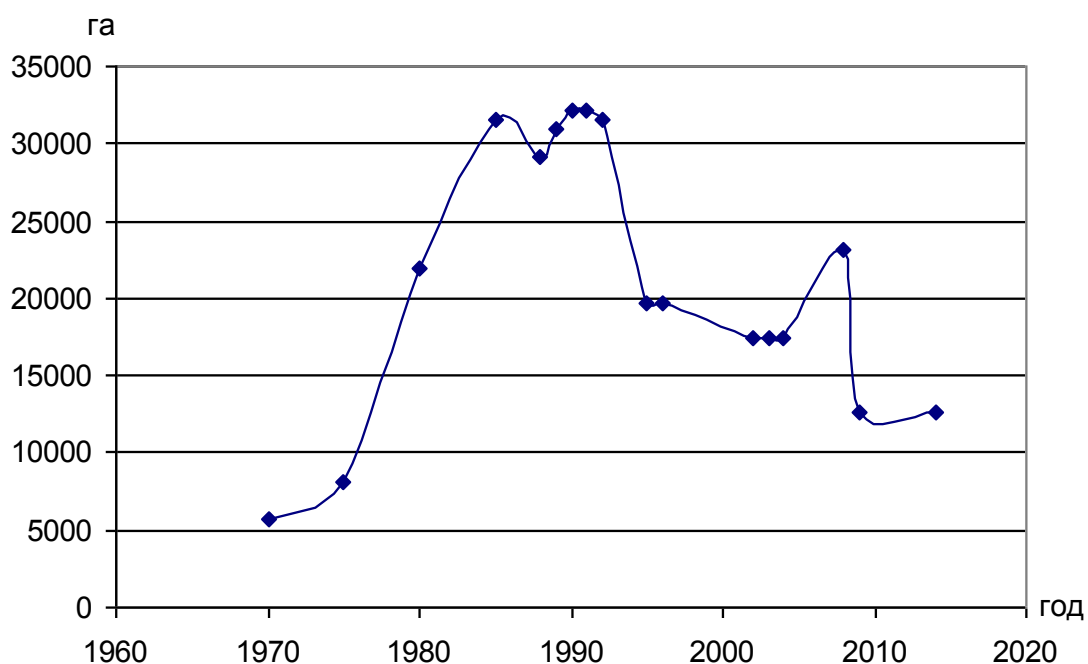


Рис. 25. Изменение площадей орошаемых земель в 1970–2014 гг.

По данным ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области» на 1 января

2014 г. наибольшую площадь орошаемые почвы занимали в Нукутском и Братском районах, наименьшую – в Чунском и Усть-Удинском (рис. 26).

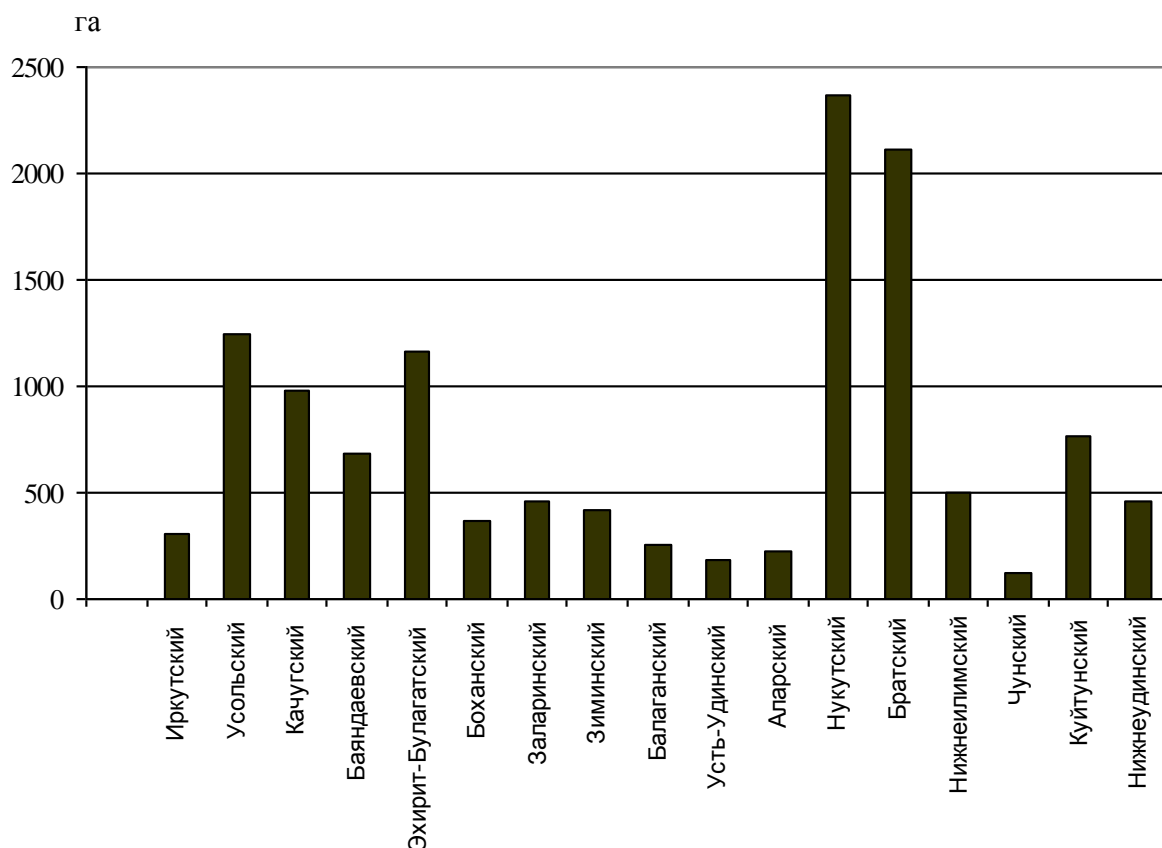


Рис. 26. Общая площадь орошаемых земель по административным районам (по данным ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области»).

В Иркутском, Зиминском, Балаганском, Аларском, Чунском и Нижнеудинском районах орошаемые земли характеризуются хорошим состоянием. Наибольшие площади мелиорируемых сельхозугодий неудовлетворительного состояния находятся в Качугском и Братском районах. Экологические последствия от применения орошения выражаются в недопустимой степени засоления почв (287 га) и недопустимом уровне грунтовых вод (59 га) (табл. 9) (Сугаченко, 2011).

Таблица 9

Состояние земель на оросительных системах Иркутской области на 01.01.2014, га (по данным ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области»)

Район	Площадь мелиорированных земель	Хорошее состояние земель	Удовлетворительное состояние земель	Неудовлетворительное состояние земель		
				Всего	Недопустимый уровень грунтовых вод	Недопустимая степень засоления почв
Иркутский	306	306	-	-	-	-
Усольский	1 246	1 213	10	23	23	-
Качугский	983	598	271	114	2	112
Баяндаевский	682	654	1	27	9	18
Эхирит-Булагатский	1 163	1 129	17	17	5	12
Боханский	370	250	120	-	-	-
Заларинский	464	375	89	-	-	-
Зиминский	422	422	-	-	-	-
Балаганский	260	260	-	-	-	-
Усть-Удинский	180	96	84	-	-	-
Аларский	227	227	-	-	-	-
Нукутский	2 364	1 563	770	31	-	31
Братский	2 115	1 830	151	116	2	114
Нижнеилимский	503	427	50	17	17	-
Чунский	123	123	-	-	-	-
Куйтунский	761	297	463	1	1	-
Нижнеудинский	456	456	-	-	-	-
Всего	12 625	10 226	2 026	346	59	287

Примечание: - отсутствие земель данной категории.

В качестве мероприятий для улучшения земель с удовлетворительным состоянием на землях с недопустимым уровнем грунтовых вод рекомендуются устройство коллекторно-дренажной сети, отвод избыточных оросительных вод, атмосферных осадков. На землях с развитым микрорельефом предлагается проводить капитальную планировку

недренирующихся и слабо дренирующихся пониженных участков, а также соблюдать нормы и сроки поливов.

На засоленных землях рекомендованы солерегулирующие химические мелиорации, производство глубокого рыхления с целью снижения интенсивности процессов подтяжки солей из нижних литологических горизонтов, фитомелиорации (Производственно-технический отчет..., 1993).

Основные площади осушаемых земель приурочены к поймам и низким надпойменным террасам рек и водотоков преимущественно лесостепной части. Заболоченные земли занимают участки со значительными уклонами, что благоприятно для проведения осушительных мелиораций (Карнаухов, 1973; Производственно-технический отчет..., 1993).

Для осушения используют осушительные системы с самотечным отводом воды и системы с открытой коллекторно-дренажной сетью.

Интенсивное осушение земель в Предбайкалье наблюдалось до начала 1990-х гг. (рис. 27). Уменьшение площадей осушаемых земель в 1989–2009 гг. практически не наблюдается, оно составляет чуть более 22 тыс. га. Небольшое снижение осушаемых площадей в отличие от резкого сокращения площадей орошаемых земель в этот же период связано с тем, что осушительные системы требуют гораздо меньше материально-технических затрат при эксплуатации.

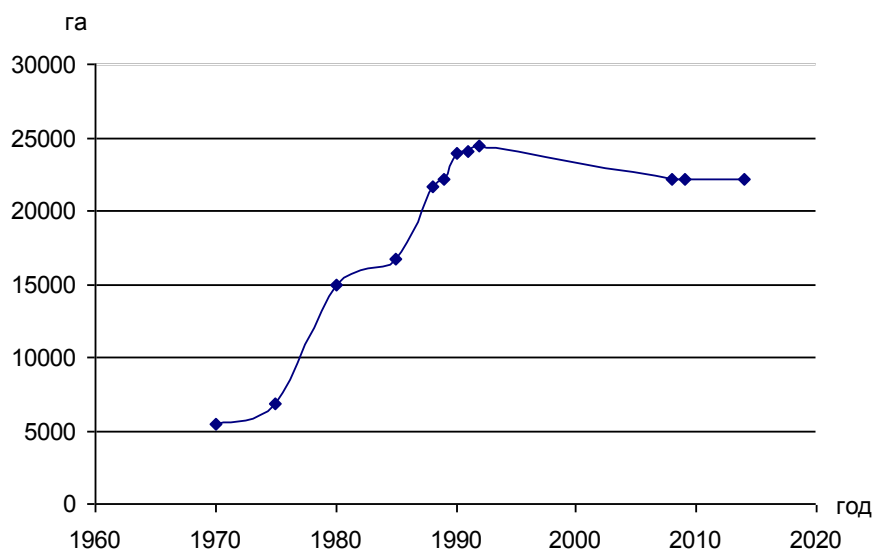


Рис. 27. Изменение площадей осушенных земель в 1970–2009 гг.

По состоянию на 1 января 2014 г. Иркутская область имела 22 157 га осушенных земель (рис. 28).

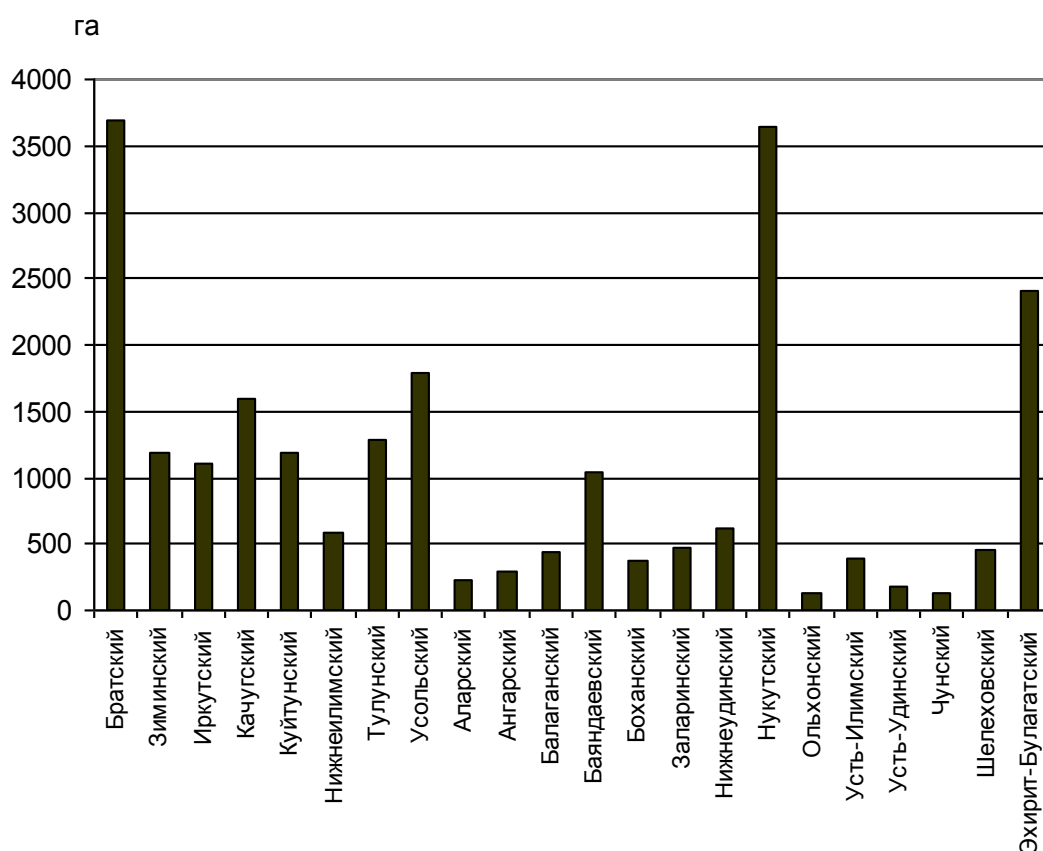


Рис. 28. Общая площадь осушенных земель по административным районам (по данным ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области»).

Из них наибольшие площади осушенных земель расположены в Усольском районе – 6 046 га, в Иркутском, Тайшетском и Нижнеудинском районах – более 2 тыс. га.

Наибольшие площади осушенных сельхозугодий неудовлетворительного состояния находятся в Эхирит-Булагатском (595 га), Усольском (579 га) и Тайшетском (522 га) районах (табл. 10).

Таблица 10

Состояние земель на осушительных системах Иркутской области  
на 01.01. 2014, га (по данным ФГБУ «Управление мелиорации земель и  
сельскохозяйственного водоснабжения по Иркутской области»)

Район	Общая площадь мелиорированных земель	Хорошее состояние земель	Удовлетворительное состояние земель	Неудовлетворительное состояние земель			
				Всего	Недопустимый уровень грунтовых вод	Недопустимые сроки отвода поверхностных вод	Недопустимые уровни грунтовых вод и сроки отвода поверхностных вод
Усольский	6 046	3 856	1 344	579	550	27	2
Шелеховский	149	141	-	8	-	8	-
Черемховский	170	170	-	-	-	-	-
Качугский	548	127	396	25	-	25	-
Ольхонский	1 537	944	172	333	193	-	140
Боханский	906	620	30	256	-	66	190
Баяндаевский	651	290	61	300	127	-	173
Осинский	585	400	-	185	10	175	-
Эхирит-Булагатский	1 149	147	407	595	392	203	-
Заларинский	334	0	220	114	114	-	-
Братский	402	357	-	-	-	-	-
Нижнеилимский	669	637	-	-	-	-	-
Тулунский	331	-	321	5	5	-	-
Чунский	439	439	-	-	-	-	-
Тайшетский	2 308	1 714	-	522	101	421	-
Киренский	278	278	-	-	-	-	-
Куйтунский	444	324	-	120	-	120	-
Нижнеудинский	2 706	1 735	650	304	143	150	11
Всего	22 157	14 323	3 601	3 707	1 635	1 195	877

Примечание: - отсутствие земель данной категории.

В Черемховском, Братском, Нижнеилимском, Чунском и Киренском районах все мелиорируемые земли имеют хорошее состояние.

Более половины площадей мелиорируемых земель (58,3 %) требуют улучшения. Переувлажнение, вторичное заболачивание, зарастание, заочкаривание и подтопление осушенных земель связаны с низким уровнем контроля за состоянием мелиорируемых земель, с плохим состоянием коллекторно-дренажной сети, отсутствием финансирования на содержание и

реконструкцию осушительных мелиоративных систем (Пономаренко, Коломина, 2006).

Таким образом, потенциальные отрицательные экологические последствия от применения мелиоративных мероприятий возникают при недостатке информации о закономерностях взаимодействия и взаимного влияния природных и антропогенных факторов, а также о причинах процессов, развивающихся в природной среде при осуществлении мелиоративных мероприятий. Значимыми факторами для успешного проведения мелиораций является должный контроль за состоянием мелиорируемых земель, а также различные федеральные и региональные программы, рассматривающие мелиорации как важное направление развития сельскохозяйственного производства.

## ВЫВОДЫ

1. Для территории Предбайкалья рассчитаны показатели ЕД по морфометрическим показателям. Предложена классификация ЕД: весьма слабо дренированные (0,01–0,20); слабо дренированные (0,2–1,0); средне дренированные (1,0–3,0); хорошо дренированные (3,0–10,0); интенсивно дренированные (более 10,0). На основе разработанной классификации составлена схематическая карта ЕД.

2. Разделению территории по мелиоративным условиям способствует ЭМР, осуществляемое на предпроектной стадии разработки мелиоративных мероприятий, так как ЭМР содержит информацию о специфике почвенного покрова и рекомендации по рациональному размещению экологически безопасных мелиораций, а также прогноз негативных мелиоративных процессов.

3. На базе разработанных принципов районирования создана схематическая карта «Эколого-мелиоративное районирование Предбайкалья». Таксономическая система единиц ЭМР включает зоны, области, подобласти, районы, подрайоны. В пределах Предбайкалья выделены четыре эколого-мелиоративные зоны: 1) орошения; 2) орошения, осушения и химических мелиораций; 3) очагового осушения и орошения дополнительного типа и тепловых мелиораций; 4) очагового сельскохозяйственного освоения.

4. В качестве почвенных эколого-мелиоративных районов предложены: земли, нуждающиеся в осушении; земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации; земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органо-минеральных удобрений; земли, нуждающиеся в орошении; земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; засоленные земли; земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению.

5. Выделение почвенных ЭМК на ландшафтно-геохимической основе для сельскохозяйственных районов разных природных зон позволяет повысить эффективность мелиоративных мероприятий и производительность сельскохозяйственных земель. Использование ЭМР Предбайкалья на предпроектной стадии разработки мелиоративных мероприятий позволяет выявить и избежать отрицательных экологических последствий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашеева Н. Е. Плодородие почв Прибайкалья / Н. Е. Абашеева, В. И. Дугаров, Г. Д. Чимитдоржиева. – Новосибирск : Наука, 1983. – 157 с.
2. Агапитов Н. Н. Краткий отчет о поездке в Балаганский и Иркутский округа, совершенной летом 1877 года / Н. Н. Агапитов // Изв. / Вост.-Сиб. отд. Имп. Рус. Геогр. О-ва. – Иркутск, 1878. – Т. 9, № 3-4 : 31 Июля 1878 года. – С. 80-96.
3. Агроклиматические ресурсы Иркутской области / под ред. З. П. Пильникова. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – 208 с.
4. Александрова И. А. К вопросу об оценке качества земель сельскохозяйственного назначения в Иркутской области / И. А. Александрова // Актуальные проблемы эксплуатации машинно-тракторного парка, технического сервиса, энергетики и экологической безопасности в агропромышленном комплексе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Иркутск, 25-27 сент., 2007) – Иркутск, 2007. – С. 226-230.
5. Алиева В. И. Изменение концентраций хлора и натрия в воде р. Ангара в районе г. Усолье-Сибирское [Электронный ресурс] / В. И. Алиева. – Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/youngconf-2011/ru/reportview/49355>. (дата обращения: 15.11.2016)
6. Алисов Б. П. Климат / Б. П. Алисов // Атлас Иркутской области. – М. ; Иркутск, 1962. – С. 53-64.
7. Астраханцев В. И. Гидрогеологические условия территории листа N-48-XIX / В. И. Астраханцев // Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 за 1955 г. – Иркутск, 1956. – С. 36-49.
8. Астраханцев В. И. Ангара и ее бассейн : (гидрологический очерк) / В. И. Астраханцев. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 50 с.
9. Атлас Иркутской области. – М. ; Иркутск : ГУГК, 1962. – 182 с.
10. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / под ред. А. Н. Антипова. – М. ; Иркутск : Роскартография : Ин-т географии СО РАН, 2004. – 90 с.

11. Байкаловедение / О.Т. Русинек, В.В. Тахтеев, Д.П. Гладкочуб [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2012. – 468 с.
12. Базылева Е. А. Научно-издательская деятельность сибирских отделов ИРГО (фрагменты истории) / Е. А. Базылева // Гуманит. науки в Сибири. – 2008. – № 3. – С. 41-46.
13. Баянова А. А. Реализация сортового потенциала яровой пшеницы на светло-серой лесной почве Приангарья при внесении минеральных удобрений : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.04 / А. А. Баянова ; Иркут. гос. с-х. акад. – Иркутск, 2006. – 156 с.
14. Белозерцева И. А. Воздействие сельского хозяйства на почвы Сибири / И. А. Белозерцева, Д. Н. Лопатина // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер: Естеств. и техн. науки. – 2014. – № 5. – С. 1377-1379.
15. Берг Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР / Л. С. Берг. – М.: Сельхозгиз, 1931. – 401 с.
16. Бобринев В. П. Агролесомелиоративное районирование Забайкальского края / В. П. Бобринев, Л. Н. Пак // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 152-157.
17. Богданов В. В. Поверхностные воды / В. В. Богданов // Атлас Иркутской области. – М. ; Иркутск, 1962. – С. 67-74.
18. Болатбекова К. С. Свойства, мелиорация и альтернативное использование почв центра Нечерноземья России : дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.03, 06.01.02 / К. С. Болатбекова ; ВНИИМЗ. – Тверь, 2004. – 312 с.
19. Большаков С. М. О противоналедных мероприятиях на Ленской железной дороге / С. М. Большаков // Материалы по мерзлотоведению Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск ; М., 1964. – С. 65-73.
20. Бондарев А. Г. Деградация физического состояния почв / А. Г. Бондарев, И. В. Кузнецова // Проблемы деградации почв, охраны и восстановления продуктивности сельскохозяйственных земель России. – М.: ВНИИА РАСХН, 2007. – С. 19-23.

21. Бочкарев П. Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири / П. Ф. Бочкарев. – Иркутск : Иркут. кн. изд-во, 1959. – 155 с.
22. Бояркин В. М. География Иркутской области (природа, население, хозяйство, экология) / В. М. Бояркин, И. В. Бояркин. – Иркутск : Облмашинформ, 2007. – 256 с.
23. Булгаков Д. С. Почвенно-агримелиоративное районирование как информационная основа инвентаризации почвенного покрова пахотных земель России / Д. С. Булгаков, В. А. Рожков, И. И. Карманов // Бюл Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 2014. – № 76. – С. 3-32.
24. Бычков В. И. Региональные особенности эрозионных процессов в Южном Прибайкалье / В. И. Бычков, Л. А. Иванюта, Ю. В. Котенева // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель : материалы Междунар. науч. конф. Томск, 20-26 авг. 2002 г.– Томск, 2002. – С. 16-20.
25. Варшанина Т. П. Эколого-природное почвенное районирование республики Адыгея на основе геоинформационных технологий / Т. П. Варшанина // Вестн. Адыг. гос. ун-та. – 2006. – № 1. – С. 269-272.
26. Василенко Е. С. Принципы воспроизводства плодородия почв, обеспечивающие предотвращение биологической деградации / Е. С. Василенко, О. В. Кутовая // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – С. 611-612.
27. Васильев В. Г. Геологическое строение юга Сибирской платформы и нефтеносность кембрия / В. Г. Васильев. – М. : Гостоптехиздат, 1957. – 227 с.
28. Вашукевич Н. В. Плиоцен-плейстоценовые почвы геoarхеологического объекта Засухино и условия их формирования / Н. В. Вашукевич // Палеолитические культуры Забайкалья и Монголии (новые памятники, методы, гипотезы). – Новосибирск, 2005. – С. 119-125.
29. Вашукевич Н. В. Педогенез и условия почвообразования в среднем-нижнем неоплейстоцене в Прибайкалье / Н. В. Вашукевич // Почва как

связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 4-7 сент. 2006 г. – Иркутск, 2006. – С. 51-57.

30. Вашукевич Ю. Е. Приоритеты развития и модернизация агропромышленного комплекса Иркутской области / Ю. Е. Вашукевич, Я. М. Иванько // Изв. Иркут. гос. экон. акад. (Байкал. гос. ун-т экономики и права). – 2010. – № 4. – С. 58-63.

31. Водные ресурсы Иркутской области, их состояние и пути рационального использования / под ред. Г. И. Галазия. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1968. – 23 с.

32. Водные ресурсы Сибири: состояние, проблемы и возможности использования / Л. А. Безруков, О. В. Гагаринова, Н. В. Кичигина, Л. М. Корытный, Р. А. Фомина // География и природные ресурсы. – 2014. – № 4. – С. 30-41.

33. Войлошников В. А. Криогенное сползание грунтов в Приангарье / В. А. Войлошников // Докл. Ин-та географии Сибири и Дал. Востока. – Иркутск, 1967. – № 14. – С. 79-84.

34. Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра / Г. П. Вологодский. – М. : Наука, 1975. – 124 с.

35. Вологодский Г. П. Карст / Г. П. Вологодский, М. В. Нечаева // Гидрогеология СССР. – М., 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – С. 69-80.

36. Воробьева Г. А. Дерновые лесные почвы Южного Приангарья / Г. А. Воробьева, М. А. Корзун, Е. В. Назарова // География и плодородие почв. – Саранск, 1978. – Вып. 1. – С. 130-143.

37. Воробьева Г. А. Новая интерпретация особенностей строения и свойств почв Приангарья / Г. А. Воробьева, М. А. Корзун // Проблемы использования и охраны почв Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск, 1984. – 240 с.

38. Воробьева Г. А. Палеоклиматические сигналы позднеледникового и раннеголоценового времени в почвах Прибайкалья / Г. А. Воробьева //

Проблемы эволюции почв : тез. докл. IV Всеросс. конф. Пущино, 9-12 апр. 2001 г. – Пущино ; М., 2001. – С. 99-101.

39. Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв : монография / Г. А. Воробьева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 205 с.

40. Воскресенский С. С. Геоморфология / С. С. Воскресенский // Атлас Иркутской области. – М. ; Иркутск, 1962. – С. 45-49.

41. Галин З. А. Районирование территории республики Башкортостан по природно-мелиоративным зонам / З. А. Галин // Мелиорация и вод. хоз-во. – 2006. – №1. – С. 28-30.

42. Гейнц В. А. О принципах геолого-гидрогеологического районирования / В. А. Гейнц // Разведка недр. – 1950. – № 4. – С. 43-47.

43. Географические закономерности гидрологических процессов юга Восточной Сибири / под ред.: В. А. Снытко, Л. М. Коротного. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. – 208 с.

44. Геология Сибирской платформы / под ред.: И. И. Краснова, М. Л. Лурье, В. Л. Масайтиса. – М. : Недра, 1966. – 447 с.

45. Геологическая карта СССР. М-б 1:1 000 000. Лист N-47 (48). Серия: Новая серия / А. Л. Додин, Е. И. Гольман, А. А. Семеряков и др. – Иркутск ; Л., 1986.

46. Гидрогеология Прибайкалья / АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т зем. коры ; Е. В. Пиннекер, Б. И. Писарский, И. С. Ломоносов [и др.]. – М. : Наука, 1968. – 170 с.

47. Гидрогеология СССР / под ред. В. Г. Ткачук. – М. : Недра, 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – 367 с.

48. Гидрология юга Восточной Сибири / АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т зем. коры ; отв. ред. Б. В. Зонов. – М. : Наука, 1966. – 171 с.

49. Глинка К. Д. Почвы России и прилегающих стран / К. Д. Глинка. – М. : ГИЗ, 1923. – 348 с.

50. Горшенин К. П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала) / К. П. Горшенин. – М. : Изд-во АН СССР, 1955. – 592 с.

51. Гранина Н. И. Эволюция условий почвообразования в переходный период от среднего к верхнему палеолиту в Западном Забайкалье / Н. И. Гранина, Л. В. Лбова, Ю. А. Козеровская // Проблемы эволюции почв : материалы IV Всерос. конф. Пущино, 9-12 апр. 2001 г. – Пущино ; М., 2001. – С. 107-108.

52. Гранина Н. И. Спектрофотометрический метод как инструмент реконструкции палеоприродной среды / Н. И. Гранина // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 4-7 сент. 2006 г. – Иркутск, 2006. – С. 48-51.

53. Гутарева О. С. Карст в природных и техногенно измененных условиях на юге Восточной Сибири / О. С. Гутарева, Е. А. Козырева, Ю. Б. Тржицинский // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 98-103.

54. Деев Ю. П. Стратиграфический разрез юрских отложений Иркутского угленосного бассейна / Ю. П. Деев // Труды Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. – М., 1957. – С. 98-104.

55. Джамгырчиев Д. Ч. Ландшафтно-мелиоративное районирование Чуйской долины (в пределах Киргизской ССР) : автореф. дис. ... канд. географ. наук : 11.00.01 / Д. Ч. Джамгырчиев ; Моск. гос. ун-т. – Москва, 1991. – 20 с.

56. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – М. : Сельхозгиз, 1953. – 84 с.

57. Дьяконов К. Н. Мелиоративная география / К. Н. Дьяконов, В. С. Аношко. – М. : Изд-во МГУ, 1995. – 254 с.

58. Егоров В. В. Основы районирования, типизации и оценки земель четвертичных аллювиальных равнин в мелиоративных целях / В. В. Егоров // Почвоведение. – 1973. – № 1. – С. 13-24.

59. Елизарова Т. Н. Галогеохимические критерии оценки эколого-мелиоративного потенциала территории Центральной Барабы / Т. Н. Елизарова, Л. А. Магаева // Сиб. экол. журн. – 1994. – №3. – С. 215-225.

60. Еловская Л. Г. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии / Л. Г. Еловская, А. К. Коновровский. – Новосибирск : Наука, 1978. – 174 с.

61. Емельянов В. А. Отчет об инженерно-геологических изысканиях и исследованиях для технического проекта Иркутского гидроузла на р. Ангаре, 1950 / В. А. Емельянов. – Иркутск : МОСГИДЭП, 1951. – 83 с.

62. Еремченко Г. А. Пояснительная записка к карте гидрогеологического районирования для целей мелиорации земель территории листов N-48-XIX; N-48-XXV1; N-48-XXV11. Отчет Приангарского отряда по работам 1980–1985 гг. / Г. А. Еремченко, Т. Ч. Кутузова, А. С. Скуратовский. – Иркутск, 1985. – Т. 1. – 160 с.

63. Жуков В. М. Климат Бурятской АССР / В. М. Жуков. – Улан-Удэ : Бурят. кн. изд-во, 1960. – 188 с.

64. Задорожный В. Ф. Зональные типы природопользования: опыт географического и этнического обоснования и анализа / В. Ф. Задорожный, А. Т. Напрасников, Б. Л. Раднаев. – Новосибирск : Наука, 2010. – 240 с.

65. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв / Ф. Р. Зайдельман. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1987. – 304 с.

66. Зайдельман Ф. Р. Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв / Ф. Р. Зайдельман. – М. : Колос, 2008. – 486 с.

67. Замана Л. В. Мерзлотно-гидрогеологические особенности мелиорируемых земель Баргузинской впадины : дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 04.00.06 / Л. В. Замана ; АН СССР, Сиб. отд-ние, Чит. ин-т природ. ресурсов. – Чита, 1984. – 226 с.

68. Зарубин Н. Е. Мерзлотно-грунтовые условия приложения линии и устойчивость насыпей железной дороги Тайшет–Лена / Н. Е. Зарубин //

Материалы по мерзлотоведению Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск ; М., 1964. – С. 57-64.

69. Зарубинский Я. И. Водоносность четвертичных отложений / Я. И. Зарубинский // Гидрогеология СССР. – М., 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – С. 96-104.

70. Зарубинский Я. И. Водоносность отложений юры / Я.И. Зарубинский // Гидрогеология СССР. – М., 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – С. 110-127.

71. Зверева М. А. Мелиоративная оценка почвенного покрова днищ долин горных рек: на примере р. Партизанской : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / М. А. Зверева ; Биолого-почвен. ин-т ДВО РАН. – Владикавказ, 2002. – 175 с.

72. Иванилова Р. Ф. Гидрогеологические условия территории восточной части листа N-48-XXV. Промежуточный отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 / Р. Ф. Иванилова, З. А. Хлебникова. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т : СВФАН, 1957. – 265 с.

73. Иванилова Р. Ф. Гидрогеологические условия территории листа N-48-XXVII (Усть-Орда). Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 в 1958 г. / Р. Ф. Иванилова, З. А. Хлебникова. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т : СВФАН, 1960. – 883 с.

74. Иванов И. Н. Климат / И. Н. Иванов // Гидрогеология СССР. – М., 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – С. 32-35.

75. Иванов И.Н. Орография / И.Н. Иванов // Гидрогеология СССР. – М., 1968. – Т. 19 : Иркутская область. – С. 29-32.

76. Исаева С. Д. Методология обоснования мелиорации с учетом экологической устойчивости геосистем : дис. ... д. биол. наук : 06.01.02 / С. Д. Исаева. – Москва; Рос. акад. с-х. наук, 2004. – 323 с.

77. Казимиров В. И. Распространение речных наледей на территории Иркутской области / В. И. Казимиров, В. Г. Симов // Наледи Сибири. – М., 1969. – С. 60-62.

78. Карнаухов Н. И. Перспективы развития сельскохозяйственных мелиораций и почвенно-мелиоративное районирование юга Средней и Восточной Сибири / Н. И. Карнаухов // Почвы юга Средней Сибири и их использование. – Иркутск, 1970. – С. 20-29.

79. Карнаухов Н. И. Почвенно-мелиоративное районирование юга Средней и Восточной Сибири / Н. И. Карнаухов, Н. И. Симоненков // Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. – М., 1975. – С. 58-61.

80. Карнаухов Н. И. Мелиорация почв / Н. И. Карнаухов. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1977. – 89 с.

81. Карнаухов Н. И. Отчет по разделу темы: изучение генетико-мелиоративных свойств почв Средней и Восточной Сибири за 1973 г. / Н. И. Карнаухов. – Иркутск, 1973. – 152 с. – Рукопись.

82. Карнаухов Н. И. Почвенно-мелиоративное районирование юга Средней и Восточной Сибири / Н. И. Карнаухов, Н. И. Симоненков // Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. – М., 1975. – С. 58-61.

83. Картушин В. Ш. Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири : пояснительный текст к серии агроклиматических карт Иркутской, Читинской областей и Бурятской АССР / В. Ш. Картушин ; отв. ред. Г. В. Бачурин ; АН СССР. Сиб. отд-ние, Ин-т географии Сибири и Дал. Востока. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – 196 с.

84. Кац Д. М. Гидрогеологическая характеристика орошаемых районов Средней Азии / Д. М. Кац. – Ташкент : ФАН, 1956. – 165 с.

85. Кац Д. М. Методические указания по гидрогеологическому районированию переувлажненных земель гумидной зоны для целей сельскохозяйственных мелиораций / Д. М. Кац, Б. С. Маслов. – М., 1967. – С. 12-25.

86. Качинский Н. А. О принципах построения почвенно-мелиоративной карты в целях ирригации / Н. А. Качинский // Почвоведение. – 1937. – № 6. – С. 918-926.

87. Квашнин С. В. Ландшафтно-мелиоративная оценка природно-хозяйственных систем лесостепи Приишимья: на примере малых водосборов : дис. ... канд. географ. наук : 25.00.23 / С. В. Квашнин ; Ом. гос. аграр.ун-т. – Омск, 2003. – 176 с.

88. Киселева Н. Д. Особенности образования гипса в сезонномерзлотных почвах Приангарья / Н. Д. Киселева, С. Д. Лазарева, О. Г. Лопатовская // Разнообразие мерзлотных и сезоннопромерзающих почв и их роль в экосистемах : материалы V Междунар. конф. по криопедологии. Улан-Удэ, 14-20 сент. 2009 г. – Улан-Удэ, 2009. – С. 149-150.

89. Киселева Н. Д. Вопросы классификации гипсоносных почв Южного Приангарья / Н.Д. Киселева, О.Г. Лопатовская // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сб. материалов IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Томск, 1-5 сент. 2010 г. – Томск, 2010. – Т. 1. – С. 320.

90. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова [и др.]. – М.: Колос, 1977. – 224 с.

91. Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв / В. А. Ковда. – М.; Л.: АН СССР, 1947. – 376 с.

92. Ковда В. А. Районирование орошаемых территорий / В. А. Ковда // Природа. – 1956. – № 4. – С. 18-22.

93. Козлова А. А. Особенности почвенного покрова Южного Предбайкалья и его рациональное использование / А. А. Козлова // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2003. – №7. – С. 104-105.

94. Козлова А. А. Влияние бугристо-западинного рельефа на формирование и развитие почв южной части Предбайкалья / А. А. Козлова // География и природ. ресурсы. – 2006. – №1. – С. 90-95.

95. Колесниченко В. Т. Водно-тепловой режим и агрофизические свойства черноземов выщелоченной лесостепи Восточной Сибири / В. Т. Колесниченко // Почвы, удобрения и урожай в лесостепи Прибайкалья. – Иркутск, 1965. – С. 42-61.

96. Концепция ФЦП «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» : проект / ГНУ ВНИИГиМ, ФГНУ «РосНИИПМ», ГНУ ВНИИОЗ, ФГНУ ВНИИ «Радуга», ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ» ; рец.: И. Г. Ушачев, В. Г. Сычев. – М., 2010. – 60 с.

97. Корзун М. А. Почвы Иркутской области / М. А. Корзун, В. А. Кузьмин // Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. – Иркутск, 1979. – С. 17-36.

98. Корзун М. А. Изменение гидротермических условий осушения торфяных почв Восточного Присаянья / М. А. Корзун, Н. И. Симоненков // Повышение эффективности мелиорируемых земель в Сибири. – Красноярск, 1976. – С. 210-212.

99. Коротный Л. М. Водные ресурсы Ангаро-Енисейского региона: геосистемный анализ / Л. М. Коротный, Л. А. Безруков. – Новосибирск : Наука, 1990. – 216 с.

100. Костюхин Л. Н. Подвижность почвенных фосфатов и эффективность фосфорных удобрений под яровую пшеницу на серых лесных почвах Тулуно-Иркутской лесостепи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л. Н. Костюхин ; Иркут. с.-х. ин-т. – Иркутск, 1969. – 24 с.

101. Крылов М. М. О методе гидрогеолого-мелиоративного районирования Узбекистана / М. М. Крылов // Изв. АН УзССР. – 1952. – № 3. – С. 15-25.

102. Кузнецова А. И. Агрохимическая характеристика почв Иркутской области / А. И. Кузнецова. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1964. – 100 с.

103. Кузьмин В. А. Кислотность лесных почв Приангарья / В. А. Кузьмин // Тр. Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР. Сер. биол. – Иркутск, 1961. – Вып. 27. – С. 27-30.

104. Кузьмин В. А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья / В. А. Кузьмин. – Новосибирск : Наука, 1988. – 174 с.
105. Кузьмин В. А. Почвы южной части Лено-Ангарского плато и Кудинской депрессии и их возможная трансформация при закладке газопровода / В. А. Кузьмин // Почвоведение. – 1995. – № 6. – С. 775-782.
106. Куклина С. Л. Характеристика палеопочв сартанского времени (долина реки Белой) / С. Л. Куклина, И. В. Санникова // Проблемы естественно-научного образования : материалы конф. по итогам науч.-исслед. работ студентов. Иркутск, 23 апр. 2009 г. – Иркутск, 2009. – С. 26-28.
107. Лещиков Ф. Н. Наледообразование в бассейне Усть-Илимского водохранилища / Ф. Н. Лещиков // Проблемы наледообразования. – Чита, 1973. – С. 80-82.
108. Лещиков Ф. Н. Наледи лесостепной зоны Приангарья / Ф. Н. Лещиков // Наледи и наледные процессы в Восточной Сибири. – Иркутск, 1976. – С. 119-124.
109. Лещиков Ф. Н. Мерзлые породы Приангарья и Прибайкалья / Ф. Н. Лещиков. – Новосибирск : Наука, 1978. – 140 с.
110. Лещиков Ф. Н. Мерзлые породы юга Средней Сибири / Ф. Н. Лещиков, М. М. Шац. – М. : Наука, 1983. – 169 с.
111. Логачев Н. А. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра / Н. А. Логачев, Т. К. Ломоносов, В. М. Климанова. – М. : Наука, 1964. – 195 с.
112. Лопатовская О. Г. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Черемховского Приангарья : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.03 / О. Г. Лопатовская ; Иркут. гос. ун-т. – Иркутск, 1997. – 19 с.
113. Лопатовская О. Г. Выделение почвенных эколого-мелиоративных комплексов на ландшафтно-геохимической основе / О. Г. Лопатовская // Геохимия ландшафтов, полеоэкология человека и этногенез : тез. Междунар. симп. Улан-Удэ, 6-11 сент. 1999 г. – Улан-Удэ, 1999. – С. 341-342.
114. Лопатовская О. Г. Эколого-мелиоративная оценка почвенного покрова и группировка почвенных эколого-мелиоративных комплексов / О.

Г. Лопатовская // Интеллект и материальные ресурсы Сибири. Сер. Естеств. науки : мат-лы IV регион. науч.-практ. конф. Иркутск, 28 февр. – 1 марта 2001 г. – Иркутск, 2001. – С. 58-59.

115. Лопатовская О. Г. Почвенные эколого-мелиоративные комплексы Черемховского Приангарья / О. Г. Лопатовская, В. Н. Михайличенко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. – 94 с.

116. Лопатовская О. Г. Принципы выделения почвенных эколого-мелиоративных комплексов (ЭМК) для целей мелиорации / О. Г. Лопатовская // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – Иркутск, 2007. – № 2(54). – С. 175-177.

117. Лопатовская О. Г. Естественная дренированность как мелиоративный фактор / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко // Плодородие почв – уникальный природный ресурс – в нем будущее России: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию книги В.В. Докучаева «Русский чернозем» – Санкт-Петербург, 2008. – С. 70–71.

118. Лопатовская О. Г. Эколого-мелиоративная оценка земельного фонда Приангарья / О. Г. Лопатовская // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 120-124.

119. Лопатовская О. Г. Мелиорация почв. Засоленные почвы / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 101 с.

120. Маев Б. С. Районирование почвенно-мелиоративное / Б. С. Маев // Мелиоративная энциклопедия. – М., 2004. – Т. 3. – С. 84.

121. Макеев О. В. Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири: генезис, свойства и пути рационального использования / О. В. Макеев. – Улан-Удэ : Бурят. кн. изд-во, 1959. – 347 с.

122. Макеев О. В. Агрочувенное районирование. Карта м-б 1:8 000 000 / О.В. Макеев // Атлас Иркутской области. – М. ; Иркутск, 1962. – С. 82.

123. Малышев Л. И. Особенности и генезис флоры Сибири: (Предбайкалье и Забайкалье) / Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова. – Новосибирск : Наука, 1984. – 264 с.

124. Мартынов В. П. Почвы горного Прибайкалья / В. П. Мартынов. – Улан-Удэ : Бурят. кн. изд-во, 1965. – 165 с.

125. Мартынова Н. А. Почвы на фосфоритах Монголии / Н. А. Мартынова // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70 летия образования каф. почвоведения ИГУ. Иркутск, 8-12 окт. 2001 г. – Иркутск, 2001 – С. 56-61.

126. Мартынова Н. А. Почвообразование и выветривание в горных фосфоритных почв Прихубсугулья / Н. А. Мартынова // Актуальные вопросы биологии в Байкальском регионе : материалы Междунар. конф. Иркутск, 23 апр. 2008 г. – Иркутск, 2008. – С. 19-26.

127. Материалы по подземным водам Восточной Сибири : [сб. ст.] / Акад. наук СССР, Вост.-Сиб. фил., М-во геол. и охраны недр СССР, Иркут. геол. упр. ; ред. В. Г. Ткачук. – Иркутск : Иркут. кн. изд-во, 1957. – 182 с.

128. Методические указания по определению мелиоративного фонда для схемы развития и размещения объектов водохозяйственного и мелиоративного строительства. Раздел «Оценка почвенно-мелиоративных условий». – М., 1989. – 42 с. – Рукопись.

129. Миротворцев К. Н. К вопросу о сельскохозяйственном районировании Иркутского округа / К. Н. Миротворцев. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1929. – 69 с.

130. Нагалецкий Э. Ю. Ландшафтно-мелиоративное районирование Краснодарского края / Э. Ю. Нагалецкий // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2011. – Т. 13. – № 1-6. – С. 1371-1374.

131. Надеждин Б. В. Лено-Ангарская лесостепь (почвенно-географическая характеристика) : автореф. дис. ... д-ра. географ. наук / Б. В. Надеждин ; Ленинградский гос. ун-т. – Л., 1960. – 39 с.

132. Надеждин Б. В. Лено-Ангарская лесостепь: Почвенно-географический очерк / Б. В. Надеждин. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 328 с.

133. Напрасников А. Т. Мелиорация почв : учеб. пособие / А. Т. Напрасников. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2014. – 175 с.

134. Научно-прикладной справочник по климату СССР / Ком. по гидрометеорологии при Каб. Министров СССР. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – Сер. 3 : Многолетние данные ; Ч. 1-6 ; Вып. 22 : Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. – 604 с.

135. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – 756 с.

136. Никифорова А. А. Принципы и опыт составления «Агроэкологической почвенно-мелиоративной карты Нечерноземной зоны Европейской России» масштаба 1:1 500 000 : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / А. А. Никифорова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2008. – 24 с.

137. Николаев И. В. Почвы Иркутской области / И. В. Николаев. – Иркутск : ОГИЗ, 1949. – 404 с.

138. Новикова А. Ф. Почвенно-агроэкологическое районирование Волгоградской области и основные направления комплексных мелиораций / А. Ф. Новикова, М. В. Конюшкова // Аридные экосистемы. – 2008. – Т. 14. – № 35-36. – С. 34-46.

139. Ногина Н. А. Почвы Забайкалья / Н. А. Ногина. – М. : Наука, 1964. – 314 с.

140. Одинцов М. М. Проблемы геологии и природные ресурсы Восточной Сибири / М. М. Одинцов. – Новосибирск : Наука, 1986. – 240 с.

141. Памятная книжка Иркутской губернии за 1881 г. – Иркутск, [1882]. – С. 191-252.

142. Панадиади А. Д. Барабинская низменность / А. Д. Панадиади. – М. : Географгиз, 1953. – 232 с.
143. Панин П. С. Почвенно-мелиоративные особенности северо-востока земледельческого пояса Западной Сибири / П. С. Панин, Х. Х. Мелеск, И. Н. Угланов // Проблемы Сибирского почвоведения. – Новосибирск, 1977. – С. 142-158.
144. Пешкова Г. А. Растительность Сибири / Г. А. Пешкова // Предбайкалье и Забайкалье. – Новосибирск, 1985. – С. 104-105.
145. Пикулевич Л. Д. Пучение грунтов в районе строительства Братской ГЭС / Л. Д. Пикулевич // Мерзлотные исследования. – М., 1963. – Вып. 3. – С. 131-157.
146. Пиннекер Е. В. Подземные воды Иркутско-Черемховского промышленного района : дис. ... канд. геол.-минерал. наук / Е. В. Пиннекер ; Томский политехнич. ин-т. – Иркутск, 1958. – 696 с.
147. Пиннекер Е. В. Кембрийские отложения Иркутского амфитеатра / Е. В. Пиннекер. – М. : Наука, 1964. – 195 с.
148. Пиннекер Е. В. Основные гипотезы формирования состава концентрированных рассолов / Е. В. Пиннекер // Основы гидрогеологии. – Новосибирск, 1982. – С. 202-206.
149. Писарев В. Е. Тулунское опытное поле. Организационный план, селекционные работы 1914 г. и сводка работ за 1908-1913 гг. / В. Е. Писарев. – Иркутск : [б/и], 1916. – 156 с.
150. Подземные воды Иркутского угленосного бассейна / под ред. В. Г. Ткачук. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 215 с.
151. Поляков П. В. Особенности эколого-мелиоративной деятельности на агроландшафтах в современных условиях / П. В. Поляков, К. В. Тихонова, А. С. Чешев // Terra Economicus. – 2014. – Т. 12, № 2. – С. 36-39.
152. Помазкина Л. В. Биогеохимический мониторинг и оценка режимов функционирования агроэкосистем на техногенно загрязняемых почвах / Л. В.

Помазкина, Л. Г. Котова, Е. В. Лубнина. – Новосибирск : Наука, 1999. – 207 с.

153. Пономаренко Е. А. Мелиоративная неустроенность земель Иркутской области / Е. А. Пономаренко // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. ст. – Барнаул, 2006. – Кн. 3. – С. 384-387.

154. Пономаренко Е. А. Осушительные мелиорации и деградация земель / Е. А. Пономаренко, Т. М. Коломина // Генезис, картография, кадастр в освоении природных ресурсов Байкальского региона. – Иркутск, 2006. – С. 142-144.

155. Почвенная карта азиатской части СССР. М 1:10 000 000. – М., 1930.

156. Почвенная карта Иркутской области. М 1:500 000. – Иркутск, 1983. – Рукопись.

157. Почвенная карта Иркутской области. М. 1:1 500 000. – М. ; Иркутск : ГУГК, 1988.

158. Почвенно-мелиоративное районирование Коми АССР / И. В. Забоева, В. Г. Казаков, А. В. Кононенко [и др.]. – Сыктывкар : Коми науч. центр УрО АН СССР, 1990. – 32 с.

159. Почвенно-мелиоративные условия / Ф. Р. Зайдельман, И. Н. Скрынникова, Г. Д. Чумичева, А. С. Никифорова, Е. Ю. Морозова // Почвенно-геологические условия Нечерноземья. – М., 1984. – С. 484-503.

160. Почвенно-экологическое картографирование / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева, В. И. Ознобихин, Л. Т. Крупская, Б. Г. Саксин. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 110 с.

161. Почвы Иркутской области: отчет Иркутского филиала Ин-та ВостСибГИПРОЗем. – Иркутск, 1983. – 223 с. – Рукопись.

162. Прейн Я. Н. Очерк Балаганского округа : материалы по исслед. землепользований и хоз. быта сел. поселения Иркут. и Енис. губерний / Я. Н. Прейн. – М., 1890. – Т. 2, вып. 1. – 290 с.

163. Приклонский В. А. Некоторые закономерности формирования грунтовых вод в засушливых областях / В. А. Приклонский // Тр. ЛГП АН СССР. – 1948. – Т. 1. – С. 97-111.

164. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае / Ю. И. Винокуров, Ю. М. Цимбалей, Т. А. Пудовкина, Н. И. Агафонова. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1988. – 136 с.

165. Природно-мелиоративные условия лесостепных районов Восточной Сибири / И. Н. Угланов, В. М. Бояркин, И. Н. Иванов, С. А. Филиппова. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1990. – 160 с.

166. Природные ресурсы Иркутской области и их использование / Адм. Иркутской обл., СО РАН, Ин-т географии. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 153 с.

167. Производственно-технический отчет Иркутской гидрогеолого-мелиоративной партии за 1992 год. – Иркутск, 1993. – 98 с.

168. Пугач С. А. Гидрогеологические условия территории листа N-48-XXXIII (п. Залари) / С. А. Пугач, Л. Н. Бонадаренко. – Иркутск, 1960. – 809 с.

169. Путятин В. Е. Гидрогеологический отчет / В. Е. Путятин. – Иркутск : ПГО Иркутскгеология, 1985. – 250 с.

170. Рабочий проект. Восстановление осушенных земель на площади 698 га в совхозе «Железнодорожник» Усольского района, Иркутской области: отчет по почвенно-мелиоративным изысканиям. – Иркутск, 1984. – 33 с.

171. Рабочий проект. Орошаемый сенокосный участок в совхозе «Ольхонский» Ольхонского района Иркутской области, площадь 231,63 га урочище Харалдай: отчет по почвенно-мелиоративным изысканиям. – Иркутск, 1982. – 18 с.

172. Раевский Э. И. Осадконакопление и климаты внутренней Азии в антропогене / Э. И. Раевский. – М. : Наука, 1972. – 336 с.

173. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.

174. Роговская Н. В. Методика гидрогеологического районирования для обоснования мелиораций / Н. В. Роговская. – М. : ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ, 1959. – 176 с.
175. Роговская Н. В. Сельскохозяйственное производство и продовольственная безопасность в регионах Сибири / Н. В. Роговская, Р. В. Филиппов // «Наукоедение». – 2014. – № 3 (22). – С. 1-21. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/50EVN314.pdf>. (дата обращения: 25.06.2016).
176. Рынкс Н. И. Почвы Приангарской лесостепи и их сельскохозяйственное использование (на примере Аларского аймака) / Н. И. Рынкс. – Иркутск : Иркут. кн. изд-во, 1959. – 62 с.
177. Саваренский Ф. П. О принципах гидрогеологического районирования / Ф. П. Саваренский // Сов. геология. – 1947. – № 19. – С. 19-23.
178. Семенова Л. И. Особенности микроэлементного состава почв геосистем Приольхонья / Л. И. Семенова // География и природ. ресурсы. – 2002. – № 4. – С. 62.
179. Серышев В. А. Агроландшафтное районирование Иркутской области / В. А. Серышев, В. И. Солодун // География и природ. ресурсы. – 2009. – №2. – С. 86–94.
180. Соколов А. В. Почвенно-агрохимическая карта СССР / А. В. Соколов, Н. Н. Розов, Е. Н. Руднева // Агрохимия. – 1976. – № 1. – С. 46.
181. Сочава В. Б. Физико-географические области Азии / В. Б. Сочава, Д. А. Тимофеев // Докл. Ин-та Сибири и Дал. Востока. – Иркутск, 1968. – Вып. 19. – С. 3-19.
182. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава // Почвенный криогенез и мелиорация мерзлотных и холодных почв. – Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
183. Спижарский Т. Н. Сибирская платформа / Т. Н. Спижарский, Л. В. Булина, В. Н. Мошкина // Геологическое строение СССР. – М., 1968. – Т. II. – С. 469-509.

184. Справочник по климату СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1966-1969. – Вып. 22 : Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. – 320 с.
185. Степанов А. Я. Среднесибирская страна / А. Я. Степанов // Физическая география СССР (Азиатская часть). – М., 1976. – С. 193-232.
186. Сугаченко А. А. Эколого-мелиоративные особенности почвенного покрова Приольхонья / А. А. Сугаченко, О. Г. Лопатовская, Г. В. Кондратьева // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию кафедры почвоведения ИГУ – Иркутск, 2006. – С. 480–483.
187. Сугаченко А. А. Естественная дренированность Иркутско-Черемховской равнины / А. А. Сугаченко, О. Г. Лопатовская // Почвы Сибири: генезис, география, экология и рациональное использование: мат-лы конф., посвящ. 100-летию выдающегося организатора почвенной науки Р. В. Ковалев – Новосибирск, 2007. – С. 166–167.
188. Сугаченко А. А. Природно-мелиоративное районирование Приангарья / А. А. Сугаченко, О. Г. Лопатовская // Мелиорация и вод. хоз-во.– 2010. – №1. – С. 48-50.
189. Сугаченко А. А. Мелиоративное состояние земель Предбайкалья / А. А. Сугаченко // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск, 2011. С. – 314. –316.
190. Сугаченко А. А. Почва как объект эколого-мелиоративного районирования / А. А. Сугаченко, О. Г. Лопатовская, А. А. Сороковой // Вестн. Бурят. гос. с.-х. акад. им. В. Р. Филиппова. – 2012. – № 3. – С. 35-40.
191. Сугаченко А. А. Оценка показателей естественной дренированности почв Предбайкалья для целей мелиорации / А. А. Сугаченко, Д. Е. Гавриков, О. Г. Лопатовская // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 2 (14).– С. 15–24.
192. Теоретические и методические основы предотвращения дефляции почв / А. Н. Каштанов, А. С. Извеков, Н. И. Панин, Г. Г. Мамаева // Научные

основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. – М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – С. 310-352 а.

193. Теоретические и методические основы предотвращения водной эрозии почв / А. Н. Каштанов, А. С. Извеков, В. А. Рожков, И. В. Кузнецова, Н. П. Сорокина и др. // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. – М. : Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – С. 213-295 б.

194. Титов Н. А. Подземные воды и инженерно-геологические условия окрестностей г. Иркутска / Н. А. Титов. – Иркутск : ВСГТ, 1936. – 23 с.

195. Ткачук В. Г. Подземные воды Иркутской области и их народнохозяйственное значение / В. Г. Ткачук, Е. В. Пиннекер. – Иркутск : АН СССР, Сиб. Отд-ние : Вост.-Сиб. геол. ин-т, 1959. – 111 с.

196. Ткачук В. Г. Мелкомасштабное мелиоративно-гидрогеологическое районирование (на примере Причерноморской впадины) / В. Г. Ткачук, В. Л. Цапенко // Мелиоративное гидрогеологическое картирование и районирование на примере крупных орошаемых массивов юга УССР. – Киев, 1967. – С. 38-45.

197. Трофимова Е. В. Оледенение пещер Байкала / Е. В. Трофимова // Криосфера Земли. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 14–21.

198. Угланов И. Н. Региональные водоупоры и дренированность территорий юго-востока Западной Сибири / И. Н. Угланов // Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. – Новосибирск, 1977. – С. 11-18.

199. Угланов И. Н. Мелиорируемая толща почв и пород юга Западной Сибири / И. Н. Угланов. – Новосибирск : Наука, 1981. – 192 с.

200. Угланов И. Н. Опыт природно-мелиоративного районирования и картографирования в срединном регионе СССР / И. Н. Угланов // Мелиорация земель в Сибири. – Красноярск, 1984. – С. 6-15.

201. Угланов И. Н. Мелиорация почв / И. Н. Угланов. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1991. – 126 с.

202. Угланов И. Н. Мелиоративное районирование юга Западно-Сибирской равнины / И. Н. Угланов, П. С. Панин // Особенности мелиорации земель Западной Сибири. – Новосибирск, 1979. – С. 116-133.

203. Угланов И. Н. Почвенно-мелиоративный фонд и основные направления развития мелиораций в Иркутской области / И. Н. Угланов, М. А. Корзун, В. П. Мартынов // Опыт, проблемы и задачи эффективного использования земель Иркутской области. – Иркутск, 1986. – С. 3-8.

204. Угланов И. Н. Почвенно-мелиоративный фонд и мелиоративное районирование Иркутской области / И. Н. Угланов, А. А. Скуратовский, О. Г. Лопатовская // Мелиорация почв. – Иркутск, 1991. – С. 94-120.

205. Угланов И. Н. Природно-мелиоративное районирование Иркутской области / И. Н. Угланов, О. Г. Лопатовская // Ресурсно-экологическое картографирование на основе информационных технологий : тез. докл. V науч. конф. Иркутск, 13-15 окт. 1993 г. – Иркутск, 1993. – С. 153-154.

206. Урусевская И. С. Почвенно-географическое районирование как научное направление и основа рационального землепользования / И. С. Урусевская, И. О. Алябина, С. А. Шоба // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1020.

207. Филиппов А. С. Особенности формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия Прибайкалья / А. С. Филиппов, В. И. Солодун // Вестн. ИГСХА. – 2005. – Вып. 27. – С. 30-33.

208. Филюк А. Г. Отчет об исследованиях режима грунтовых вод района водохранилища Суховской ГЭС за период 1954–1956 гг. / А. Г. Филюк. – Иркутск : МОСГИДЭП, 1956. – 62 с.

209. Флоренсов Н. А. Рельеф и геологическое строение / Н. А. Флоренсов, В.Н. Олюнин // Предбайкалье и Забайкалье. – М., 1965. – С. 23-90.

210. Фролова Н. В. Вопросы стратиграфии, регионального метаморфизма и гранитизации архея Южной Якутии и Восточной Сибири / Н. В. Фролова // Тр. / Вост.-Сиб. геол. ин-т. – М., 1962. – Вып. 5. – С. 7-19.

211. Хисматуллин Ш. Д. Вопросы рационального использования засоленных почв Иркутской области / Ш. Д. Хисматуллин // Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. – Иркутск, 1979. – С. 76-87.

212. Хитров Н. Б. Теоретические и методические основы предотвращения переувлажнения почв, подтопления и заболачивания земель / Н. Б. Хитров // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. – М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – С. 134-212.

213. Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование / Н. Н. Ходжибаев. – Ташкент : Фан, 1975. – 144 с.

214. Цэдэндамбын Б. Природно-мелиоративное районирование и оценка эффективности орошения земель Монгольской народной Республики : автореф. дис. ... канд. с-х. наук : 06.01.02 / Б. Цэдэндамбын ; Моск. гидромелиоратив. ин-т. – Москва, 1990. – 21 с.

215. Челинцев А. Н. Русское сельское хозяйство перед революцией / А. Н. Челинцев. – М. : Новый агроном, 1928. – 239 с.

216. Чернаков Ю. С. Структура почвенного покрова и почвенно-мелиоративная оценка территории Амуро-Зее-Буреинского междуречья : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.03 / Ю. С. Чернаков ; Благовещ. с.-х. ин-т. – Благовещенск, 1984. – 192 с.

217. Черноусенко Г. И. Засоленные почвы Иркутской области (Предбайкалье) / Г. И. Черноусенко, О. Г. Лопатовская // Засоленные почвы России / отв. ред.: Л. Л. Шишов, Е. И. Панкова. – М., 2006. – С. 600-646.

218. Шпейзер Г. М. Современное состояние качества р. Ангары с учетом антропогенного воздействия / Г. М. Шпейзер, В. И. Алиева, А. А. Алиев // Водные ресурсы Байкальского региона: проблемы формирования и использования на рубеже тысячелетий : материалы науч.-практ. конф. Иркутск, 6-9 окт. 1998 г. : в 2 т. – Иркутск, 1998. – Т.1. – С. 137-139.

219. Эколого-мелиоративный потенциал почвенного покрова Западной Сибири / Т. Н. Елизарова, В. А. Казанцев, Л. А. Магаева, М. Т. Устинов. – Новосибирск : Наука, 1999. – 240 с.

220. Agricultural environments. Characterization, classification and mapping : proc. of the Rome workshop on agro-ecological characterization, classification and mapping, 14-18 Apr. 1986 / Ed. by A. H. Bunting. – Wallingford : C.A.B. intern., 1987. – 335 p.

221. Function of soils in the Forest landscapes South of Prebaikalia, are formed in conditions of pit and mound microrelief / A. A. Kozlova, V. A. Kuzmin, A. P. Makarova [et al.] // Ekology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia : sbornik prispevku z konference konane. 14-18.02. 2008. – Kostelec nad Cernymi lesy, Ceska republika, 2008. – P. 49-55.

222. Kuklina S. Genesis of soils Priangarye under pine forests with motley grass / S. Kuklina, N. Kiseleva, O. Lopatovskaya // Ekology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia : sbornik prispevku z konference konane. 14-18.02. 2008. – Kostelec nad Cernymi lesy, Ceska republika, 2008. – P. 199-202.

223. Ladonin V. F. The strategy of the Russian agriculture in the twenty-first century. – Moscow : Agroconsult. – 1999. – 36 p.

224. Land use and landscape planning / Ed. by D. Lovejoy with a forew. by HRH Duke of Edinburgh. – Aylesbury : Hill books : An intertext publ, 1973. – XII. – 308 p.

225. Rosenblume J. W. Agriculture in the twenty-first century. – New York : A. P, 1983. – 305 pp.

226. Sugachenko A. A. Landscape-meliorative features Soil reserve Vitimskogo / A. A. Sugachenko, O. G. Lopatovskaya // Ecology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia : collection of abstracts. – Praga, 2008. – P. 35.

227. Sugachenko A. A. Landscape-meliorative features Soil of Tunkinsky hollow / A. A. Sugachenko, O. G. Lopatovskaya // Ecology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia : collection of abstracts. – Praga, 2009. – P. 28.

228. Zaidelman F.R. Agroecological soil-ameliorative map of the nonchernozemic zone of European Russia at a scale of 1 1500 000 / F. R. Zaidelman, A. A. Nikiforova // Eurasian Soil Science. – 2009. – T. 42, № 11. – P. 1300-1310.

229. The Water Resources of Siberia: present state, problems, and potential uses / L. A. Bezrukov, O. V. Gagarinova, N. V. Kichigina, L. M. Korytny, R. A. Fomina // Geography and natural resources. – 2014. – Vol. 35, № 4. – P. 326-336.

Приложение 1 – Показатели естественной дренированности, рассчитанные по морфометрическим показателям

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Бассейн р. Ангара									
Гальца	26	170	74	560	480	3,1	1,4	80	0,4
Ушаковка	77	833	194	-	-	5,4	1,3	420	0,2
Кая	33	203	55	-	-	3,5	1	120	0,3
Иркут	488	15000	1331	-	-	3,2	0,3	1550	0,1
Бол. Олха	84	639	261	900	440	5,5	2,2	460	0,4
Куда	226	8030	1483	-	-	2,3	0,4	520	0,2
Кукуна	31	298	31	700	550	4,3	0,5	150	0,1
Ордушка	23	545	77	520	470	2,2	0,3	50	0,1
Ишин-Гол	34	318	50	720	470	7,4	1,2	250	0,2
Мурин	119	2720	630	-	-	2,3	0,5	270	0,2
Каменка	51	610	105	-	-	3,6	0,6	180	0,2
Задай-Тологой	30	229	58	760	670	3	0,8	90	0,3
Харат	56	289	117	-	-	4,8	1,9	270	0,4
Тамара	36	241	93	720	550	4,7	1,8	170	0,4
Кукут	45	410	113	760	520	5,3	1,5	240	0,3
Прав. Кукут	22	135	40	680	581	4,6	1,4	99	0,3
Куяда	56	537	131	760	490	6,3	1,5	270	0,2
Бол. Кот	53	336	121	-	-	7,8	2,8	420	0,4
Оек	54	600	72	-	-	3,8	0,5	210	0,1
Мал. Кот	35	120	53	-	-	6,8	3	240	0,4
Мегет	17	75	27	480	430	2,9	1	50	0,4
Бол. Кармагой (Балей)	57	912	112	600	430	3	0,4	170	0,1

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Китой	316	9190	1578	-	-	6,5	1,1	2050	0,2
Бол. Черемшанка	52	445	87	1200	500	13,5	2,6	700	0,2
Холомха	31	240	106	900	700	6,5	2,9	200	0,4
Тайсук	101	1700	406	-	-	5,9	1,4	600	0,2
Бол. Зого	28	108	107	800	550	8,9	8,8	250	1,0
Ода	67	524	162	750	420	4,9	1,5	330	0,3
Целота	52	228	52	500	420	1,5	0,3	80	0,2
Ёрма	80	573	190	2000	550	18	6	1450	0,3
Урик	210	3520	607	-	-	8,5	1,47	1800	0,2
Елахой	36	267	74	1650	1150	13,9	13,9	500	0,3
Голуметь	117	1670	214	680	450	2	0,3	230	0,1
Аларь	31	400	45	480	450	1,9	0,2	30	0,1
Мал. Белая	189	6020	920	1600	450	6,1	0,9	1150	0,2
Онот	153	2270	411	3000	510	16,3	3	2490	0,2
Мал. Иреть	90	1275	123	-	-	8,9	0,9	800	0,1
Хайта	79	773	219	-	-	1,5	0,4	120	0,3
Ида	153	2270	474	840	410	2,8	0,6	430	0,2
Тараса	17	328	62	560	410	8,8	1,7	150	0,2
Оса	113	1820	390	840	420	3,7	0,8	420	0,2
Каха	67	574	117	800	410	5,8	1,2	390	0,2
Обуса	80	842	154	900	410	6,1	1,1	490	0,2
Залари	109	1490	148	550	415	1,2	0,1	135	0,1
Куйта	47	356	66	550	350	4,3	0,8	200	0,2
Унга	85	1660	119	490	410	0,9	0,1	80	0,1
Када	62	660	146	-	-	4,8	1,1	300	0,2
Куда	56	416	80	-	-	2	0,4	120	0,2

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Муя	49	808	240	800	400	8,2	2,4	400	0,3
Тарей	36	252	108	800	450	9,7	4,2	350	0,4
Тунак	68	891	124	-	-	5,9	0,8	400	0,1
Толкича	51	626	79	800	450	6,9	0,9	350	0,1
Уда	55	692	70	-	-	6,1	0,6	340	0,1
Еловка	24	312	50	-	-	2,4	0,4	60	0,2
Верх. Янды	27	204	55	820	400	15,6	4,2	420	0,3
Ниж. Янды	22	209	50	700	410	13,2	3,2	290	0,2
Куй	48	892	286	530	400	2,7	0,9	130	0,3
Мал. Куй	59	507	129	640	408	3,9	1	232	0,3
Баранова	30	276	117	-	-	5,9	2,5	180	0,4
Дымчара	28	274	87	600	450	5,3	1,7	150	0,3
Егирма	52	763	368	-	-	3,1	1,5	160	0,5
Тарей (в Егирму)	49	392	199	550	420	2,7	1,4	130	0,5
Карах	29	307	77	520	450	2,4	0,6	70	0,3
Черная (Бр. Вдхр.)	19	225	40	480	450	1,6	0,3	30	0,2
Бол. Зерма	28	184	106	500	450	1,8	1	50	0,6
Видим	42	408	132	-	-	2,4	0,8	110	0,3
Чама	58	465	153	-	-	2,3	0,76	140	0,3
Кежма-Кежемская	50	469	202	-	-	2,4	1	120	0,4
Кежма-Наратайская	52	505	153	-	-	2,5	0,8	130	0,3
Тарей (Бр. Вдхр.)	39	305	113	540	400	3,6	1,3	140	0,4
Далдарма	34	315	164	1850	650	35,3	18,4	1200	0,5
Гуник	38	300	227	900	650	32,9	24,9	250	0,8
Тагна	158	2550	455	1000	450	3,5	0,6	550	0,2
Тагна Черная	53	495	217	2200	700	28,3	12,4	1500	0,4

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1-h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Зима	207	4460	1078	1200	450	3,6	0,9	750	0,2
Белая Зима	22	139	110	1000	700	13,6	10,8	300	0,8
Башир	35	156	51	1000	550	12,9	4,2	450	0,3
Бол. Одай	41	284	102	1100	550	13,4	4,8	550	0,4
Андот	26	218	44	1000	550	17,3	3,5	450	0,2
Огной	67	625	126	1200	550	9,7	2	650	0,2
Щильбей	92	557	92	600	560	0,4	0,1	40	0,2
Игна	75	551	75	550	450	1,3	0,2	100	0,1
Кимильтей	141	3220	589	560	410	1,1	0,2	150	0,2
Или	74	545	205	570	450	1,6	0,6	120	0,4
Урункуй	62	450	117	550	450	1,6	0,4	100	0,3
Алка	93	983	134	650	420	2,5	0,3	230	0,1
Буря	77	813	103	570	400	2,2	0,3	170	0,1
Када	38	283	91	600	550	1,3	0,4	50	0,3
Топорок	29	255	43	-	-	1,2	0,2	40	0,2
Ниж. Имбрей	24	200	94	560	430	5,4	2,5	130	0,5
Верх. Имбрей	37	176	60	580	430	4,1	1,4	150	0,3
Бол. Атубь	45	325	105	600	430	3,8	1,2	170	0,3
Мал. Атубь	33	248	63	500	450	1,5	0,4	50	0,3
Барбитай	94	1515	308	2000	660	14,3	2,9	1340	0,2
Утхум	65	793	225	2000	1100	13,8	3,9	900	0,3
Икей	148	2890	281	-	-	6,6	0,6	980	0,1
Кирей	172	3260	975	1700	450	7,3	2,2	1250	0,3
Калга	30	253	97	1700	650	35	13,4	1050	0,4
Ярма	51	385	236	1600	650	18,6	11,4	950	0,6
Мал. Ильмига	43	200	47	700	550	3,5	0,8	150	0,2

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1-h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Бол. Ильмига	62	310	120	1000	550	7,3	2,8	450	0,4
Кирейская Тагна	72	535	133	900	550	4,9	1,2	350	0,2
Азей	97	593	116	550	450	1	0,2	100	0,2
Эхтей	46	415	92	600	450	3,3	0,7	150	0,2
Курзанка	117	1540	256	750	450	1,7	0,3	300	0,2
Илир	147	1680	395	-	-	1,6	0,4	240	0,2
Кардой	41	366	161	-	-	5	2,2	210	0,4
Бол. Карай	54	964	208	600	430	3,1	0,7	170	0,2
Тангуй	114	1600	478	550	450	0,9	0,3	100	0,3
Тарей	35	328	92	550	450	2,9	0,8	100	0,3
Ирил	38	252	127	650	450	5,3	2,7	200	0,5
Бада	71	840	300	700	450	3,5	1,2	250	0,4
Мал. Бада	42	410	84	600	450	3,6	0,7	150	0,2
Адьба	42	279	127	520	450	1,7	0,8	70	0,5
Кобь	22	275	73	580	450	5,9	1,6	130	0,3
Силать	21	230	61	500	450	2,4	0,6	50	0,3
Ербь	46	299	113	520	450	1,5	0,6	70	0,4
Кежма-Дубынинская	84	790	242	-	-	4	1,2	340	0,3
Шаманка	60	520	166	-	-	3,7	1,2	220	0,3
Вихорева	236	5340	834	680	270	1,7	0,3	410	0,2
Ближ. Табь	74	686	172	550	330	3	0,8	220	0,3
Сосновка	29	165	71	550	230	1,1	4,7	320	0,4
Эдучанка	127	1650	210	440	270	1,3	0,2	170	0,1
Вилина	26	265	70	780	470	12	3,2	310	0,3
Дальняя Речка	23	145	59	830	500	14,3	5,8	330	0,4
Кочерга	29	185	81	620	400	7,6	3,3	220	0,4

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Туна	83	1847	313	800	400	4,8	0,8	400	0,2
Прав. Вилина	42	265	42	800	550	3	0,5	250	0,2
Кумикан	27	140	49	700	440	9,6	3,4	260	0,4
Чекуша	34	172	68	760	410	10,3	4,1	350	0,4
Бол. Жиганка	30	290	68	740	370	12,3	2,9	370	0,2
Чора	91	1129	323	600	340	2,9	0,8	260	0,3
Черноусиха	38	180	38	640	250	10,3	2,2	390	0,2
Бол. Речка	36	220	36	600	320	7,8	1,3	280	0,2
Коченга	121	3830	857	1000	300	5,8	1,3	700	0,2
Кочаяк	47	601	146	820	430	8,3	2	390	0,2
Рассоха	65	831	147	700	370	5,1	0,9	330	0,2
Бол. Верея	38	423	92	700	340	9,5	2,1	360	0,2
Мал. Верея	24	200	45	640	350	12,1	2,7	290	0,2
Мальга	39	268	150	600	350	6,4	3,6	250	0,6
Иреек-Борисовский	85	1284	306	600	330	3,2	0,8	270	0,2
Бол. Верея	35	280	112	620	300	9,1	3,6	320	0,4
Порожня	45	288	148	580	280	6,7	3,4	300	0,5
Холоповская	30	188	110	700	295	13,5	7,9	405	0,6
Аталонова	37	340	91	620	350	7,3	2	270	0,3
Коршуниха	51	446	145	600	400	3,9	1,3	200	0,3
Буканка	34	205	124	570	270	8,8	5,3	300	0,6
Черная	53	448	246	570	350	4,2	2,3	220	0,5
Зырянка	36	497	129	450	270	5	1,3	180	0,3
Казачья	46	400	155	500	250	5,4	2,1	250	0,4
Турига	91	1782	188	630	250	4,2	0,4	380	0,1
Читорма	88	830	377	550	270	3,2	1,6	280	0,5

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Игирма	196	4490	427	600	270	1,7	0,2	330	0,1
Яра	73	479	140	630	300	4,5	1,3	330	0,3
Туба	181	2086	388	550	270	1,5	0,3	280	0,2
Бадарма	126	2060	483	-	-	2,1	0,5	270	0,2
Чагочан	33	426	108	400	330	2,1	0,5	70	0,3
Карапчанка	92	810	116	630	330	3,3	0,5	300	0,1
Невонка	55	378	187	300	130	3,1	1,5	170	0,5
Бол. Яросама	72	476	106	620	220	5,6	1,2	400	0,2
Тушама	224	3400	777	-	-	0,8	0,2	180	0,2
Веря	56	419	120	350	220	2,3	0,7	130	0,3
Немтуга	66	638	162	400	227	2,6	0,7	173	0,3
Зелинда	66	569	156	500	180	4,8	1,3	320	0,3
Веря	44	301	143	470	180	6,6	3,1	290	0,5
Сикили	36	95	36	350	220	3,6	1,4	130	0,4
Железная	41	336	72	400	220	4,4	0,9	180	0,2
Юктэли	120	1870	265	360	180	1,5	0,2	180	0,1
Полива	155	1780	221	550	225	2,1	0,3	325	0,1
Бассейн р. Лена									
Юхта 1	55	308	151	980	750	4,2	2,1	230	0,5
Юхта 2	34	185	80	980	750	6,8	2,9	230	0,4
Панкуча	36	310	77	1400	750	18,1	4,5	650	0,2
Негнедай	43	375	111	850	750	2,3	0,7	100	0,3
Мал. Анай	60	385	149	1400	750	10,8	4,2	650	0,4
Бол. Анай	78	1205	411	1600	750	10,9	3,7	850	0,3
Алиллей	37	206	141	1100	650	12,2	8,3	450	0,7
Чанчур	68	698	353	1200	650	8,1	4,1	550	0,5

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Курункуй	34	174	74	800	620	5,3	2,3	180	0,4
Кодогон	34	200	97	900	550	10,3	4,9	350	0,5
Лев. Иликта	80	1190	450	980	550	5,4	2	430	0,4
Прав. Иликта	105	2850	589	1050	550	4,8	1	500	0,2
Сред. Иликта	49	500	254	1150	680	9,6	4,9	470	0,5
Белета	57	240	149	1000	650	6,1	3,8	350	0,6
Бирюлька	43	281	109	870	550	7,4	2,9	320	0,4
Жуя	30	170	105	770	550	7,3	4,5	220	0,6
Манзурка	214	5280	111	1000	550	2,1	0,4	450	0,0
Обуса	31	210	97	900	550	11,3	5,2	350	0,5
Кырма	41	790	101	1000	560	10,7	1,4	440	0,1
Куйтун	46	200	140	950	560	8,5	5,9	390	0,7
Унгура	214	5280	681	1010	600	1,9	0,2	410	0,1
Затхун	32	177	119	1000	750	6,9	4,6	250	0,7
Тыгильца	11	82	24	800	720	7,3	2,1	80	0,3
Ходонца	50	200	92	700	550	3	1,4	150	0,5
Мал. Анга	98	1190	263	800	550	2,6	0,6	250	0,2
Улун	31	174	63	1000	650	11,3	4,1	350	0,4
Бол. Анга	167	2540	602	850	550	2,4	0,01	300	0,2
Куленга	140	3220	986	950	450	3,6	1,1	500	0,3
Тышей	24	150	45	950	750	8,3	2,5	200	0,3
Магдан	29	330	72	900	750	5,2	1,1	150	0,2
Икей	40	405	120	900	680	5,5	1,6	220	0,3
Тальма	76	585	236	1000	480	6,8	2,8	520	0,4
Идычер	38	290	119	950	540	10,8	4,4	410	0,4
Гульма	32	243	120	800	450	10,9	5,4	350	0,5

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Тутура	222	7300	1925	1000	450	2,5	0,7	550	0,3
Назима	65	316	177	1000	750	3,9	2,2	250	0,6
Конор	34	191	81	850	750	2,9	1,3	100	0,4
Абура	32	420	146	880	650	7,2	2,5	230	0,3
Мартукан	31	215	105	900	550	12,9	6,3	350	0,5
Келора	77	1653	551	880	500	4,9	1,7	380	0,3
Монка	46	280	111	950	550	8,7	3,5	400	0,4
Буарентай	49	374	133	1000	650	7,1	2,5	350	0,4
Берая	48	489	112	950	500	9,4	2,2	450	0,2
Чикан	142	1980	453	1000	550	3,2	0,7	450	0,2
Ближ. Берая	31	252	76	1000	450	17,7	5,3	550	0,3
Дальн. Берая	30	290	55	1100	550	18,3	3,5	550	0,2
Хылден	29	320	59	950	550	13,8	2,5	400	0,2
Иректа	23	215	45	900	770	3,7	1,2	130	0,2
Олеккан	31	389	76	900	550	11,3	2,2	350	0,2
Кичей	57	900	212	1000	500	8,8	2,1	500	0,2
Лев. Кичей	34	371	76	900	520	11,2	2,3	380	0,2
Балыхта	35	400	72	800	550	7,1	1,3	250	0,2
Качикан	11	228	17	870	550	29,1	2,2	320	0,1
Басьма	56	1035	262	800	450	6,3	1,6	350	0,3
Прав. Басьма	46	350	85	900	450	9,8	2,4	450	0,2
Лев. Басьма	25	155	51	800	450	14	4,6	350	0,3
Тилик	95	2237	549	800	550	2,6	0,7	250	0,2
Кикирек	31	248	49	820	550	8,7	1,7	270	0,2
Бича	38	467	115	880	350	13,9	3,4	530	0,2
Боты	35	377	94	900	370	15,1	3,8	530	0,2

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Немтанка	38	350	116	900	450	11,8	3,9	450	0,3
Чичапта	78	1300	280	1000	650	4,5	1	350	0,2
Хайрюзовка	30	200	86	1000	470	17,7	7,6	530	0,4
Илиньга	46	630	110	870	400	10,2	1,8	470	0,2
Аталанга	59	663	210	800	340	7,8	2,5	460	0,3
Орлинг	145	5670	798	1000	330	4,6	0,7	670	0,1
Поворотная	44	435	134	1000	450	12,5	3,9	550	0,3
Кислая	52	433	137	1250	450	15,4	4,9	800	0,3
Нюча	36	385	73	1100	580	14,4	2,7	520	0,2
Буруна	25	218	86	1000	580	16,8	6,6	420	0,4
Кухта	60	630	154	900	250	10,8	2,7	650	0,2
Верх. Кытырма	70	580	142	820	250	8,1	1,2	570	0,2
Ниж. Кытырма	68	975	110	800	250	8,1	0,9	550	0,1
Прав. Селенга	59	758	179	700	250	7,6	1,8	450	0,2
Лев. Селенга	30	208	68	710	450	8,7	2,8	260	0,3
Ига	91	1300	321	1100	350	8,2	2	750	0,2
Сухая Речка	38	280	119	800	350	11,8	5	450	0,4
Кокора	48	273	81	800	250	11,5	3,4	550	0,3
Турука	104	1660	390	680	350	3,2	0,7	330	0,2
Лимчиган	28	135	50	650	450	7,1	2,6	200	0,4
Мойгумна	32	258	69	650	450	6,3	1,7	200	0,3
Купа	166	3460	2697	850	270	3,5	2,7	580	0,8
Мука	65	675	300	500	300	3,1	0,4	200	0,4
Березовая	44	235	112	550	330	5	2,4	220	0,5
Подъемная	38	180	80	600	360	6,3	2,8	240	0,4
Каймонка	41	170	80	580	330	6,1	2,8	250	0,5

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Бол. Боровка	36	300	97	520	340	5	1,6	180	0,3
Ялыка	87	935	422	520	370	1,2	0,5	150	0,5
Кута	408	12500	1800	650	300	0,9	0,1	350	0,1
Мал. Ялыка	67	245	208	550	370	2,7	2,3	180	0,8
Берьякан	38	230	123	500	350	4	2,1	150	0,5
Кольдякчин	61	285	183	520	370	2,5	1,6	150	0,6
Бол. Ичеда	71	955	168	530	380	2,1	0,4	150	0,2
Озерная	51	335	86	670	470	3,9	1	200	0,3
Чикмар	39	330	103	650	470	4,6	1,4	180	0,3
Якурим	73	1150	249	600	280	4,4	1	320	0,2
Минган	40	250	102	680	370	7,8	3,2	310	0,4
Половинная	38	176	63	650	260	10,3	3,7	390	0,4
Казарка	38	230	74	620	260	9,5	3,1	360	0,3
Верх. Бочакта	48	490	82	630	260	7,7	1,3	370	0,2
Таюра	216	5720	811	1000	300	3,2	0,5	700	0,1
Ния	98	2255	321	800	370	3,4	0,5	430	0,1
Молчан	39	655	88	750	370	9,7	1,3	380	0,1
Половинная	47	240	65	600	270	7	1,9	330	0,3
Бол. Тира	219	5160	1099	550	270	1,3	0,3	280	0,2
Мал. Тира	166	1930	522	650	320	2	0,5	330	0,3
Белая	63	345	146	580	450	2,1	0,9	130	0,4
Улькан	103	1610	227	600	270	3,2	0,5	330	0,1
Хангорок	36	425	119	2200	1100	30,5	8,5	1100	0,3
Кара-Бурень	96	1840	287	-	-	11	1,7	1060	0,2
Бургутуй	34	281	107	2200	900	38	14,5	1300	0,4
Нерха	36	328	216	1700	850	23,6	15,5	850	0,7

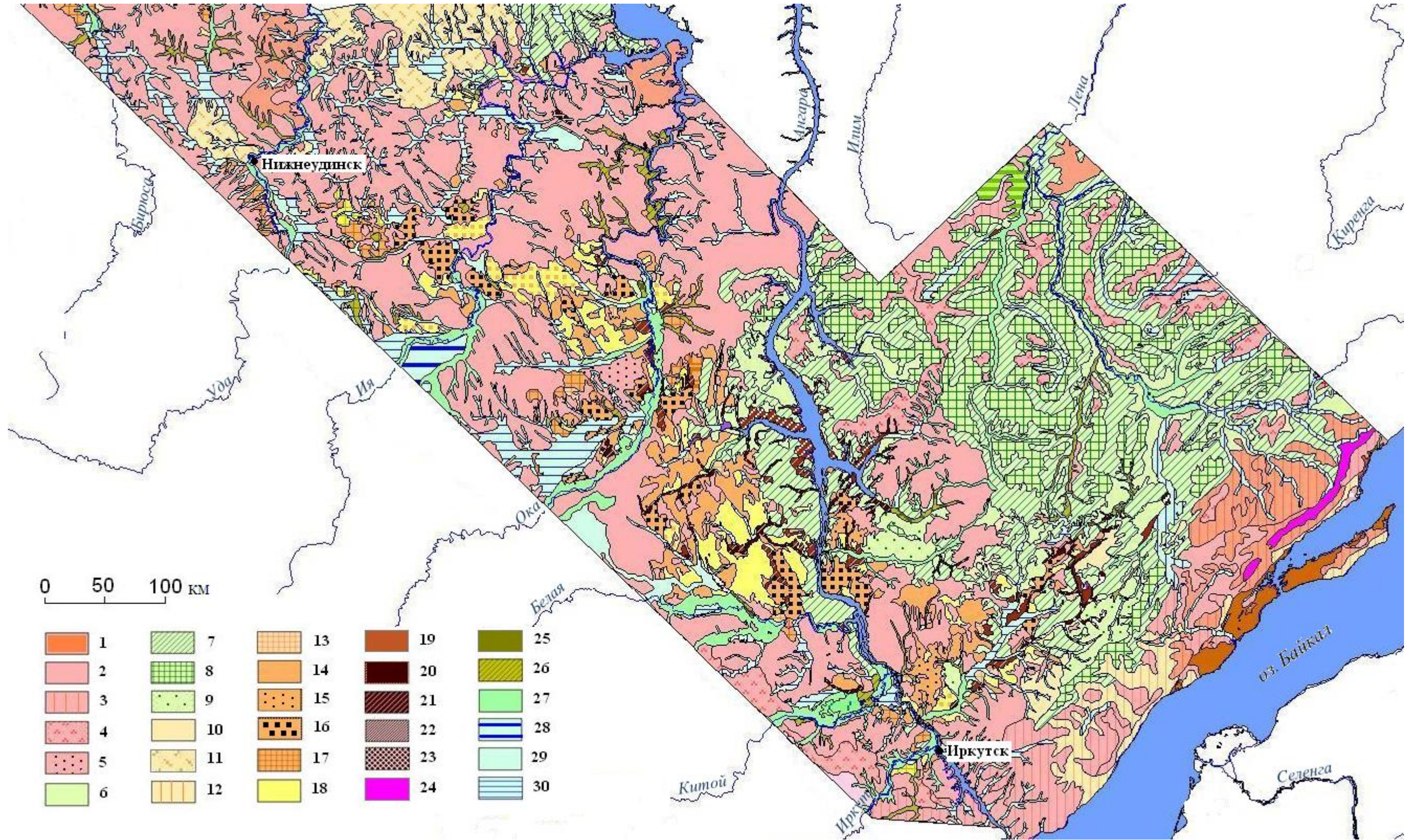
Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Хайлама	89	1125	385	2000	720	14,4	4,9	1280	0,3
Хунга	62	485	217	1400	550	13,7	6,1	850	0,4
Хадама	45	436	167	1200	650	12,2	4,7	550	0,4
Огнит	85	813	250	1700	550	13,5	4,2	1150	0,3
Ут	76	991	343	-	-	1,6	0,6	120	0,3
Орик	43	311	155	1000	550	10,5	5,2	450	0,5
Аин	46	160	69	620	450	3,7	1,6	170	0,4
Муксут	55	220	71	600	450	2,7	0,9	150	0,3
Рубахина	48	415	149	-	-	13,4	4,8	650	0,4
Каменка	15	210	35	950	450	33,3	5,5	500	0,2
Бол. Ук	35	192	140	-	-	6	4,4	210	0,7
Хингуйка	52	365	145	-	-	3,9	1,6	200	0,4
Игнит	47	291	172	480	350	2,8	1,7	130	0,6
Кадуй	98	1310	222	570	330	2,4	0,4	240	0,2
Тангуй- Удинский	150	2610	690	-	-	1,7	0,5	260	0,3
Игинтей	46	457	234	500	330	3,7	1,9	170	0,5
Беренда	44	333	181	450	250	4,5	2,4	200	0,5
Катарма	88	779	270	420	280	1,6	0,6	140	0,3
Андоча	91	1380	329	450	250	2,2	0,5	200	0,2
Паренда	76	862	254	500	250	3,3	1	250	0,3
Чукша	190	3870	1223	550	270	2,2	0,7	280	0,3
Индохан	37	270	130	500	270	6,2	3	230	0,5
Мацхен	63	508	153	370	270	1,6	0,5	100	0,3
Зермакан	32	204	85	350	230	3,8	1,6	120	0,4
Зекан	30	179	93	400	270	4,3	2,2	130	0,5
Парчунка	48	410	207	350	270	1,7	0,9	80	0,5

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Бармо	103	903	352	600	220	3,7	1,4	380	0,4
Бармакон	48	270	156	400	220	3,8	2,2	180	0,6
Джидыкан	34	210	122	360	220	4,1	2,4	140	0,6
Дагдышерма	38	370	231	400	230	4,5	2,8	170	0,6
Тавган	56	380	126	300	170	2,3	0,8	130	0,3
Модышева	178	3040	678	400	220	1	0,2	180	0,2
Омут	100	662	292	400	300	1	0,4	100	0,4
Пудорма	32	281	137	400	220	5,6	2,7	180	0,5
Дешима	116	1890	296	400	220	1,6	0,3	180	0,2
Бродовая	89	812	321	400	230	1,9	0,8	170	0,4
Екунчет	38	785	154	300	180	3,2	0,6	120	0,2
Черчет	66	459	248	400	170	3,5	1,9	230	0,5
Зептукея	104	1530	384	430	230	1,9	0,5	200	0,3
Тяжет	67	852	258	420	220	3	0,9	200	0,3
Кадаря	68	996	166	440	220	2,6	0,4	220	0,2
Мал. Бирюса	167	3020	812	-	-	5,2	1,4	870	0,3
Джугонка	30	322	30	1300	850	15	1,4	450	0,1
Мэдэкэ	48	446	110	1200	750	9,3	2,3	450	0,2
Бол. Ерма	45	658	167	1100	650	10	2,5	450	0,3
Кременшет	36	392	36	900	450	12,5	1,1	450	0,1
Нерса	61	500	204	1000	450	9	3,7	550	0,4
Изан	62	474	175	950	350	9,7	3,6	600	0,4
Тымбыр	113	874	291	600	320	2,5	0,8	280	0,3
Тагул	300	7990	2463	-	-	6,2	1,9	1870	0,3
Ниж. Ерма	17	439	39	1200	650	32,4	3	550	0,1
Гутара	169	4300	869	2000	550	8,6	1,7	1450	0,2

Название реки	Длина реки, l	Площадь бассейна, F	Суммарная длина всех вотоков бассейна реки, Н	Высота истока, h1	Высота устья, h2	Основной уклон местности, i	ЕД, $P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h1 - h2}{l}$	Глубина эрозионного расчленения (h1-h2)	Густота эрозионного расчленения (H/F)
Мурхой	60	653	259	2400	900	25	9,9	1500	0,4
Ужур	37	373	74	1700	900	21,6	4,3	800	0,2
Енза	40	211	104	1100	550	13,8	6,8	550	0,5
Ланжа	31	260	100	900	650	8,1	3,1	250	0,4
Мал. Белая	24	200	63	900	480	17	5,4	420	0,3
Бол. Белая	32	246	168	900	450	14,1	9,6	450	0,7
Туманшет	249	4780	744	-	-	4,8	0,7	1200	0,2
Ниж. Белая	37	249	92	850	450	10,8	4	400	0,4
Черная	33	220	98	650	370	8,5	3,8	280	0,4
Тегур	31	390	93	700	370	10,6	2,5	330	0,2
Гайшетка	31	232	79	480	280	6,5	2,2	200	0,3
Топорок	230	4160	588	500	220	1	0,1	280	0,1
Ужет	33	302	123	-	-	4,1	1,7	140	0,4
Кунчет	33	306	155	350	214	4,1	2,1	136	0,5
Пенчет	108	1340	437	-	-	1,4	0,5	150	0,3
Кочетар	90	892	245	350	170	2	0,5	180	0,3
бассейн оз. Байкал									
Бугульдейка	78	1720	455	920	650	3,5	0,9	270	0,3
Хидуса	22	165	67	880	630	11,4	4,6	250	0,4
Анга	167	2540	339	1030	650	2,3	0,3	380	0,1
Сарма	66	787	207	1400	820	8,8	2,3	580	0,3
Курма	12	41	22	1200	730	39	20,9	470	0,5
Зундук	13	74	27	1200	730	36	13,1	470	0,4
Глубокая Падь	16	97	42	910	630	17,5	7,6	280	0,4
Риты	15	48	28	1700	560	76	44	1140	0,6

Примечание: «-» - отсутствие данных

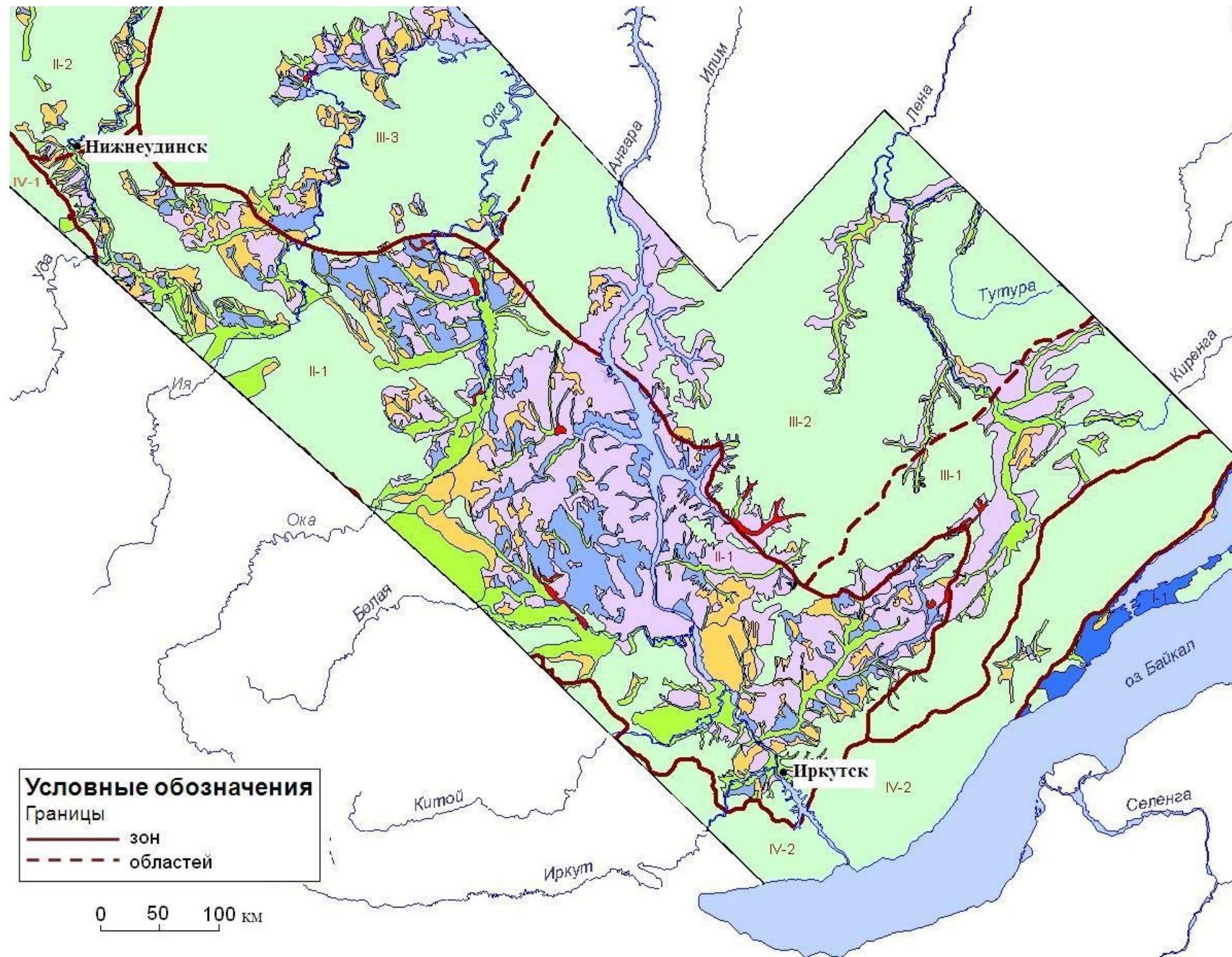
Приложение 2 – Схематическая карта почвенного покрова Предбайкалья



1 – подзолистые; 2 – дерново-подзолистые; 3 – горные дерново-подзолистые; 4 – горные дерново-подзолистые остаточо-карбонатные; 5 – дерново-подзолистые+лугово-болотные; 6 – дерново-карбонатные; 7 – дерново-карбонатные выщелоченные; 8 – дерново-карбонатные оподзоленные; 9 – дерново-карбонатные+дерново-карбонатные; 10 – дерновые лесные; 11 – дерновые лесные железистые; 12 – горные дерновые лесные; 13 – светло-серые оподзоленные; 14 – серые лесные; 15 – серые лесные+светло-серые оподзоленные; 16 – серые лесные+темно-серые лесные; 17 – серые лесные оподзоленные; 18 – темно-серые лесные; 19 – каштановые; 20 – черноземы обыкновенные; 21 – черноземы выщелоченные; 22 – черноземы карбонатные; 24 – горные тундровые; 25 – луговые; 26 – луговые выщелоченные; 27 – аллювиальные; 28 – болотные+дерново-подзолистые; 29 – лугово-болотные; 30 – болотные низинных болот.

(составлено Сугаченко А.А. по материалам «Почвенная карта Иркутской области», 1983)

Приложение 3 – Эколого-мелиоративное районирование почвенного покрова Предбайкалья



I – зона орошения. Область: I-1 Приольхонье и о. Ольхон; II – зона орошения, осушения и химических мелиораций. Области: II-1 Иркутско-Черемховская равнина; II-2 Канско-Тайшетская равнина; III – зона очаговоо осушения/орошения и тепловых мелиораций. Области: III-1 Предбайкальская впадина; III-2 Лено-Ангарское плато; III-3 Ангарский кряж; IV – зона очагового сельскохозяйственного освоения. Области: IV-1 Предгорье Восточных Саян; IV-2 Прибайкальская горная система.

■ – земли, нуждающиеся в орошении; ■ – земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации; ■ – земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических и культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений; ■ – земли, нуждающиеся в осушении; ■ – земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению; ■ – земли, нуждающиеся в химических мелиорациях; ■ – засоленные земли.

Приложение 4 – К схематической карте эколого-мелиоративного районирования почвенного покрова Предбайкалья

Зона	Σ T>10 °C/год	Σ осадков/год	Σ осадко в за теплый период (V-IX)	Кoeffициент увлажнения (по Н. Н. Иванову)	Продолжительность безморозного периода (средняя)	Основные направления сельского хозяйства	Область	Возраст отложений	Формы и элементы рельефа	Высота, м	Гидрогеологические условия				Район	Почвы	Необходимые мелиоративные мероприятия	Негативные экологические последствия								
											УГВ, м	Минерализация грунтовых вод, г/л	Химический состав грунтовых вод	ЕД												
Зона орошения	< 1 100	< 300	150–200	< 0,6	100 и >	Очаговое растениеводство, животноводство, рыбный промысел	Приольхонье и о. Ольхон I	А, Pt, ГА	Горы с мягко очерченными вершинами, слабо расчлененные неглубокими долинами; наклонные равнины озерных террас	600–800	> 10	0,1–0,6	Гк	0,1–1	Земли, пригодные к орошению	К, Кл	Орошение, защита от эрозии, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации, организация защитных лесополос	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация								
															Земли, нуждающиеся в осушении	Бл, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности								
															Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>а</sup>	Известкование, внесение удобрений	Подщелачивание								
															Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П, П <sup>а</sup> , Дл	-	-								
Зона орошения, осушения, тепловых и химических мелиораций	1 500–1 700	350–450	250–350	0,8–1,0	80–100	Зерновое производство, животноводство	Иркутско-Черемховская равнина II-1	Q, N, J, Cm	Равнины с почти плоскими междуречьями, слабо расчлененные неглубокими долинами; плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт	400–600	5–10	< 1	Гк, X, Гк-X, Гк-X-C	0,1–3	Земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации	Л, Ч, Чл	Орошение на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий, защита от эрозии, влагонакопление, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация, потеря агрегатного состояния								
															Земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений	Дк, Л	Орошение, влагозадержание, влагонакопление, защита от эрозии, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция								
															Земли, нуждающиеся в осушении	А, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности								
															Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>а</sup>	Известкование, внесение удобрений	Изменение кислотности почв								
															Засоленные земли	Чл <sup>ск</sup> , Лг <sup>ск</sup> , Ск	Удаление избытка солей, фитомелиорации	Изменение УГВ, ирригационная эрозия								
															Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П <sup>а</sup>	-	-								
															Канско-Тайшетская равнина II-2	Q, O	Участки плато с волнистыми междуречьями, расчлененные глубокими долинами; слабо расчлененные, почти плоские участки плато на междуречьях с редкой сетью долин	600–800	5–10 и >	< 1	Гк	2–3, 3–10	Земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений	Л	Орошение на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий, защита от эрозии, влагонакопление, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация, потеря агрегатного состояния
																							Земли, нуждающиеся в осушении	А, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности
							Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>а</sup> , Дл	Известкование, внесение удобрений	Изменение кислотности почв																
							Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П, П <sup>а</sup>	-	-																
Зона очагового осушения и орошения дополнительного типа, тепловых мелиораций	1 400–1 600	350–450	250–300	1,0–2,0	70–80	Животно-водство, растениеводство	Предбайкальская впадина III-1	Q, Cm	Равнины с почти плоскими междуречьями, слабо расчлененные неглубокими долинами; пологие склоны, расчлененные долинами верховьев рек; равнины синклиналиных впадин со слабо-выпуклыми междуречьями и неглубокими долинами	500–800	5 и >	0,5-1,0	Гк	1–3, 3–5	Земли, пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур в засушливые периоды вегетации	Ч, Чл	Орошение на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий, защита от эрозии, влагонакопление, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация, потеря агрегатного состояния								
															Земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений	Дк	Орошение, влагозадержание, влагонакопление, защита от эрозии, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция								

													Земли, нуждающиеся в осушении	А, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности	
													Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>д</sup>	Известкование, внесение удобрений	Изменение кислотности почв	
													Засоленные земли	Лг <sup>ск</sup>	Удаление избытка солей, фитомелиорации	Изменение УГВ, ирригационная эрозия	
													Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П <sup>д</sup>	-	-	
													1-2, 2-3, 3-5	Дк	Орошение, влагозадержание, влагонакопление, защита от эрозии, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция	
													Земли, нуждающиеся в осушении	А, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности	
													Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>д</sup>	Известкование, внесение удобрений	Изменение кислотности почв	
													Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П <sup>д</sup> , Дк	-	-	
													1-3	Л, Ч, Чл	Орошение на фоне агротехнических и культуртехнических мероприятий, защита от эрозии, влагонакопление, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация	
													Земли, пригодные для выборочного орошения на фоне комплекса агротехнических, культуртехнических мероприятий с внесением органико-минеральных удобрений	Дк, Л	Орошение, влагозадержание, влагонакопление, защита от эрозии, внесение удобрений	Вторичное засоление, повышение УГВ, ирригационная эрозия, дефляция, дегумификация, потеря агрегатного состояния	
													Земли, нуждающиеся в осушении	Бл, Бн	Осушение, внесение удобрений, культуртехнические мелиорации	Понижение УГВ, дефляция, повышение пожароопасности	
													Земли, нуждающиеся в химических мелиорациях	П <sup>д</sup>	Известкование, внесение удобрений	Изменение кислотности почв	
													Засоленные земли	Лг <sup>ск</sup>	Удаление избытка солей, фитомелиорации	Изменение УГВ, ирригационная эрозия	
													Земли, не подлежащие сельскохозяйственному освоению	П <sup>д</sup> , Дл	-	-	
Зона очагового сельскохозяйственного освоения	1 000–1 300	500–800	250–400	> 2,0	60–70	Богарное земледелие	Предгорье Восточных Саян IV-1	См, Pt, ГА	Горы с полого-округлыми вершинами, расчлененные редкой сетью неглубоких долин	1 800–2 500	5–10, >10	< 1	Гк	3-5, 5-10	П <sup>д</sup>	-	-
							Прибай-кальская горная система IV-2	Q, См, Pt, γPt2	Горы с мягко очерченными вершинами, слабо расчлененные неглубокими долинами; высоко поднятая древняя поверхность выравнивания, слабо расчлененная неглубокими долинами	1 000–1 500	5–10, >10	< 1	Гк	3-5, 5-10	П, П <sup>д</sup> , Дл	-	-

**Примечания:** УГВ – уровень грунтовых вод. Возраст отложений: Q – четвертичные; N – неогеновые; J – юрские; S – силурийские; O – ордовикские; Cm – кембрийские; Pt – протерозойские; A – архейские; μβT1 – сибирские траппы; γPt2 – среднепротерозойские граниты; ГА – архейские гранитоиды. Почвы: П – подзолистые, П<sup>д</sup> – дерново-подзолистые, Дл – дерновые лесные, ДК – дерново-карбонатные, Л – серые лесные, Ч – черноземные, Чл – лугово-черноземные, К – каштановые, Кл – лугово-каштановые, Лг – луговые, Бл – лугово-болотные, Бн – болотные низинных болот, А – аллювиальные, Ск – солончаки.

