



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрометрии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(дипломный проект)

На тему **Поймы Западной Сибири и их  
кормовая продуктивность (на примере реки  
Иртыш)**

Исполнитель \_\_\_\_\_ **Миклин Михаил Михайлович**  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_ **профессор д.г.н, профессор**  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ **Барышников Николай Борисович**  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_   
(подпись)

\_\_\_\_\_ **к.г.н., доцент**  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ **Исаев Игорь Дмитриевич**  
(фамилия, имя, отчество)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Санкт-Петербург  
2018

## Оглавление

Введение .....	2
1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ ИРТЫШ .....	5
1.1 Физико-географическая характеристика поймы реки Иртыш.....	6
2. ПОЙМЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	8
2.1 Методика проведения исследований .....	8
2.2 Результаты анализа полевых исследований. ....	8
3. МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЙМЫ РЕКИ ИРТЫШ .....	13
3.1 Мелиоративные условия поймы реки Иртыш в бытовых условиях.....	13
3.2 Результаты теплобалансовых наблюдений.....	20
4. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОЙМЫ РЕКИ ИРТЫШ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	22
5. МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	30
6. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. ....	34
6.1 РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОГО МИНЕРАЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ. ....	38
7. Экологические последствия русловых деформаций в нижних бьефах гидроузлов .....	44
Заключение .....	52
Список литературы .....	53

## Введение

Значимость пойм с целью общенародного хозяйства постоянно увеличивается. Это обусловлено их сельскохозяйственным применением, интеграцией эксплуатации и повышением продуктивности, таким образом и их значимостью в регулировании стока. Проблема поймы реки Иртыш на сегодняшний день вышла за рамки областного масштаба, поскольку затрагивает интересы Казахстана и Российской Федерации.

Река Иртыш считается не только существенным гидроэнергетическим источником, однако и важной основой для кормовых ресурсов. Таких богатых по плодородию и своеобразию растительного мира речных пойм и долин немного, и с периодом всё более осознаётся уникальность поймы реки Иртыш.

Изучение ресурсов поймы долины реки Иртыш считается одним из основных вопросов, тем более, что территории поймы отличаются значительным плодородием. На них можно получить существенную и разнообразную продукцию и, главное, более стабильную урожайность.

Актуальность работы обуславливается необходимостью возобновления народнохозяйственного значения пойменных территорий в целях повышения производства продукции для сельского хозяйства.

Поймы рек Западной Сибири, захватывают 9,1 млн.га (что составляет 40% общей площади пойменных земель страны), являются одним из ключевых источников получения качественных кормов для животноводства в Омской, Тюменской, Новосибирской и др. областях. Но уже после ввода в действие энергетических гидроузлов, стремительно нарушивших экологическое равновесие, степень использования кормовых ресурсов пойм Западной Сибири в степной и лесостепной зонах в настоящее время не превышает 15-20%.

При главном изменении в условиях зарегулированного стока направления природных процессов, возобновление и последующее увеличение продуктивности пойменных территорий допустимо на глубоком исследовании факторов и обстоятельств, характеризующих их нынешнее мелиоративное состояние.

Решение проблемы даст возможность развития животноводства на крепкой и более недорогой кормовой базе, будет способствовать рациональному использованию природных ресурсов. Актуальность подчеркивается включение проблемы интенсификации применения пойменных земель в программу «Сибирь» (распоряжение ГКПТ от 13.07.1984 г. №385/96). Исследования выполнены в соответствии с координационным планом СО ВАСХНИЛ, гос. №01860089719.

Целью исследования является разработка в образце поймы реки Иртыш при зарегулированном стоке научно-образованной концепции единой мелиорации пойменных угодий Западной Сибири, соответствующей современным социально-экономическим нормам.

Для выполнения этой цели, выполнялись следующие условия:

- обоснование комплексных мероприятий по восстановлению и дальнейшему повышению кормовой продуктивности пойменных земель на основе количественной оценки мелиоративных условий и урожайности естественной растительности;

- разработка технологий комплексных способов и методов восстановления почвенного плодородия пойм, обеспечивающих на основе рационального, научно-обоснованного использования водных, земельных и материальных ресурсов, высокую продуктивность пойменных экосистем;

- проведение экономической оценки для создания и использования кормовых территорий, введение разработанных технологий в производство.

Практическа часть работы:

Научно-обоснованный комплексный подход к восстановлению плодородия пойменных почв, реализующий в условиях зарегулированного речного стока

следующую деградацию пойм рек Западной Сибири, обеспечивает восстановление функций пойменных экосистем. Методика оценивания и типизации мелиоративных условий поймы реки Иртыш, технологии общей мелиорации могут быть использованы как основа мелиоративного изучения пойменных земель сибирских рек..

Введение новых методов сельскохозяйственных мелиораций позволяет создать прочную кормовую базу животноводства на основе получения в условиях Западной Сибири 8,6-10,5 т/га высоко-качественного кормового сена. В следствии сбора урожая кормов освобождаются большие пахотные территории для производства зерновых культур.

## **1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ ИРТЫШ**

Иртыш самая длинная река-приток в мире. Площадь бассейна 1643 тыс. км<sup>2</sup>. Истоки реки Иртыш находятся на границе Монголии и Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая, на восточных склонах хребта Монгольский Алтай. Бассейн реки Иртыш и притоки расположены преимущественно на одной из обширнейших равнин мира - Западно-Сибирской низменности, которая представляет собой сильно заболоченную местность, слабо наклоненную к северу.

Бассейн р. Иртыш характеризуется большим разнообразием физико-географических условий. Верхняя часть бассейна расположена в горной стране Алтае, с отчетливо выраженной вертикальной зональностью. Большая часть бассейна расположена в степной и лесостепной зонах, и лишь сравнительно небольшая нижняя часть бассейна лежит в лесной зоне. Верхняя часть бассейна р. Иртыш расположена в Китае (КНР), средняя часть бассейна площадью около 200 тыс. км (с длиной по Иртышу 1637 км) находится на территории Казахстана, и нижняя часть бассейна площадью 1340 тыс. км<sup>2</sup> нижнего течения располагается на территории России. Водные пути почти на всём протяжении р. Иртыш и его нижних потоках Тобол и Конда, имеют исключительно большое народно-хозяйственное значение для Восточного Казахстана, Омской, Тюменской и Свердловской областей. Объясняется это тем, что водные пути бассейна располагаются главным образом на территориях, имеющих крайне редкую сеть автомобильных и железнодорожных дорог. Строительство дорого чрезвычайно сложно и очень дорого вследствие большой заболоченности и трудных климатических условий. В то же время бассейн реки Иртыша имеет огромные природные богатства (лес, разнообразные виды топлива, металлов, климатического сырья др.) и развитое промышленное использование их. В бассейне располагается высокоинтенсивное сельское хозяйство. В последнее время во всех частях этого огромного бассейна открываются новые

природные запасы полезных ископаемых, для промышленного освоения которых, ведутся большие строительные работы. Всё это обуславливает возрастающее значение водного транспорта в народно-хозяйственном развитии края. [1]

### **1.1 Физико-географическая характеристика поймы реки Иртыш.**

Территория среднего Прииртышья находится в пределах западносибирской низменности и входит в равнинную зону степей и полупустынь с абсолютными отметками над уровнем моря от 110 до 120 м. Река Иртыш левый приток реки Оби берёт начало из ледников юго западного склона монгольского Алтая, в Китайской Народной Республике. Общая протяженность реки Иртыш 4422 км. Общая площадь водосбора 1582000 км<sup>2</sup>, из которых 44000 км<sup>2</sup> представляет собой область бессточных районов, расположенных в основном на участке от Шульбы до Омска. В верхнем течении (до г. Семипалатинска ) река Иртыш протекает в пределах горных и предгорных районов. От г.Семипалатинска до г.Омска в зоне степей река Иртыш принимает равнинный характер, свойственный ему на всём протяжении.

Главнейшие источники питания реки в верховьях ледниковые и снеговые воды с гор. В равнинной части в питании реки вырастает роль сезонных снегов и жидких осадков. Водный режим реки Иртыш резко различен по длине реки. Для верховьев, благодаря горному питанию, характерны более резкие колебания уровней воды и расходов, а среднем течении эти колебания значительно сглаживаются. От профиля реки Шульбы до Омска приточность практически отсутствует. Границами области поверхностного стока на этом участке являются береговые валы. Окружающее пространство Ишимского Иртышского и Обь Иртышского междуречий имеет вид замкнутых бессточных озерных бассейнов , которые не дают поверхностного стока в реку Иртыш. Для реки на этом участке характерны деления на многочисленные рукава с большим количеством островов и отмелей.

Особенностью продольного профиля реки Иртыш является чередование глубоких плесов со сравнительно мелкими ( от 0,65 до 0,85 м. ) перекатами. Долина реки в средней части течения в соответствии с формами бассейна меняет свои очертания.

Пойма реки Иртыш представляет собой обширную, вытянувшуюся с юго-востока на северо-запад низменную равнину. Пойма имеет неравномерное развитие по всей длине реки. В Семипалатинской и южных частях Павлодарской области от Попуска до Краснокутска на протяжении 378 км ширина поймы достигает от 10 до 17 км. Далее до города Омска, на протяжении 440 км, пойма становится уже и ширина снижается от 4 до 7 км. До Краснокутска развиты левобережная, и правобережная пойма, ниже Краснокутска более развита левобережная пойма. Низменная равнина сменяется с обеих сторон приподнятыми равнинами вторых надпойменных террас.

На всём протяжении поймы состоит из ряда массивов и участков, границы каждого четко очерчены с одной стороны урезом основного русла, с другой отчетливо выделяющимися уступами коренного берега.

Общая площадь поймы в пределах Павлодарской области составляет 3360 км<sup>2</sup>. Рельеф поймы равнинный со слабо волнистым микрорельефом, чередующимся пологими гривами и более широкими межгривными понижениями с многочисленными временными протоками, плоскими озерными впадинами и ложбинами. Пойма возвышается над меженными горизонтами реки Иртыш на 2 - 5 метра поймы верхнего участка от города Семиярского до села Подпуск, лугового типа, изобилует озерами. Древесная растительность в пойме приурочена, как правило, к берегам водоемов, оба берега этого участка имеют повышение остепненного типа. Относительные колебания высот очень редко превышают 1 - 2 м. Основная глубина вреза водоемов составляет от 1 до 2 м, изредко свыше 5 м.3 [1]



## **2. ПОЙМЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Методика проведения исследований**

В исследовании пойменных территорий страны и Западной Сибири выделяются несколько этапов, отличающихся направлением, содержанием и практической значимостью. Исследования В.В. Докучаева, С.Н. Никтина, А.А. Колесова, А.М. Дмитриева, А.П. Шенникова, В.Р. Вильямса, Р.А. Влековского, И.И. Плюсина, В.И. Шрага, Г.В. Добровольского, В.В. Ломакина, Е.В. Шанцера, В.В. Егорова, Ф.И. Козловского, Э.А. Корнблюма, Б.А. Шумакова и др. сформировали отечественную школу поймоведения, обеспечив методологическую основу и экологическую направленность современных исследований, проводимых под руководством Е.С. Маркова, Н.В. Куркина, Н.Г. Андреева, И.В. Ларина, Г.А. Добровольского, В.В. Егорова, Б.Б. Шумакова и др. При этом, в последнее десятилетие основным содержанием многих работ - А.И. Бойнова, К. Аубакирова, П.А. Салюкова, П.Н. Балабко, К.М. Берковича, К.Ю. Вакулина, Е.П. Вороновой, Г.Б. Грина, И.П. Гуранды, А.И. Кайгородова, Б.И. Короткова, Л.К. Малика, Е.П. Прокопьева и др. является исследование проблемы рационального использования пойменных земель в народном хозяйстве.

### **2.2 Результаты анализа полевых исследований.**

Анализ источников литературы дал нам обширную мелиоративную изученность пойм рек в Европейской части страны и малую, особенно в условиях антропогенного воздействия, по сибирским рекам. Начало исследования пойм рек Западной Сибири относится к 1925, 1933 гг., когда А.Я. Бронзов, М.К. Барышников впервые выполнили группировку поймообразующих факторов и геоботаническую характеристику лугов реки Иртыш. Изучение материалов этого этапа позволяет выделить следующие основные моменты:

- I. Состояние иртышских лугов в естественных условиях речного стока было весьма динамичным и отличалось большим разнообразием.
- II. Пойма Иртыша, как и поймы других рек Западной Сибири, по генезису и состоянию существенным образом отличаются от пойм Европейской части материка.

Работы Р.А. Дыдиной (1941-1961) положили начало стационарным исследованиям главным образом динамики биогеоценозов заливных лугов. Последующие за этим работы Г.Г. Коноваленко, Н.Ф. Тюменцева, Г.Е. Уленековой, А.И. Бойнова и А.И. Кузьмина, Е.П. Прокопьева показали начало и развитие процессов деградации пойм в условиях зарегулированного стока: остепнение высоких участков поймы, засоление почв на отдельных отрезках, особенно в степной и лесостепной зонах. Однако отсутствие количественной оценки происходящих в поймах вследствие регулирования стока процессов не давало возможности выработать практические рекомендации по сохранению пойменных экосистем. [2]

Таким образом, недостаточный уровень мелиоративной изученности пойм Западной Сибири в естественных условиях и при зарегулированном стоке рек, необходимость разработки методов и способов восстановления экологического равновесия пойменных экосистем обусловили продолжение исследований как развития пойм в условиях регулирования стока рек, так и оценки их мелиоративного состояния и, в конечном счете, разработку эффективных приемов восстановления их хозяйственного потенциала.

Исследования выполнялись в течение 1972-го по 1992 г. в физико-географических условиях степной и лесостепной зон Западно-Сибирского региона. Анализ климатических и метеорологических условий показал, что период вообрал в себя практически все многообразие вариаций структуры водного и теплового балансов исследуемого региона. Выделяется группа засушливых лет-1974-й, 1997-й, 1982-й, 1983-й, 1988-й-1991 г., с

количеством атмосферных осадков и температурой воздуха тёплого периода значительно отличающихся от их среднемноголетних значений, соответственно 150-170 мм ( 37-49%) и 16-18 \*С (+2,8-4,6\*С). Последние три года относятся к острозасушливым. Ряд умеренно влажных лет-1972-й-1974-й, 1978-й-1980-й, 1985-й-1987 г. характеризовался в апреле-августе равномерным распределением осадков и температурой воздуха близким к норме, те 300-310 мм и 13°-14 °С. Наиболее влажными является 1985-й и 1987 г.

Исследования выполнялись по пойме Иртыша на участке протяженностью по реке около 500 км и общей площадью 103176 га. Глубокое распространение (до 300м) геологической деятельности основного водотока, мощные аллювиальные отложения, широкие (до 120 км) Террасированные Долины, расположенные с юга на север во всех природно-климатических зонах Сибири и, наконец, коренная перестройка гидрологического режима, всё это определяет поймы как весьма сложный объект мелиоративного исследования.

Поставленные задачи решались на основании теоретических, лабораторных и полевых экспериментальных исследований. Основным методом является полевой опыт.

В исследованиях был использован системный подход, как направления, дающие возможность рассматривать происходящие в поймах процессы с точки зрения целостности их динамики и взаимосвязи природных и антропогенных процессов и явлений.

В качестве теоретической основы исследований естественных условий функционирования пойменных экосистем в условиях зарегулированного стока, оценки соответствия условий увлажнения деятельного слоя почвы оптимальным принято описание единого и неразрывного природного процесса тепло - влагообмена системы балансовых уравнений по В. С. Ме-

зенцеву. При экспериментальном изучении водного режима почвогрунтовой зоны аэрации, режима уравнений, баланса пойменных грунтовых вод использовались методики Г. Н. Каменского, А.В. Лебедева, а. Н. Костякова, С.Ф. Аверьянова, Н. Н. Веригина и др., скорректированные на особенности объекта и района исследований.

Динамика солевого режима почв, солевого состава грунтовых вод исследовались путём отбора проб, последующего химического анализа и обработки результатов на ЭВМ. Химические, физические анализы почвы, грунта проводились по общепринятым методикам в агрохимической лаборатории, Лаборатории института Запсибгипрозем, Омского СХИ. Гидрологические условия поймы выявлялись по детальным гидрогеологическим разрезам на материалах бурения более 500 скважин глубиной 6-25 м. Актинометрические и градиентные наблюдения выполнялись по полной программе на двух сопряженных станциях. Геоморфологические особенности характеризовались по материалам ежегодно проводимых обследований на всём отрезке поймы в периоды с межженным уровнем воды в реке и при максимальных весенних паводках. Экологическая оценка естественной растительности проведена на ключевых участках методом специализированного инвентаризационно - оценочного геоботанического картографирования под руководством доцента ЛГУ М.Д. Скарлыгиной- Уфимцевой. [3]

Исследование способов и методов комплексной мелиорации поймы и их оптимизация проводилось на созданных опытных, опытно-производственных инженерных мелиоративных системах площадью по 400-600 га каждая. В качестве основных способов управления водным режимом пойменных почв были приняты: увлажнение почв дождеванием, лиманное орошение, осушение переувлажнённых почв открытой сетью каналов. Режимные наблюдения велись по 59 контрольным площадкам.

Разработка технологии возделывания кормовых культур проведена

дифференцированно по способам управление водным режимом почв на основе подбора высокоурожайных бобово-злаковых смесей многолетних трав, Исследование эффективности минерального питания и минимализации поверхностной обработки.

Способы улучшения пойменных лугов разрабатывались с учётом концепции Л. Г. Раменского (1971), Т.А. Работнова (1978), К. А. Куркина (1976), Н. Г. Рыжкова (1989). Наблюдение и учёт велись соответствии с методологическими положениями Всесоюзного НИИ Кормов им. Вильямса (1981) и Б. А. Доспехова (1985).

Полученные материалы обрабатывались на ЭВМ по составленным и базовым программам.

Производственная проверка и внедрение результатов исследования проводились по законченным научным разработкам в Омской области.

### **3.МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЙМЫ РЕКИ ИРТЫШ .**

#### **3.1 Мелиоративные условия поймы реки Иртыш в бытовых условиях.**

Изучения данных по увлажнению, теплообеспеченности поймы реки Иртыш, отвечая задаче углублённого изучения ее природно-хозяйственных особенностей в антропогенных условиях, обеспечили объективную базу с целью исследования направлений и размеров гидромелиоративных преобразований в целях оптимизации водного, солевого и пищевого и иных режимов пойменных почв.

При исследовании современных процессов выполнен полный анализ влияния на пойменные системы половодья и его характеристик: максимальных расходов воды и длительности их прохождения, объемов половодий, скоростей распространения волн паводков. (табл. 3.1)

таблица 3.1. Изменение основных параметров весеннего половодья реки Иртыш в степной и лесостепной зонах Западной Сибири.

Гидрологические условия	Характеристика половодья.				
	Средний максимальный расход половодья м <sup>3</sup> /с	Объем весеннего половодья км <sup>3</sup>	Скорость распространения половодья м/с	Продолжительность половодья сут.	Повторяемость затопления
					Площадь затопления %
1. Естественные условия до 1960г.	3130,0	19,1	$\frac{0,15 - 0,5}{\text{сред. } 0,32}$	117	$\frac{\text{1 раз в } 2 - 3 \text{ г.}}{80 - 90}$
2. Регулирование стока после 1960г. а. Бухтарминским гидроузлом.	2578,0	13,0	$\frac{0,21 - 0,65}{\text{сред. } 0,43}$	97	$\frac{1966, 1969 \text{ гг.}}{30 - 35}$
б. Шульбинским гидроузлом.	2313,0	11,8	$\frac{0,32 - 0,71}{0,51}$	94	— — —
В среднем за период регулирования 1960-1990 гг.	2494,6	12,04	$\frac{0,27 - 0,68}{\text{сред. } 0,47}$	96	— — —

С неблагоприятными для регулярного затопления поймы гидрологическими параметрами, изменилась направленность природных процессов, их взаимосвязи, что выразилось в изменении свойств и функций отдельных элементов пойменных систем и в первую очередь геоморфологических, гидрогеологических, почвенных условий. [4]

При отсутствии весеннего затопления, водный режим деятельного слоя почв пойменных массивов наряду с другими, определяется такими геоморфологическими характеристиками как: превышением отдельных элементов поймы над средним межениным уровнем воды в реке, изменяющимся в пределах 2-4 м., наличием, расположением и состоянием внутренней гидрографической сети, ее дренирующей ролью, видом «сопряжения» поймы с надпойменными террасами, разницей в отметках между положительными и отрицательными формами рельефа поймы. Предложенное подразделение «сухих» пойм на три уровня: низкий, средний и высокий, однозначно фиксирует тип пойменных почв, их водносолевой режим и, конечном счете, продуктивность естественных фитоценозов, т.е. обеспечивается адекватная оценка мелиоративного состояния на основе достаточно информативных характеристик ( табл. 3.2) .



Таблица 3.2. Влияние геоморфологических условий на пойменные почвы, их мелиоративное состояние, вид и продуктивность фитоценозов.

Тип геоморфологических условий		Почвы и их мелиоративные показатели.				Естественные фитоценозы и их продуктивность.	
		Тип почвы и средняя влажность слоя (W) 0-100 см, % абс. сух почвы.	Гумус %	Тип засоления почвы	Общее содержание солей S, %	Фитоценозы.	Продуктивность т/га.
Высокий уровень	1а	Луговые, луговые слаборазвитые W=25-33%	2-4	Незасоленные	0,5-0,8	Степно-разнотравно-типчачковая	1,1
	1б		3-6	Слабозасоленные	0,8-1,0	Типчачково-кострово-полевицевая-типчачково-мезофильно-злаковая	1,34
Средний уровень	2а	Луговые, влажнолуговые W=35-50%	7-10	Слабозасоленные	0,8-1,0	Лисохвостно-мятливая	0,89
	2б		7-14	Среднезасоленные	1,2-1,4	Разнотравно-лисохвостова	0,98
Низкий уровень	3а	Влажнолуговые, болотно-иловатые W>50%	2-9	Засоленные	До 1,5	Ситниково-клубне-камышово-подорожниковые	2,34
	3б		2-7	Почвы солонцеватого ряда	Более 1,5	Солеросово-обионовые	0,03

Выполненные гидрогеологические исследования позволили на основе концепций Е.В. Шанцера, В.В. Ломакина, Н.И. Плюснина и др. привести все многообразие гидрогеологических разрезов к типовым схемам, характеризующимся прежде всего различием внешних мелиоративных параметров- почвой, ее продуктивностью, режимом грунтовых вод и его динамикой, типом геоморфологических условий и характером их проявления. ( табл. 3.3).

Исследования на массивах «среднего» и «высокого» уровня в разных физико-географических зонах позволяют заключить, что в пределах каждой части поймы- прирусловой, центральной, притеррасной уровневый режим грунтовых вод характеризуется определенной группой режимобразующих факторов: соответственно, гидрологическим режимом основного водотока-  $\alpha=0,9-0,96$ , количеством атмосферных осадков и температурой воздуха-  $\alpha_1=0,7$ ,  $\alpha_2=0,75$ . При этом, в структуре баланса грунтовых вод как в степной, так и в лесостепной зонах преобладающими являются в весеннее время- накопление ресурсов 23-33 мм., в летнее- испарение (до 10-15 мм.)

В.Н. Кузиным, П.А. Летуновым, Э.А. Корнблюмом, Ф.И. Козловским, Можейко и др. по поймам рек отмечалась зависимость между засоленностью почвогрунтов и химизмом грунтовых вод при их близком залегании. Анализ результатов наблюдений за химическим составом вод позволил установить по химическому составу шесть их типов от гидрокарбонатно-кальциевого до хлоридно-натриевого, приуроченных к элементам поймы и условия залегания. Глубина 1-4,5 м, общая минерализация 0,1-37 г/л.

Таблица 3.3. Мелиоративно-гидрогеологические условия поймы р.Иртыш в степной и лесостепной зонах.

Тип гидро-геологического разреза	Литологическое строение зоны активного водообмена	Глубина грунтовых вод, м	Химический состав грунтовых вод	Глубина водоупора, его плановое и высотное положение	Геоморфологические условия(тип)	Степень засоления почв
I	Двуслойное строение вертикального разреза по всему поперечному профилю поймы с покровными грунтами более тяжелого механического состава мощностью до 2,5 м.	1,5-4,0	Гидрокарбонатно-кальциевый (магниевый) М=0,3-4 г/л	Слабо наклоненная поверхность водоупора, с глубиной залегания 6-8-16-20м.	Пойма «высокого» и «среднего» уровня, тип I,II.	Незасоленные и слабозасоленные. Содержание солей не более 1,5%
II	Двухслойное строение аллювия малой мощности 2,5-3,0 м.	1-1,3	Хлоридно-натриевые М= до 20 г/л	Слабо наклоненный к р. Иртыш, глубина залегания не более 5-6м.	Низкого уровня, III тип.	Солонцы, солончаки.

Продолжение таблицы 3.3. Мелиоративно-гидрогеологические условия поймы р.Иртыш в степной и лесостепной зонах

III	Двуслойное строение вертикального разреза по всему поперечному профилю с покровными отложениями тяжелого тех. состава, в притеррасе более 3,0 м.	0,6-3,0	Хлоридно-магниевые (натриевые М=0,3-49 г/л	Сложное очертание водоупора, наличие промоин, отбортований, участков с обратным уклоном.	Пойма «среднего» и «низкого» уровней, тип II и III	Слабозасоленные в прирусло-вой и сильно засоленные по ост. части поперечного профиля, содержание солей 4%
IV	Сложное строение аллювия притеррасной части и центральной поймы, двуслойное в останольной части поперечного профиля.	1,0-2,0	Хлоридно-натриевый М=0,3-30 г/л	Поверхность водоупорного ложа имеет нулевые или малые уклоны.	Поймы «низкого» уровня, тип III	Незасоленные в прирус-ловой и солнцы-солончаки остальной части профиля.

Примечание: Подтипы первого типа в таблицу не включены.

### 3.2 Результаты теплобалансовых наблюдений

Проведение на пойме и водоразделе теплобалансовые наблюдения выявили характерные особенности незатапливаемых пойм. Большее значение положительного радиационного баланса ( $R_+$ ), основная доля которого (78-85%) расходуется на суммарное испарение, в то время как на водоразделе последние составляют 65-69% от  $R_+$ ,<sup>2</sup>. Теплоток при нагревании деятельного слоя почвы составляет 8-14% от  $R_+$  и он больше, чем на коренном берегу на 12-20%. Отмеченные особенности формируют характерный водный режим почв и приземного слоя воздуха, когда превышение затрат тепла на суммарное испарение обуславливает «испарительный» тип водного режима пойменных земель и, в связи с этим, перераспределение водорастворимых солей из глубоких горизонтов в корнеобитаемый слой почв. [5]

Выявленные особенности структуры водного и теплового балансов, проверка теоретических зависимостей метода гидролого-климатических расчетов проф. В.С. Мезенцева, показали целесообразность использования основных уравнений для расчетов водного режима пойменных земель зарегулированных рек Западной Сибири с введением поправок для исследуемых условий. Годовое значение максимально-возможного испарения ( $Z_{\frac{год}{m}}$ , мм) определяется:

$$Z_{\frac{год}{m}} = 5,48 \sum t_{cp.m} + 306 \quad (I)$$

Декадные величины  $Z_{\square}$ , мм определяется соотношениями:

$$Z_{\frac{дек}{m}} = 5,39 T^{0,5} * d^{0,25} \quad (II)$$

Где,  $T, d$ - среднедекадная температура и влажность воздуха. Расчет составляющих водного баланса зоны аэрации поймы проведен для типичных

условий с учетом подпитывания грунтовыми водами так и без него (табл. 3.4.)

Таблица 3.4 Среднегодовое значения  $Z_{\square}$ ,  $H_{\square}$ ,  $Z_{\square}$ , мм.

Зона	Элементы водного баланса	Месяцы						V- VIII
		V	VI	VII	VIII	IX	X	
Северная лесостепь	$Z_{\square}$	130,5	147,5	90,3	113,8	75,3	38,3	481,8
	$H_{\square}$	46,0	89,0	102,0	74,0	41,0	43,0	311,0
	$Z_{\square}$	42,0	84,0	90,0	62,0	39,0	27,0	278,0
Центральная лесостепь	$Z_{\square}$	127,0	115,2	133,0	123,1	63,5	47,7	498,3
	$H_{\square}$	47,0	85,0	105,0	75,0	40,0	48,0	312,0
	$Z_{\square}$	46,0	76,0	92,0	70,0	37,0	36,0	84,0
Степь	$Z_{\square}$	132,2	105,1	154,2	139,0	78,0	44,1	530,8
	$H_{\square}$	41,0	75,0	100,0	63,0	34,0	40,0	279,0
	$Z_{\square}$	41,0	67,0	92,0	61,0	33,0	33,0	261,0

Примечание:  $Z_{\square}$ - максимально-возможное испарение,  $H_{\square}$ - общее увлажнение с учетом подпитывания грунтовыми водами,  $Z_{\square}$ - суммарное испарение с учетом грунтовых вод.

Та-

ким образом, исследование характеристик увлажнения, теплообеспеченности поймы в обстановке зарегулированного стока Иртыша показывает, что характер их пространственно-временного распределения обуславливается спецификой современных условий.

#### **4.ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОЙМЫ РЕКИ ИРТЫШ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Обнаруженные В.Р. Вильямсом, И.И. Плюсниним, В.И. Шрагом закономерности в размещении ключевых видов пойменных почв в основных чертах, остаются при зарегулированном стоке и в условиях Западной Сибири. Однако, отмеченная С.П. Смеловым, В.И. Шрагом и др. зависимость типологии пойменных почв и получения зональных признаков, сопряженных со степенью пойменности реализуется в условиях полного прекращения затопления в более контрастных типах, видах почв и их характеристик.

Итогом обобщения исследований как Европейской части, так и Западной Сибири, является характеристика основных типов пойменных почв поймы Иртыша в степной и лесостепной зонах. Выделены три подгруппы почв, располагающихся на разных геоморфологических элементах поймы, требующие в конечном счете определенных пределов регулирования водного и солевого режимов. Составлено описание физико-химических и агро-гидрологических свойств пойменных слоистых, луговых, влажнолуговых, лугово-болотных, перегнойных и иловатых почв, а также пойменных солончаков и солонцов.

Интегральными характеристиками современного состояния и функционирования почв в поймах зарегулированных рек являются водный и солевой режимы.

Распределение влажности в пойменных почвах характеризуется двумя зонами увлажнения: нижней, глубже 60 см.- увлажняющейся за счет грунтовых вод и верхней, 0-60 см.- увлажняющейся атмосферными осадками и капиллярно-подвешенной влагой. Т.е. общей чертой для пойменных почв, расположенных на различных геоморфологических элементах является то, что наибольшее изменение влажности в пределах 17-43% (0,7-1,2 НВ),

характерно для верхнего слоя – 0-0,4 м. С глубины 0,6 м влажность практически постоянна в течении всего теплого периода и изменяется в пределах 25-50%, соответственно на прирусловой, центральной и притеррасной частях, что обуславливается дифференцированным проявлением режимообразующих факторов.

Запасы влаги метрового слоя почвы ( $W_{0-100}$ ), могут быть определены по зависимостям:

Для прирусловой части:

$$W_{0-100} = 65,63 + 1,86 W_{20-40}, \text{ мм (3)}$$

Для центральной поймы:

$$W_{0-100} = 4,83 W_{40-60} - 1,18 W_{20-40} - 34,5, \text{ мм (4)}$$

Для притеррасной части:

$$W_{0-100} = 139,6 + 0,92 W_{80-100}, \text{ мм (5)}$$

Влажность почвы в подтапливаемых зонах при расположении грунтовых вод ближе 1,5 полностью определяется положением последнего. Влажность песчаных и супесчаных грунтов, располагающихся в зоне колебаний уровней грунтовых вод в течение всего теплого периода постоянна, равная более 35% от абс. сухого веса.

Таким образом, в отсутствие весеннего затопления формирование влагозапасов в деятельном слое почвы происходит под действием определенных факторов, действующих дифференцированно на каждом элементе поймы: на прирусловой- за счет атмосферных осадков  $\alpha = 0,8-0,96$ , на центральной и притеррасной- в большей степени за счет атмосферного увлажнения ( $\alpha_1 = 0,65-0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,25-0,28$ ).

Исследованиями выявлена динамика водорастворимых солей в разрезе года и в течение ряда лет. Установлено, что почвогрунты прирусловой



поймы песчаного и супесчаного мехсостава относятся к незасоленному и слабозасоленному ряду с максимумом содержания водорастворимых солей 0,8% и 0,1-0,2% в слое 0,8-1,2 м. Во всех зонах тип засоления определяют ионы  $\text{Na}$  и  $\text{Cl}$ .

В зимнее время, с октября по март, происходит накопление водорастворимых солей в слое 0,6-1,0 м до 0,36%.

Почвы центральной и притеррасной поймы имеют разную степень засоления- от слабозасоленных до пойменных солончаков. Солевые профили характеризуются явно выраженным поверхностным засолением. Максимальное содержание водорастворимых солей в почве, равное 3,5-4,0 % характерно для гидрогеологических условий II типа и периодов, когда затраты тепла на суммарное испарение имеют наибольшее значение. С уменьшением суммарного испарения концентрация солей в активном слое заметно снижается, что характерно для ранне- весеннего периода.

Общее содержание водорастворимых солей тесно связано с содержанием преобладающих ионов –  $\text{Na}$  и  $\text{Cl}$  ( коэффициенты корреляции 0,94-0,98), коэффициенты вариации которых соответственно равны 0,34-0,47. Уравнения связи общего содержания солей ( $S$ ) с преобладающими ионами ( $\alpha * \text{Na}$ ) имеют вид:

Для прирусловой поймы:

$$S = \frac{38(\alpha * \text{Na} + 1,71)}{1000}, \% \quad (6)$$

Для центральной поймы:

$$S = \frac{77(\alpha * \text{Na} - 0,27)}{1000}, \% \quad (7)$$

Для притеррасной поймы:

$$S = \frac{55(2,07 + \alpha * \text{Na})}{1000}, \% \quad (8)$$

Аналогичные зависимости получены для всех солеобразующих ионов и позволяют решать прямую и обратную задачи с точностью 10-20%.

Таким образом, исследования засоленности почв поймы Иртыша в степной и лесостепной зонах в отсутствии регулярного затопления выявили во-первых, широкое распространение процессов засоления почвенного покрова, которые являются следствием сформировавшегося гидролого-метеорологического режима и баланса грунтовых вод. Преобладающим типом засоления во всех зонах является хлоридно-натриевый с содержанием солей до 1,0-1,5% (табл.5.1). Во-вторых, установлено, что дальнейшее развитие почв закономерно происходит одновременно с формированием характерного для них водносолевого режима переходом из равновесного состояния, позволявшего ранее четко разделять почвы по генетическим и геоморфологическим признакам в неустойчивое состояние между луговыми, влажнолуговыми и луговыми солонцовыми и пойменными солонцами.

Таблица 5.1. Статистические параметры солевого режима пойменных почв ( за период 1964-1972 гг.)

Параметры	Ионы водорастворимых солей					
	Cl	Na	Ca	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Mg
	Приустьевая пойма.					
Вклад фактора в общее содержание ( $\alpha$ )	0,588	0,552	0,122	0,074	0,011	0,002
Частный коэффициент корреляции ( $\tau$ )	0,83	0,81	0,58	-	-	-
Тип засоления	Хлоридно-кальциево-натриевый					
	Центральная пойма.					
Вклад фактора в общее солесодержание ( $\alpha$ )	0,11	0,635	0,11	0,051	0,0005	0,096

Продолжение таблицы 5.1. Статистические параметры солевого режима пойменных почв ( за период 1964-1972 гг.)

Частный коэффициент корреляции (r)	0,0	0,86	0,82	-	-	-
Тип засоления	Хлоридно-кальциево-натриевый					
Притеррасная пойма.						
Вклад фактора в общее солесодержание	0,120	0,491	0,026	0,248	0,006	0,054
Частный коэффициент корреляции (r)	0,84	0,914	0,591	0,860	0,814	0,703
Тип засоления	Хлоридно-сульфатно-натриевый					

Действие гидрологических, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных условий проявляется в отборе наиболее стойких к искушению и засолению видов и группировок растительности, в формировании структуры фитоценозов и их расположения в рельефе на отдельных элементах пойм-прирусловой, центральной, притеррасной.

Агроботаническую характеристику отдельных участков Обь-Иртышской поймы выполняли М. К. Барышников, Р. А. Дядина, А. П. Асеева, Е. П. Прокопьев, Н. Г. Рыжков и др. Наша цель состояла в режимных наблюдениях за состоянием и продуктивностью естественных фитоценозов, проводимых течение трёх лет сопряжено с исследованиями на ключевых участках. В результате получена интегральная характеристика условий местообитания растительности и её продуктивность. Выделены эколого-динамические ряды, объединяющие сообщества разных эколого-генетических зон поймы: ксерогенные, гидрогенератор и галогенные.

Процесс иссушения поймы привел к потере индивидуального доминирования мезофильных злаков-пырея ползучего и костреца безостого, снижению их жизненности-уменьшению высоты растений, общего габитуса и занимаемой площади.

Наиболее объективным индикатором функционирования пойменных экосистем, при отсутствии регулярного весеннего затопления является биологическая продуктивность фитоценозов. Установлено, что ведущее значение в формировании количества и качества продуцируемой фитомассы в условиях зарегулированного стока имеет увлажнение почв, степень и характер засоления.

Современная продуктивность и растительных сообществ лесостепи, как наиболее репрезентативны по напряженности деградационных процессов, изменяется в интервале 0,02-2,7 т/га.

Таким образом, исследования, проведённые в пойме Иртыша после зарегулирования стока показали тесную сопряженность конкретных растительных сообществ с определёнными экологическими условиями: рельефом, высотными уровнями, почвами, степенью их иссушения и засоления, гидрогеологическими условиями- глубиной залегания, химизмом и минерализацией грунтовых вод.

Кроме того, современное состояние естественной фитоценозов их продуктивность не может явиться основой формирования лугово-пастбищного хозяйства в поймах рек с зарегулированным стоком. Необходима оптимизация пойменных геосистем с заменой фитобиоты на высокопродуктивные кормовые виды трав.

## **5. МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Мелиоративное районирование пойменных земель по комплексу природных факторов, определяющих необходимость и возможность осуществления мелиоративных мероприятий выполнено на типологической основе. Последняя в условиях отсутствия весеннего затопления наиболее информативна, т.к. содержит типы внешних и внутренних признаков объекта исследования, реально отражающих состояние и дальнейшего трансформацию пойменных систем.

Такой подход к мелиоративному районированию пойменных территорий как достаточно высокой форме анализа природных условий, находясь в соответствии с концепциями А. Н. Костякова, Е. Ф. Левина, Ф. Р. Зайдельмана, С. Л. Миркина, Б. С. Маслова, Д. М. Каца, А. М. Шульгина, В. Г. Ткачук, В. А. Клады, В. С. Мезенцева и др. обеспечивает объективную разработку и исследование методов и технологий комплексной мелиорации.

Количественная оценка факторов, определяющих современное состояние пойменных массивов позволило выделить в пойме Иртыша в степной и лесостепной зонах Западной Сибири четыре мелиоративных района (табл. 6.1)

Первый район плоскогивистой, изолированной, дренированной поймы с луговыми и влажнолуговыми почвами, постоянно недостаточного увлажнения в средние и сухие годы при достаточной теплообеспеченности, расположенной в степной зоне.

Второй район- крупно-волнистая, слабоизолированная, весьма слабо дренированная пойма солочаковато- солонцовый и луговых почв недостаточного увлажнения в «средний» год и недостаточного в «сухой», характерен для центральной лесостепи.

Третий район- слабоволнистая, неизолированная, весьма слабо дренированная пойма солончаковато- солонцовых и луговых почв достаточного увлажнения в «средний» год и недостаточного в «сухой», характерен для центральной лесостепи.

Четвёртый район- ступенчатогривистая и слабоволнистая, слабодренированная пойма с пятнистозасоленными влажнолуговыми и луговыми почвами оптимального увлажнения во влажные годы, достаточного увлажнения в «средние» и недостаточного в «сухие», располагается в северной лесост



таблица 5.1. Количественные характеристики мелиоративных районов на пойме Иртыша в степной и лесостепной зонах.

Характеристика	Единицы измерения	Мелиоративные районы			
		I	II	III	IV
Площадь района	тыс.га	22,3	8,2	22,1	22,9
Глубина грунтовых вод	м	1,5-2,0	2,5-3,5	1,0-1,5	2,0-2,5
Химический тип грунтовых вод		HCO <sub>3</sub> -Ca	HCO <sub>3</sub> -Cl-Na	Cl-Na	смешанный
Минерализация грунтовых вод	г/л	0,2-1,0	0,4-3,5	10,0	1,5-3,5
Схема гидрогеологических условий		1	1	1	1
Гдролого-климатические показатели:					
а) максимально возможное испарение ,Zm	мм	531	512	500	495
б) суммарное испарение ,Z	мм	260-265	265-270	270-275	275-280
в) атмосферные осадки , kx	мм	188-197	190-210	210-220	229-233

продолжение таблицы 6.1. Количественные характеристики мелиоративных районов на пойме Иртыша в степной и лесостепной зонах.

г) общее увлажнение , $H=kx+W1-W2$	мм	290-300	300-310	310	310-350
д) средняя влажность почвы на центральной пойме в долях от $W_{нв}$ , $V=\frac{W}{W_{нв}}$	мм	0,61-0,9	0,65-0,91	0,69-0,9	0,71-0,95
е) дефициты общего увлажнения, $\Delta H$	мм	124-130	120-90	90-85	55-65
Оросительная норма для многолетних трав					
а) среднемноголетняя , $J_n$	м3/га	1500	1200	1000	900
б) в год 75% обеспеченности $J_n, p$	м3/га	2000	1800	1600	1500
Преобладающий тип почвенного покрова		болотные, влажнолуговые	пойменные луговые, влажнолугове	солончаковатые луговые солонцы	Засоленные лугове разности

Примечание: Гидролого-климатические показатели приведены за май-август

## 6. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.

В качестве основных методов регулирования исследовались дождевание в качестве основных методов регулирования исследовались дождевание, лиманное орошение и осушение.

Режим орошения дождеванием предусматривает увлажнение активного слоя почвы, 0-60 см, увлажнением верхнего слоя, 0-30 см, поливной водой и нижних слоев за счёт грунтовых вод, обеспечивающих до 47 % суммарного водопотребления. Наблюдение за влажностью почвы на массиве орошения подтвердили закономерности передвижения влаги в почвенном профиле имеющим слоистый характер, выявленные П. С. Коссовичем, И. Фирлюисом, А. Ф. Лебедевым, Н. А. Качинским, Н. И. Фелициантом и др.

Экспериментальными исследованиями (1978-1982 гг.) режима орошения Кормовых культур определены поливные нормы, обеспечивающие оптимальное увлажнение расчётного слоя до уровня влажности при наименьшей влагоёмкости ( $Wh_b$ ) и  $0,85 Wh_b$ , составляющие соответственно  $400 \text{ м}^3/\text{га}$  и  $350 \text{ м}^3/\text{га}$ . Оптимальная поливная норма принятая по наибольшей прибавке урожая многолетних трав при благоприятном солевом режиме почв равна  $300 \text{ м}^3/\text{га}$ .

При расчете поливных норм ( $m_o$ ) для различных условий использовалась зависимость метода В. С. Мезенцева с корректировкой параметров на пойменные условия:

$$m_o = V_o \cdot Z_{\text{max}} - (KX + g) \quad (9)$$

$V_o$ - Уровень увлажнения в долях от единицы,  $Z_{\text{max}}$ - максимально возможное испарение с поправкой для поймы,  $KX$ - атмосферные осадки,  $g$ - подпитывание от грунтовых вод.

Изменение влагозапасов в межполивной период подтверждает выводы R.I. Hanks а о испарении из верхнего слоя, имеющего ограниченную мощность 20-30 см. При величине суммарного испарения из него в первые сутки после полива до 40 мм продолжительность периода между поливами равна 8-12 суток, а при суммарном испарении более 40 мм- 7-9 суток.

После трёх оросительных сезонов содержание солей в наиболее засаленном горизонте 0,4-0,6 м уменьшилось с 0,396% до 0.093% и в последующие шесть лет на уровне 0,104-0,120%. В весеннее время содержание солей минимальное- 0,05-0,07%.

К концу оросительного сезона она повышается до 0,16%. Вне орошаемого участка общее содержание водорастворимых солей остается на уровне начала орошения- 0,2-0,25% при содержании хлора 0,02-0,04%. После прекращения поливов в почв ах обнаруживается тенденция восстановления содержания солей до первоначального уровня-0,3-0,34%. Таким образом, основной вывод заключается в том, что рациональный режим орошения гарантирует благоприятные водосолевой режим деятельного слоя почвы и стабильные урожаи кормовых культур (табл. 6.2)

Результаты исследований лиманного орошения (Л.О.) как приема восстановлению водносолевого режима почв на участках о зарегулированным стоком полностью подтвердили принятую гипотезу о его положительном влиянии на свойства почв в условиях хлориде- сульфатно-натриевого засоления.

А. И. Бойцов, Ю.К. Касимов, А. Аубакиров, В. Ф. Мамин, С. Drijver, M. Marschang считают основными параметрами Л. О. слой и продолжительность затопления, температурные параметры. Перечисленные параметры увязывались нами с процессами рассоления почв, обеспечения их оптимального водного режима при возделывании кормовых культур.

При проведении исследований водного режима использовалось уравнение водного баланса с учетом особенностей лиманного орошения в поймах зарегулированных рек.

На период полного затопления уравнение имеет вид:

$$J_{\square,+} + W_1 - W_2 = Z_{в.п.} + Y_{\text{под}}. \quad (10)$$

после опорожнения лимана:

$$KX + W_1 - W_2 = Z + Y_{\text{под}}. \quad (11)$$

Норма лиманного орошения ( $J_n$ ) определена из условия создания слоя воды 60-80 см, расчетной продолжительности поддержания уровня 15-17 суток, промачивания слоя почвы до 60 см и возможных потерь. Она равна 4300-4800 м<sup>3</sup>/га (при  $P=75\%$ )

Наблюдения за режимом влажности пойменных почв на фоне лиманного орошения показали высокое содержание влагозапасов в течении всего периода вегетации после удаления воды. Характерной чертой является меньшая амплитуда изменений влажности верхнего (0-0,4 м) слоя почвы, где отмечается равномерное уменьшение влажности за счёт испарения ( $Z$ ) и подземного стока ( $Y$  под.).

Исследованиями Г. Ф. Косова, В. Ф. Мамина, С. В. Азарова и др. установлено, что в условиях водораздельных лиманов формируются процессы расслоения почв. В условиях поймы реки Иртыш особенно интенсивный вынос солей из слоя почвы 0-0,8 м отмечен в первые три года затопления. В последующие годы интенсивность опреснения несколько снижается (табл. 6.1).

Таблица 6.1 Содержание водорастворимых солей в почве лимана после трехкратного затопления (1986-1989 гг.)

Наблюдаемая площадка	Горизонт отбор проб, м	Сроки отбора.			
		08.1986	08.1987	08.1988	08.1989
59	0-0,2	0,735	0,179	0,117	0,087
	0,2-0,4	0,494	0,652	0,111	0,153
	0,4-0,6	0,317	0,401	0,411	0,127
	0,6-0,8	0,382	0,602	0,401	0,272
	0,8-1,0	0,310	0,322	0,311	0,264

Исследования осушительных мелиораций являются необходимыми в общей системе формирования оптимальной влажности пойменных почв.

Установлено, что в балансе влаги в метровом слое почвы осушаемых массивов, имеющих комплексный то водного питания (ТВП) выявляется два периода: первый, когда преобладающим источником переувлажнения являются воды поверхностного стока, поступающие с надпойменных террас и внутрипойменных областей. Этот период характерен для весеннего времени. Второй-когда преобладает сток грунтовых вол, увлажняющий нижние горизонты почвы. Он характерен для летнего ( бытового) периода.

Расчетом водного баланса переувлажненных почв по уравниванию (9) определены нормы осушения, изменяющиеся в пределах 60-120 см.

Солевой режим осушаемых почв характеризуется минимальным количеством, 0,14-0,11%, в весеннее время. с повышением температуры воздуха, уменьшением влажности почвы их количество увеличивается до 0,14-0,3%. Наименьшей изменчивостью отличаются ионы  $\text{HCO}_3$  , Ca, Mg.

## 6.1 РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОГО МИНЕРАЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ.

Исследованиями установлено, что в Западной Сибири травнозлаковые травостои за год имеющихся запасов питательных веществ могут сформировать в среднем 1,8-2,2 т/га сена.

Повышение урожайности до 7,0-10,0 т/га возможно на фоне оптимального водного режима при изменении пищевого режима пойменных почв и замене естественного травостоя на злаково-бобовые смеси сеяных трав.

При орошении наибольший урожай по всем укосам получен от внесения  $N_{90} P_{60} K_{45}$ . Большая отдача получена от азотных удобрений при возделывании костреца безостого.

В опытах за период 1978-1988 гг. урожайность сена бобово-злаковых травосмесей при орошении пойменных почв и внесении минеральных удобрений из расчета  $N_{90} P_{60} K_{45}$  д.в. на га в среднем составила 8,7 т/га, при максимальном - 12,0 т/га. Анализ эффективности применения минеральных удобрений под костреца безостый показал, что окупаемость удобрений и рентабельность их применения максимальны на вариантах  $N_{60} P_{60}$  и  $N_{90} P_{60} K_{45}$ , где себестоимость составила соответственно 1,94 и 1,98 рубля (табл. 6.2).

Таблица 6.2. Эффективность применения минеральных удобрений под коострец безостый на чрезмерно-луговой почве при поливе дождеванием (1964-1972 гг.).

Варианты опыта	Экономические показатели						
	средняя урожайность т/га	прибавка от внесения удобр. т/га	стоимость прибавки руб/га	чистый доход руб/га	окупаемость I руб доп. затр. Руб.	себестоимость I ц сена, руб	рентабельность %
0	2,0	-	-	-	-	-	-
N <sub>60</sub>	3,5	1,5	74,50	75,84	2,30	2,80	78,46
P <sub>60</sub>	2,6	0,7	33,00	43,62	1,21	3,33	49,91
K <sub>45</sub>	2,4	0,4	20,50	51,36	3,36	2,83	76,49
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	7,4	5,4	270,50	224,93	4,53	1,94	156,66
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub>	7,4	5,5	274,00	209,72	3,41	2,18	129,29
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	8,7	6,8	338,50	263,55	4,03	1,98	130,05
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub>	8,3	6,8	229,40	229,40	3,19	2,22	104,27



Экономический анализ результатов позволяет сделать вывод, что получения высоких урожаев сена возможно лишь при применении минеральных удобрений в оптимальных дозах и сочетаниях. Наиболее экономически выгодно на черноземно-луговой почве под кострец безостый на поливе применение  $N_{90} P_{60} K_{45}$  и  $N_{60} P_{60}$ , где каждый рубль, затраченный на внесение удобрений, окупается 1,55-6,61 рубля, на контроле же каждый рубль затрат окупается лишь 0,68 руб.

Использование минеральных удобрений на пойменных осушенных минеральных и оторфованных почвах также изучено недостаточно: не выявлены оптимальные дозы и сроки внесения удобрений, соотношение видов удобрений, не установлены и экономические показатели применяемых систем минеральных удобрений под различными многолетними и однолетними травосмесями, используемыми для повышения продуктивности пойменных почв.

Как видно из таблицы 6.3, наибольший урожай костреца безостого был получен на варианте  $N_{90} P_{90} + N_{90}$ , в котором прибавка урожая (сена) относительно контроля ( $0 + N_{60}$ ) составила 3,2 т/га.

Наибольший чистый доход получен при внесении  $N_{90} P_{60}$

$N_{60} P_{60}$  - 236,2 руб/га и 221,7 руб/га.

Исследованиями установлено, что при внесении удобрений нужно исходить из соотношения 3:2:1.

То есть на каждые 3 кг азота необходимо вносить 2 кг д.в. фосфора и 1,0 кг калия, так как на пойменных почвах при этом соотношении достигается наилучший эффект от минеральных удобрений.

Исследование развития и подбор наиболее продуктивных травосмесей многолетних трав для условий пойм Западной Сибири при зарегулированном стоке на фоне комплексных мелиораций является

дальнейшим развитием исследований отдельных вопросов проведённых П.Г. Казанцевым, А.М. Козыревой, Н.Г. Рыжковым.

Установлено, что формирование оптимального водно-солевого режима почв благоприятно сказывается как на злаковых, бобовых травах, так и на их смесях- резко увеличивается плотность травостоя, его высота, облиственность.

В среднем за 1986-90гг. наибольший сбор обеспечивает бобовая смесь люцерны с донником- 7,2 т/га (табл. 6.4) при наивысшем урожае на второй год пользования, когда сбор сухой массы достиг за два укоса 11,8 т/га, в том числе бобовых-6,4 т/га

Таблица 6.3. Урожайность костреца безостого (сено) на осушенных пойменных почвах, т/га.

Варианты опыта	Почва								Средняя по опытам	
	Аллювиальная влажно-луговая				Аллювиальная луговая					
	1967		1968		1967		1968			
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка		
0+N <sub>60</sub>	3,2	-	2,6	-	5,4	0	3,6	-	3,7	-
N <sub>60</sub> +N <sub>60</sub>	4,4	1,2	3,4	0,9	6,6	1,2	5,6	2,1	5,0	1,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> +N <sub>60</sub>	6,1	2,9	7,0	4,4	6,9	1,4	5,5	1,9	6,4	2,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> +N <sub>60</sub>	6,6	3,4	8,4	5,8	7,1	1,7	5,5	1,9	6,9	3,2

Примечание: (+) N<sub>60</sub> - ежегодное внесение азота в весенний период

Таблица 6.4. Урожайность сена травосмесей многолетних трав на орошаемых пойменных землях, за два укоса, т/га, Посев 1965 г.

Состав травосмесей	1966	1967	1968	1969	1970	Среднее
Люцерна синегибридная+ донник (желтый+белый)	8,8	11,8	$\frac{7,1}{5,5}$	$\frac{5,2}{0,9}$	$\frac{3,1}{0,3}$	9,2
Люцерна синегибридная+ кострец безостый+ тимофеевка луговая	5,44	9,0	$\frac{5,1}{2,4}$	$\frac{6,4}{1,8}$	$\frac{5,3}{1,2}$	6,5
Люцерна синегибридная+ кострец безостый	5,5	10,2	$\frac{4,9}{1,5}$	$\frac{5,4}{2,3}$	$\frac{5,0}{1,8}$	6,9
Кострец безостый (сорт СибНИИСХоз 189)	4,63	5,0	4,1	4,9	4,7	4,6
Канареечник тросниковый+ ежа сборная+ кострец безостый	-	2,8	5,5	8,7	6,8	4,1

Примечание: в числителе общий сбор сена, в знаменателе- люцерна.

Из бобово-злаковых травосмесей высокий сбор сена за два укоса также на второй год пользования обеспечивает смесь люцерны с кострцом - 10,2 т/га, в т.ч. число 7,9 т. люцерны.

Смесь люцерны с кострцом и темофеевкой даёт за два укоса в среднем за пять лет несколько меньше- 6,2 т/га.

Проведённые исследования роста и развития травосмесей различного сочетания бобовых и злаковых многолетних трав показали, что в современных условиях поймы Иртыша бобово-злаковые травостои отличаются стабильной высокой урожайностью и на шестой год пользования, обеспечивая получение сена высокого качества.

Исследование мелиорации пойменных лугов позволили разработать технологические системы создания травостоев на пойменных почвах с регулируемым водным режимом, на фоне дождевания, осушения, лиманного орошения, обеспечивающие повышение продуктивности поймы в 8-12 раз и в 22 раза по сравнению с естественным травостоем.

## **7. Экологические последствия русловых деформаций в нижних бьефах гидроузлов**

Деформации русел в нижних бьефах гидроузлов на равнинных реках как правило, происходят десятки, а иногда и сотни лет. Основной их причиной является резкое уменьшение поступления наносов, оседающих в водохранилищах, при сохранении скоростей потоков, превышающих их критические значения. Эти деформации заключаются в однонаправленном врезе русла и понижении отметок уровней дна. При этом мутность воды также резко уменьшается. Так, С.Л. Вендров приводит данные о среднемноголетней мутности р. Дон на входе в Цимлянское водохранилище, равной  $186 \text{ г/м}^3$ , и ниже плотины ГЭС -  $3,5 \text{ г/м}^3$ . Причем Вендров подчеркивает, что происходит и качественное изменение состава взвешенных наносов. Вместо мелких илистых и гумусовых частиц они состоят из песчаных фракций. Поэтому даже при затоплении пойм в период попусков на них откладываются песчаные что снижает продуктивность пойм по сравнению с бытовыми условиями.

Врезание русла и следующая за ним сработка уровней обычно приводят к снижению уровней грунтовых вод, а следовательно, и к уменьшению их запасов в маловодные периоды. В связи с регулированием высокопродуктивной поймы р. Иртыш, вызвавшей необходимость специальных попусков из водохранилища Бухтарминской ГЭС. Весьма значительные попуски производятся из водохранилищ Волгоградской и Куйбышевской ГЭС с целью обеспечения нерестилищ рыб и продуктивности Волго-Ахтубинской поймы. Эти попуски производятся в ущерб энергетике. стока водохранилищами пики паводков снижаются и

паводочные воды на ряде рек не затапливают поймы, что приводит к их остепнению и необходимости орошения. Однако орошение также не компенсирует уменьшения продуктивности пойм из-за отсутствия мелких гумусовых частиц, приносимых паводками в бытовых условиях. Так, Вендров приводит пример остепнения ранее

В Казахском научно-исследовательском институте энергетики провели детальные наблюдения по реализации проектов восстановления биологической продуктивности поймы р. Иртыш на участке ниже Бухтарминской ГЭС. В период наполнения водохранилища (1960-1963 гг.) прекратилось затопление пойменных лугов, которое было основой их урожайности. Продуктивность этих лугов сократилась с 17 до 3—4 ц/га из-за прекращения их обводнения. Такое положение привело к необходимости сельскохозяйственных попусков из водохранилища Бухтарминской ГЭС в ущерб энергетике. Теоретическая «схема» таких попусков, основанная на теории трансформации паводочной волны при ее совмещении с паводками основных притоков на этом участке рек Убы и Ульбы, была разработана в ГГИ. Несмотря на приближенный характер «схемы» и ряд ее недостатков, она была реализована при проведении попусков в 1962, 1964-1972 гг. Первый попуск 1962 г. не привел к затоплению поймы, но его опыт позволил резко повысить эффективность попусков в последующий период. Основные результаты попусков приведены в табл. 8.1

Таблица 7.1 Основные данные по попускам из Бухтарминского водохранилища в 1964-1972гг.

год	продолжительность попуска сутки	Объём стока за период попуска				Максимальные площади затопления		Урожайность		
		объём попуска из водохранилища, км <sup>2</sup>	средний расход попуска, м <sup>3</sup> /с	объём стока рек Улыбы и Убы, км <sup>2</sup>	объём стока за половодье в створе р.	общая площадь	в т. ч. общая площадь луговых угодий	по отчету сельхоз-управления, ц/га	% от естественного урожая	валовой сбор сена тыс.т
1964	23	2,61	1320	8,45	9,48	317	232,0	17,7	104	430
1965	18	1,91	1230	4,92	5,07	238	168,0	13,5	80	320
1966	19	1,66	1000	8,50	13,70	370	242,5	14,8	87	370
1967	21	2,73	1500	2,69	6,54	264	180,0	9,2	55	210
1968	24	3,00	1450	3,92	9,86	338	233,0	10,1	60	210
1969	21	2,47	1360	6,85	8,17	338	235,8	14,8	87	253
1970	17	2,58	1760	2,50	6,79	249	167,0	11,5	68	220
1971	18	2,85	1900	7,11	13,80	309	218,0	14,3	65	328
1972	22	2,98	1700	6,01	13,15	340	227,0	-	-	-

Анализ данных этой таблицы показывает, что несмотря на большие энергетические только в 1964г. Урожайность лугов достигла и даже несколько превысила соответствующую в естественных бытовых условиях. Это объясняется тем, что пойма перед попуском четыре года «отдыхала» и в 1964 г. были израсходованы запасы питательных веществ, накопленных поймой в предыдущий период. В последующие 1965-1972 гг. урожайность лугов составляла только 58-87 % их естественной продуктивности. Это

обусловлено резким уменьшением поступления питательных веществ при попусковом затоплении пойм по сравнению с их естественным затоплением, а также частичным заболачиванием и переувлажнением лугов. Пойма, как аккумулятор плодородия, сама регулировала и гарантировала свое плодородие. В условиях попуска пойма подвержена в первую очередь регулярному «ударному» воздействию волны попуска, осветленные массы воды которого «раскачивают» плодородный слой и бесполезно вымывают из озер и углублений накопившийся годами ил. К тому же во время попуска на пойме вместо гумусовых частиц поступают песчаные наносы, ухудшающие структуру почвенного слоя.

Следует отметить, что попуски для восстановления продуктивности пойменных лугов вполне оправданы как временная мера, но из-за ряда негативных последствий для интенсификации сельскохозяйственного производства на поймах целесообразно перейти на регулярное орошение пойменных земель с одновременной их мелиорацией.

Однонаправленное врезание русла в нижнем бьефе приводит к снижению базиса эрозии притоков, что, в свою очередь, приводит к врезанию их русел, то есть к изменению типа русловых, а следовательно, и пойменных процессов, и существенному уменьшению затопляемости пойм.

Таким образом, в нижних бьефах ГЭС из-за направленных деформаций размыва русла основного водотока и его притоков, как правило, происходит увеличение площадей их сечения, а следовательно, и пропускной способности. Это приводит к значительному уменьшению частоты и продолжительности затопления пойм, что в совокупности с уменьшением мутности приводит к уменьшению количества наносов, отлагающихся на них. Помимо этого нередко происходит смена типа руслового процесса, приводящая к замене плановых деформаций высотными.



В последние годы в связи со строительством и эксплуатацией ГЭС, расположенных на реках, протекающих в суровых климатических условиях, особенно остро встала проблема затопления пойм зимними паводками. Действительно, регулирующие водохранилища, накапливая воду в паводочный период, существенно увеличивают летний и зимний сток. Пропуск высоких зимних расходов воды при сечении реки, забитом льдом и шугой, происходит при низких зимних коэффициентах  $k_3$ , что часто приводит к затоплению пойм.

Рассмотрим эту проблему более детально на примере Красноярской ГЭС, где в 1968-1974 гг. были проведены специальные исследования пропуска повышенных, с учетом аварийной нагрузки, расходов воды (3500 м<sup>3</sup>/с).

В нижнем бьефе ГЭС формируется полынья, размеры которой зависят от суровости зимы, режима попусков ГЭС, температуры воды, поступающей из водохранилища, и от объемов и температуры промышленных вод, сбрасываемых предприятиями, расположенными ниже ГЭС. На Красноярской ГЭС минимальные размеры полыньи в период наблюдений с 1968 по 1974 г. изменялись от 50-70 км в суровую зиму 1968-1969 гг. при ( $Q = 1200—1500$  м<sup>3</sup>/с) до 140 км в 1970-1974 гг. (обычные зимы). Наибольшие размеры полыньи, достигающие 300 км, наблюдаются в марте.

В условиях попускового режима работы ГЭС, когда расходы воды изменяются в значительных пределах от 1200 до 3500 м<sup>3</sup>/с, происходит взлом кромки льда и забивка русла льдом и шугой, что вызывает максимальное повышение уровней воды, затопление пойм и поселков, расположенных на них.

Как показали исследования института Гидропроект, зимние коэффициенты при увеличении расходов воды до 3000 м<sup>3</sup>/с практически не зависят от последних, что объясняется зажорными явлениями и перемещением кромки льда при изменении температуры воздуха и расходов воды. При расходах

воды от 3000 до 4000 м<sup>3</sup>/с выявлена слабая зависимость зимних коэффициентов от расходов воды. Однако коэффициент корреляции этой зависимости мал, а среднее квадратическое отношение велико. Кроме этого, данные измерений расходов воды у пос. Атаманово полынье несколько ниже кромки льда показали, что значения зимних коэффициентов близки к 0,30 из-за подпора ото льда и шуги.

Все это привело к необходимости принять для расчетов уровней воды зимнего периода минимальные, близкие к естественным значения зимних коэффициентов.

Таким образом, в зимний период проектировщики вынуждены решать обратную задачу, то есть рассчитывать уровни затопления пойм по расчетным значениям попусковых расходов воды, минимальным значениям зимних коэффициентов и кривой расходов воды летнего периода. По данной методике выполнялись расчеты для ряда ГЭС, расположенных в суровых климатических условиях (Саяно-Шушенской, Бурейской, Вилюйской и др.).

Недостатками методики являются недоучет русловых деформаций, обусловленных как общим размывом нижнего бьефа, так и зажорно-заторными явлениями, и ориентировочные значения зимних коэффициентов. Однако какая-либо другая более совершенная методика расчета зажорных уровней в условиях попускового режима работы ГЭС авторам неизвестна. По-видимому, разработка такой методики, являющейся крайне важной в условиях строительства ГЭС на реках, протекающих в зоне с суровыми климатическими условиями, - дело ближайшего будущего. Аналогичные расчёты выполнены и для Саяно-Шушенской ГЭС с целью предупреждения затопления г. Минусинска.

Рассмотрим другие проблемы, возникающие при возведении регулирующих водохранилищ. Одной из наиболее острых проблем является снижение рыбопродуктивности рек. В первую очередь, это обусловлено тем, что

плотины гидроузлов, перегораживая реки, закрывают проходным рыбам доступ к местам нерестилищ. Различные приспособления, применяемые для улучшения пропуска рыб (рыбоходы, рыбоподъемники и др.) пока малоэффективны.

Нерестилища многих видов рыб располагаются на затапливаемых поймах. Если же последние не затапливаются, то рыбам необходимо приспособливаться к изменившимся условиям. При этом значительная их часть гибнет. Помимо этого различные пойменные озера и другие пониженные части пойм, часто соединяющиеся с руслом различными протоками, являются хорошими местами выгула мальков рыб.

Действительно, если сравнить рыбопродуктивность таких величайших сибирских рек, как Обь и Енисей, имеющих близкую водность, то рыбопродуктивность Оби до зарегулирования ее стока была примерно в десять раз больше рыбопродуктивности Енисея. Это объясняется тем, что Обь имеет широкие, более 50 км, затапливаемые продолжительный период времени, поймы. В то время как на Енисее поймы небольшие, да и затапливаются они непродолжительный период времени.

Резкое понижение уровней, в нижних бьефах ГЭС, достигающее на некоторых реках 1,5-2,0 м, вызывает трудности с эксплуатацией ряда важных гидротехнических сооружений: водозаборов, водовыпусков, причалов и др. Действительно, водозаборы при низких уровнях обнажаются, и требуются капитальные работы, чтобы восстановить такие сооружения.

Довольно большие затруднения вызывает посадка уровней для судоходства. Так, например, на участке р. Волги от Городца до Нижнего Новгорода, длиной около 54 км, для обеспечения судоходства в период до заполнения водохранилища Чебоксарской ГЭС ежегодно вынималось свыше 10 млн м<sup>3</sup> грунта. Несмотря на такие большие объемы, достичь необходимых транзитных глубин в маловодные периоды не представлялось возможным, и поэтому

речные суда преодолевали этот затруднительный участок в период специальных попусков из водохранилища Горьковской ГЭС.

Имеется и гидрологический аспект проблемы, обусловленный существенным падением уровней из-за русловых деформаций. Действительно, при значительных падениях уровня воды в нижних бьефах их отметки в маловодные периоды становятся меньше отметок графиков. Таким образом, отсчеты уровней в этот период становится отрицательными, несмотря на то, что отметки нулей графиков назначаются на 0,5 м ниже наинизших уровней.

## **Заключение**

1. В условиях длительной и глубокой деградации пойм Западной Сибири, вызванной регулированием стока, восстановление экологического равновесия пойменных систем в целях значительного увеличения сбора кормов можно достичь в течение 3-5 лет посредством комплекса мероприятий, включающего управление водным, солевым, пищевым режимами почв, повышающего продуктивность поймы в 8-12 раз, при уровне урожая сена бобово-злаковых травосмесей 9,0-10,7 т/га и чистом доходе 160-260 руб/га.

2. Оценка мелиоративного состояния пойменных массивов должна выполняться на основе комплексных количественных критериев, имеющих единую генетическую основу. В качестве последней принята взаимосвязь параметров теплообмена с типами гидрогеологических, геоморфологических, почвенных условий. Характеристики увлажнения и теплообеспеченности - суммарное увлажнение и суммарное испарение являются единственными критериями оценки соразмерности естественных ресурсов влаги оптимально потребным и выделения мелиоративных районов.

3. Рекомендуется проводить орошение дождеванием на почвах среднего и тяжелого механического состава с содержанием водорастворимых солей не более 0,25%, при глубине грунтовых вод 1,5-2,5 м.

## Список литературы

1. Реки России, издательство «Дрофа». 1998 г.
2. Охрана природы и экономические проблемы природопользования. Красноярск 1975г. с109-110 (А.И.Бойнов, А.И.Кузьмин)
3. Условия увлажнения и режимы гидромелиораций поймы Иртыша на юге Омской области// Гидрология и гидротехнические мелиорации Сибири. Омск .-1981.-с. 56-60
4. Влияние геоморфологии на водный режим пойменных земель// Научн. тр. /Омского СХИ.- 1976. –т.179.-с33-37 (соавтор Кузьмин А.И.)
5. Тепловой баланс и микроклимат поймы реки Иртыш в степной зоне Омской области// Науч. Тр./Омской с.-х.ин-т,-1979.-т.186.-с.28-32.
6. Русловые процессы (Н.Б Барышников, Д.И. Исаев) 2014 г.