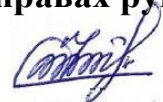


**ТАДЖИКСКИЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ШИРИНШОХ ШОТЕМУР
ГУ «ТАДЖИКСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ»
(ГУ «ТаджикНИИГиМ»)**

УДК 631.674.5:631.671.1 (575.3)

На правах рукописи



РАСУЛЗОДА Фируз Нематилло

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ВОДОПОДАЧИ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ
ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА**

ДИССЕРТАЦИЯ

**на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство,
архитектура (2.1.39. Мелиорация, рекультивация и охрана земель)**

Научный руководитель: Пулатов Я.Э.,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, иностранный член-
корреспондент РАН, заслуженный
работник Таджикистана

ДУШАНБЕ – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Состояние изученности вопроса (обзор литературы).....	12
1.1. Техника и технология орошения дождеванием.....	12
1.1.1. Виды дождевания и их классификация.....	12
1.1.2. Особенности орошения дождеванием.....	15
1.1.3. Поливная техника при дождевании сельскохозяйственных культур.....	18
1.2. Режим предполивной влажности почвы, нормы поливов и водопотребление люцерны.....	26
Глава 2. Климатические и почвенные особенности Центрального Таджикистана	37
2.1. Особенности климатических условий	37
2.2. Особенности почвенных условий Центрального Таджикистана	44
Глава 3. Методика и объект исследований.....	51
3.1. Методика проведения исследований.....	51
3.2. Объект исследований.....	54
Глава 4. Результаты исследований.....	58
4.1. Водно-физические свойства почв.....	58
4.2. Полив люцерны напуском.....	66
4.3. Оптимизация режима водоподачи при дождевании и сравнительная оценка способов полива люцерны.....	73
4.4. Влияние способов полива на продуктивность люцерны.....	77
4.5. Водный баланс люцернового поля при различных способах полива.....	81
4.6. Техничко-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка.....	93
4.7. Технологическая карта возделывания люцерны при дождевании в условиях Центрального Таджикистана.....	110
4.8. Экономическая эффективность технологии полива люцерны дождеванием.....	114

Глава 5. Рассмотрение результатов исследования.....	122
5.1. Результаты анализа технологии полива люцерны при напуске и дождеванием, и особенности водно-физических свойств почвы.....	122
5.2. Результаты преимущества дождевания относительно полива люцерны напуском.....	126
Заключение.....	131
Рекомендации производству.....	133
Список использованной литературы.....	134
Список основных работ, опубликованных по теме диссертации.....	148
Приложение.....	151

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Наряду с воздухом, теплом, светом и пищей, вода является основным фактором формирования агробиоценоза (биомассы) и получения высокого урожая сельскохозяйственных культур. Центральная часть Таджикистана (Гиссарская долина) находится в аридной зоне и без искусственного орошения невозможно заниматься земледелием (зона рискованного земледелия).

В настоящее время, на душу населения республики, удельный показатель орошаемых земель составляет 0,076 га/чел и, из-за ограниченности доступных запасов орошаемых земельных ресурсов и прироста населения (2,5% ежегодно) в республике, этот показатель, в перспективе, снизится до 0,06 га/чел.

Сравнительная оценка водопользования по секторам экономики показывает, что основная часть водных ресурсов (в среднем 90%) используются в целях орошения сельскохозяйственных культур и в условиях нарастающего спроса и дефицита водного фонда на перспективу можно ожидать водный кризис по национальным и межгосударственным бассейнам рек. В этих условиях, в орошаемом земледелии, выбор способа и технологии полива имеет важное значение, а бороздковый полив, который применяется на более чем 98 % земель, имеет ряд недостатков: низкая производительность поливальщика; большой поверхностный сброс; появление эрозии почвы; неравномерное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы по длине борозды; невозможность применение бороздкового полива на участках с большими уклонами, низкий КПД и т.д. Все эти факторы способствуют снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Дождевание относится к прогрессивным способам полива люцерны и других кормовых культур, особенно в зонах недостаточной водообеспеченности.

В целях решения задач по продовольственной безопасности Республики

Таджикистан применение, в сельском хозяйстве, метода орошения дождеванием позволит значительно увеличить урожайность люцерны и, тем самым, обеспечивать кормовую базу животноводства страны.

Введение в сельскохозяйственный оборот более 150 тыс./га новых земель до 2030 года должно способствовать дальнейшему развитию сельскохозяйственного производства республики и обеспечению населения республики продуктами питания. Ввод новых площадей может быть осуществлен за счет экономии и высвобождения - 1,6-1,7 км³/год, воды от общего лимита республики - 11,1 км³/год путем ее рационального использования. При применении инновационных, водосберегающих технологий, а также реконструкции имеющихся оросительных систем, нетрадиционного орошения, включая платное водопользование, может быть достигнута экономия значительного количества поливной воды.

Настоящая диссертационная работа направлена на решение проблем высокоэффективного использования оросительной воды, путем применения метода дождевания люцерны в условиях Центральной части Таджикистана.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. При исследовании данной проблемы использовались труды известных ученых в области орошаемого земледелия и техники полива таких как: А. Н. Костяков [66], Н. Ф. Беспалов [19], А. Махамбетов [86], Б. М. Лебедев [74], А. Н. Максумов, В. Н. Литвинов, С. Имамов [83], Х. И. Рашидов, В.П. Сизова [115], Х. Д. Домуллоджанов, С. С. Сатибалдиев [45], З. Эшанова [131], Г. Ю. Шейнкин, В.Б. Гордеев, О.А. Осадчи [129], Б. И. Костин [67], Р. Рахматиллоев [112], Г. В. Ольгаренко [98], М.Н. Сардорев [121], Т. Гулов [39], Я. Э. Пулатов [104] и др. Вопросы оптимизации режима водоподдачи и элементов технологии полива дождеванием люцерны и её продуктивности на темных сероземах Центрального Таджикистана требуют детальных исследований.

Связь исследования с программами (проектами) и научными темами. Выполненная НИР входит в перечень приоритетных направлений научных исследований Республики Таджикистан, утвержденной постановлением Правительства РТ за №333, от 30 июня 2007г. и Стратегией Республики Таджикистан в области науки и технологий, утвержденной постановлением Правительства РТ за №362, от 01 августа 2007 года («Информационно-управляющие системы ресурсосберегающими, экологически безопасными технологиями орошаемого земледелия»). Работа нацелена на реализацию Программы реформы водного сектора Республики Таджикистан на 2016-2025 годы (Постановление Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015года, №791) (Пункт 32: «Научные основы повышения эффективности использования водных ресурсов»). Диссертационная работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка и внедрение водо–энергосберегающей технологии орошения основных сельскохозяйственных культур в условиях рыночной экономики, в Республике Таджикистан» (2011-2015г.г., ГР01011ТД24.) и «Разработка инновационных технологий орошения сельскохозяйственных культур и водонормирования в условиях климатических изменений Таджикистана» (2016-2020 г.г., ГРН№0116ТJ00580).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования. Установления оптимального режима водоподачи и технологии способа дождевания люцерны в условиях темных сероземов Центрального Таджикистана.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью в ходе проведения исследования были определены и решены следующие основные задачи:

- Проанализировать и оценить способы полива люцерны напуском и дождеванием;
- Изучить водные и физические свойства почвы для выявления параметров

орошения;

- Выявить оптимальные нормы водоподачи люцерны при дождевании;
- Составить водный баланс люцернового поля при поливе напуском и дождеванием;
- Изучить влияние способов полива на продуктивность люцерны;
- Разработать технологическую карту возделывания люцерны при дождевании;
- Определить экономическую эффективность применения дождевания люцерны и дать рекомендации производству.

Объект исследования. Способы полива: напуск и дождевание, почвенно-климатические условия Центрального Таджикистана, сорт люцерны «Вахшская-300».

Предмет исследования. Оценка способов полива (напуск, дождевание), оптимизация водоподачи, обеспечение стабильной водообеспеченности, равномерности полива, повышение урожайности сена люцерны, экономия оросительной воды и снижение непроизводительных потерь воды.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Впервые, применительно к условиям Центрального Таджикистана, установлены оптимальные нормы водоподачи дождеванием люцерны, выявлены основные водно-физические особенности темных серозёмов;
2. Оценена существующая технология орошения люцерны при поливе напуском и дождеванием, составлен водный баланс при поливе напуском и дождеванием, установлена зависимость между нормами водоподачи, суммарного испарения и урожайности сена люцерны;
3. Разработаны оптимальные диаметры труб для дождевальной системы, дана технико-экономическая обоснованность модульного участка;
4. Разработана технологическая карта возделывания люцерны при дождевании, оценена экономическая эффективность полива дождеванием люцерны.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования заключается в решении задач, связанных с анализом и оценкой существующих технологий орошения люцерны при поливе напуском и дождеванием, изучение водно-физических свойств почвы для установления параметров орошения, выявлено оптимальные нормы водоподачи люцерны при дождевании.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологии орошения люцерны при дождевании на темных сероземах Центрального Таджикистана. Доказаны преимущества дождевания люцерны, относительно полива напуском. Дождевание обеспечивает получение условно-чистого дохода до 13478,5 сомони/га и рентабельность при дождевании люцерны превосходит способ полиа напуском на 86,3%. Дождевание позволит обеспечить стабильную водоподачу, равномерность полива, значительно повысит урожайность люцерны, сэкономит оросительную воду, снизит непроизводительные потери воды, исключит ирригационную эрозию и повысит производительность труда поливальщика. На основе обобщения полученных результатов исследований, разработаны рекомендации производству.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты исследований по оценке технологии полива люцерны при напуске и дождеванием в условиях тёмных серозёмах Центрального Таджикистана. Впервые оценена и доказана преимущества дождевания относительно полива люцерны напуском;

2. Результаты исследований по изучению нормы водоподачи, составлению водного баланса, установлению общего водопотребления (эвапотранспирации) и влияние их на продуктивность люцерны. Установлена оптимальная водоподача и зависимость между урожаем люцерны и суммарным водопотреблением при различных способах поливах;

3. Обоснованы технико-экономические показатели, рассчитаны капитальные затраты на строительство, установлены оптимальные диаметры

и потери напора по длине трубопроводов системы дождевания. Разработана оптимальная технологическая карта возделывания люцерны при дождевании.

Степень достоверности исследований. Проведении экспериментов и полученные результатов предоставил достоверности результатов исследований. Достоверность подтверждают использованием общепринятых методик, базы данных, современных методов обработки, а также изучением необходимого количества разработок. Научная методология основывается на системном и последовательном подходе, в работе были использованы общепринятые методы по проведению полевых и лабораторных исследований. В процессе выполнения работы применялись методы инженерно-технического и экономического исследования. Статистическая обработка полученных опытных данных проводилась дробным методом. Использован метод дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1979), также компьютерные программы. Полевые опыты проведены (2014-2016гг.) на научно-исследовательском полигоне ГУ «ТаджикНИИГиМ», который расположен в Рудакинском районе Центрального Таджикистана. В результате сопоставлялись 6 вариантов по технологии орошения люцерны и обосновано с методическими рекомендациями.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Содержание диссертационной работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.1.39.-Мелиорация, рекультивация и охрана земель:

4. Исследование водопотребления сельскохозяйственными культурами, разработка режимов орошения и осушения в различных природных зонах, исследование особенностей агротехники выращивания сельскохозяйственных культур, систем земледелия на мелиорированных землях;

7. Исследование способов и техники орошения и осушения земель, прогрессивных ресурсосберегающих и природоохранных приёмов мелиорации, создания совершенных инженерно-мелиоративных систем;

28. Оптимизация водопользования и водораспределения на оросительных системах.

Личный вклад соискателя ученой степени в исследование. Диссертация является результатом многолетних (2014-2016 г.г.) исследований автора, проведенных на кафедре строительной механики и гидротехнических сооружений Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур, и отдела техники и технологии полива сельскохозяйственных культур Государственного учреждения «Таджикский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ГУ «ТаджикНИИГиМ»). Вклад автора заключается в самостоятельном выборе методов исследования, проведении полевых и лабораторных исследований, в сборе и обработке первичных данных, выполнении аналитической работы, статистической обработке материалов, обобщении полученных результатов и подготовке материалов к публикации.

Апробация и реализация результатов диссертации. Полевые опыты ежегодно апробировались комиссией Таджикского аграрного университета им. Ш.Шотемур и Государственного учреждения «Таджикский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации». Основные положения диссертационной работы доложены на международных и республиканских научно-практических конференциях (НПК): республиканской НПК «Устойчивое использование водных ресурсов и его влияние на отрасли национальной экономики в условиях изменения климата», посвященный Международному десятилетию действий “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг. (ГУ “ТаджикНИИГиМ”, Душанбе, 2017); республиканской НПК “Рациональное управление водными ресурсами - залог устойчивого развития сельского хозяйства”, посвященный Международному десятилетию действий “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг (ТАУ имени Ш. Шотемур, г. Душанбе, 2018); международной НПК «Взаимосвязь воды, энергии, продовольствия и экологии: основа

устойчивого развития» (г. Душанбе, 26 апреля 2019г.); международной НПК “Воздействующая роль международного десятилетия действия “Вода для устойчивого развития, 2018-2028” и их влияние на обеспечение эффективности использования, охраны водных и земельных ресурсов в Республике Таджикистан” (ТАУ имени Ш. Шотемур, г. Душанбе, 31 марта 2020 г.); международной НПК “Водные ресурсы Республики Таджикистан, современное состояние в рамках международного десятилетия “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг.” (ТАУ имени Ш. Шотемур, г. Душанбе, 16 ноября 2021 г.); Центрально-азиатской НПК «Вопросы сохранения ледников и рациональное использование водных ресурсов Центральной Азии» (г. Душанбе, 30 ноября 2022 г.).

Публикации по теме диссертации. Результаты и основное содержание диссертационной работы изложены в 15 публикациях, из которых 7 статья в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 1 статья в рецензируемых журналах ВАК Российской Федерации, 6 статья в республиканских и международных конференциях и 1 рекомендации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из: введения, пяти глав, основных выводов и рекомендации производству, и приложения, объемом 167 страницы, включая 18 рисунков и 32 таблиц, списка литературы из 136 наименований и приложения на 17 страницах. Основной текст диссертации изложен на 130 страницах.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Техника и технология орошения дождеванием.

1.1.1. Виды дождевания и их классификация

Известно, что, на практике, дождевание имеет 3 вида: аэрозольное, импульсное и обычное.

По данным «Портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии (cawater-info.net)», при дождевании, то есть одном из самых эффективных способов орошения, вода, капля разбрызгивается в воздухе и, в виде естественного дождя, падает на землю.

«При **импульсном** дождевании воду подают на культуру ежедневно, в период наиболее высоких дневных температур - с 13 до 15...16 ч, для снижения дефицита влажности воздуха. Аппараты импульсного дождевания работают отдельными циклами, причем каждый цикл состоит из периодов-пауз, то есть накопления воды в котле, создания максимального давления и «выстрела». При **аэрозольном** дождевании вода подается, как и при импульсном, ежедневно в течение 4-5 ч (с 13 до 16...17 ч), в период высоких температур и низкой относительной влажности воздуха. Мощные установки забирают воду из каналов или трубопроводов и под большим давлением выбрасывают ее в воздух. В зависимости от силы и направления ветра, капли дождя в виде тумана распространяются на 200-300 м и более» (<http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>).

«**Стационарное дождевание.** Стационарное дождевание - способ полива, при котором перемещаются только дождевальные аппараты, а другие звенья дождевальной системы (насосно-силовое оборудование, главный и распределительный трубопроводы) имеют стационарное обслуживание. По принципу работы, системы дождевания делятся на: стационарные, полустационарные и передвижные. На стационарных системах все элементы (т.е. насосные станции, все трубопроводы, дождевальные аппараты) устанавливают постоянными. На таких системах целесообразно широко

применять автоматику, устанавливать самопогружающиеся дальнеструйные установки в специальных колодцах, откуда они под напором воды поднимаются для полива, и опускаются после полива. На автоматизированных стационарных системах устанавливают короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные машины, и установки.

На стационарных системах насосная станция, водопроводящая сеть и гидротехнические сооружения имеют постоянное местонахождение. Трубопроводы заложены в земле. На поверхность выводятся лишь гидранты (краны) от закрытых трубопроводов, к которым подключаются дождевальные машины и установки. В стационарных системах все элементы, кроме дождевальных аппаратов, занимают постоянное положение. Для небольших участков площадью 25-50га стационарные системы устраивают из труб, протянутых над землей на высоте 2,5 м с закрепленными на них короткоструйными или среднеструйными аппаратами» (<http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>).

Полустационарное дождевание. «Полустационарное дождевание - способ полива, при котором насосно-силовое оборудование, главный и распределительный трубопроводы имеют стационарное положение, а полевые – с дождевальными устройствами перемещаются. В настоящее время именно эти системы получили наибольшее распространение. К подвижным дождевальным агрегатам и машинам относятся ДДН-70, ДДН-100, ДЦА-100М (А), «Фрегат», «Волжанка», «Днепр», «Кубань». При полустационарных дождевальных системах насосные станции, хозяйственные, участковые распределители, групповые оросители или трубопроводы устраивают постоянными, оросители и транспортирующие трубопроводы - временными, а дождевальные машины и установки - самоходными или переносными, то есть подвижными» (<http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>).

«Дождевание передвижными машинами. Дождевание передвижными машинами - способ полива, при котором перемещаются все звенья

дождевальных систем. Подвижные системы при дождевании, в настоящее время, устраивают обычно на небольших участках (орошаемые овощные участки, культурные орошаемые пастбища и др.), где не требуется пропуска больших расходов воды. Наиболее типичной, для настоящего времени, подвижной системой является система орошения культурных долголетних пастбищ площадью от 150 до 300 га. Их оросительная сеть состоит из быстроразборных трубопроводов и передвижной насосной станции. В передвижных дождевальных системах все элементы, в процессе полива, перемещаются. Например, закончив подачу воды на одной позиции, насосная станция перевозится вместе с трубопроводами на другую, где подает воду в переносные или передвижные дождевальные установки, или машины. Передвижные дождевальные машины ПДМ-2500, ПДМ-3000 применяется для искусственного орошения сельскохозяйственных угодий» (<http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>).

Классификация дождевальной техники. В настоящее время, дождевальная техника, которая используется на практике, насчитывает десятки наименований. Она классифицируется по многим признакам:

«По принципу создания дождя, различают дождевальные аппараты:

- с принудительным разрушением струи - струя разрушается сразу за выходом из сопла (например, при ударе о преграду);
- со свободным разрушением струи - распад на капли происходит естественным путем, главным образом, за счет сил сопротивления воздуха;
- с комбинированным разрушением струи - преграда периодически вносится в струю или разрушает только часть струи.

По дальности полета струи, дождеватели подразделяются на:

- короткоструйные - дальность полета струй до 10м (обычно с принудительным их разрушением);
- среднеструйные (до 30÷40м);
- дальнеструйные (свыше 40м).
- По крупности капель, дождевальные аппараты могут быть:

- обычными - капли диаметром несколько миллиметров;
- мелкодисперсными (аэрозольными), которые распыляют воду до состояния тумана (капли диаметром около 500микрон).

Отечественные аэрозольные установки обычно имеют в своем составе газотурбинные двигатели (например, выработавшие ресурс авиационные моторы) и форсунки различных конструкций. Аэрозольное дождевание применяется для полива чайных плантаций, а также садов, ягодников, овощных и других ценных культур, в периоды сильных засух и суховеев, для снижения температуры листьев растений» (<http://www.cawater-info.net/pdf/kriulin-patrina-poletaev.pdf>).

«По характеру работы, классифицировать дождевальную технику довольно сложно, эти классификации в известной степени условны, но можно выделить:

- дождевальные аппараты - устанавливаются на отдельных гидрантах и орошают определенную площадь самостоятельно.
- дождевальные установки - могут иметь разборные дождевальные крылья (трубопроводы с дождевателями), переносимые с позиции на позицию вручную, или целиком перемещаться на новые позиции трактором, обслуживающим обычно несколько таких установок.
- дождевальные машины - имеют собственный механический, электрический или гидравлический привод.

Дождевальные аппараты могут работать на позиции:

- непрерывно;
- с короткими паузами» (<http://www.cawater-info.net/pdf/kriulin-patrina-poletaev.pdf>).

1.1.2. Особенности орошения дождеванием.

Поливы сельскохозяйственных культур, в том числе люцерны, дождеванием отражает природный процесс увлажнения листьев растений, почвы и воздуха дождями. Дождевальные аппараты имеют специальные насадки, создают искусственный дождь и разбрызгивают воду [136].

Дождевание имеет преимущества перед другими поверхностными самотечными методами полива, а именно:

- в процессе полива не разрушается структура почвы (при оптимально выбранных параметрах дождя);
- после полива не требуется обработка почвы;
- проведение поливов сельскохозяйственных культур с меньшими нормами независимо от времени суток;
- обеспечение в корнеобитаемом слое почвы оптимальной влажности почвы перед поливами;
- снижается физическое испарение, то есть испарение с поверхности почвы уменьшается, повышается влажность воздуха приземного слоя;
- способствует повышению урожайности и кормовых качеств люцерны;
- не допускается потеря воды на инфильтрацию (глубинный сброс);
- дождевание применяется: на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных режимах залегания грунтовых вод, не зависимо от степени их минерализации; при сложном рельефе и больших превышениях местности (уклонах); на песчаных почвах и галечниках, которые имеют высокий коэффициент фильтрации (сильноводопроницаемые почвы) и являются маломощными, то есть относящиеся к шкале «1-а» гидромодульного районирования (ГМР) орошаемых земель Таджикистана;
- способствует быстрому развитию начального периода вегетации, получению полноценных всходов растений;
- способствует повышению коэффициента использования фотосинтетической активной радиации (КПД ФАР), позволяет перейти на загущенные посевы растений, увеличению площади листьев, питания и корневой системы сельскохозяйственных культур;
- способствует повышению показателей, характеризующие мелиоративное состояние земель;
- позволяет получить запрограммированный уровень урожайности и управлять продукционным процессом сельскохозяйственных культур;

- при дождевании нет необходимости временной оросительной сети и устройства борозд и полос, увеличивается коэффициент земельного использования (КЗИ), повышается производительность работы сельскохозяйственных машин;
- возможность вносить минеральные удобрения и микроудобрений вместе с поливной водой;
- способствует проведению качественного полива и позволяет повысить производительность труда;
- способствует механизации и автоматизации проведения полива сельскохозяйственных культур, в сочетании с другими агротехнологическими работами по уходу их выращивания.

Однако, наряду с преимуществом, дождевание по сравнению с другими способами поверхностного полива, оно имеет ряд недостатков. К ним относятся:

- система дождевания требует значительных затрат электрической энергии и металлоконструкций;
- при больших значениях скорости ветра, качество и равномерность дождя низкие;
- в условиях аридного климата (жара и сухость), потери воды на испарение, в процессе полива дождеванием, увеличивается;
- с увеличением поливной нормы, при дождевании сельскохозяйственных культур и высокой интенсивности дождя, при больших ветрах, почва уплотняется и структура её частично разрушается, а при больших уклонах появляется поверхностный сброс и происходит эрозия почвы;
- небольшие поливные нормы приводят к уменьшению глубины промачивания и увеличению число поливов, вследствие удорожания стоимости полива;
- дождевание - относительно дорогой способ полива, не все фермеры финансово обеспечены для его внедрения.

Таким образом, сопоставительный анализ недостатков и преимуществ дождевания показывает, что при более совершенных типах дождевальных

систем и установок, его можно отнести к перспективному способу орошения сельскохозяйственных культур, в условиях Центрального Таджикистана.

1.1.3. Поливная техника при дождевании сельскохозяйственных культур

Известно, что многие отечественные и зарубежные исследователи занимались вопросами изучения элементов техники полива дождеванием, то есть, совокупностью технологических правил, приёмов и способов управления поливными машинами (с какой скоростью движется техника, и в каком режиме подаётся влага).

Следует отметить, что учёными – исследователями Б.М. Лебедевым, А.И. Козловым [74, с.244-247, 62, с.16] были разработаны и предложены формулы, при помощи которых определение радиуса действия дождевальных аппаратов были уточнены.

Наибольший интерес представляет формула, предложенная А.И. Козловым и М.В. Манасяном. [61, с.67-73].

Утверждается, что, вследствие значительного уменьшения размеров капель, при давлении более 0,3 МПа не наблюдается увеличения радиуса полива аппаратами типа "Роса" и "Фрегат", т.е. нет возрастания кинетической энергии. Здесь доказана, что радиуса полива зависят от рабочего давления, коэффициента расхода воды, диаметра сопла, угла наклона ствола, скорость и направление ветра и высоты расположения аппарата.

Равномерное увлажнение орошаемой площади является основным требованием, предъявляемым к выбранной технике и технологии полива сельскохозяйственных культур, в течение вегетации. От степени равномерности полива зависит эффективность проведения агротехнических мероприятий, междурядных обработок, конечно же, прохождения межфазного периода растений, ростовых процессов и накопление урожая сельскохозяйственных культур.

В результате проведения ряда исследований выявлено, что существенным недостатком полива методом дождевания

сельскохозяйственных культур являются потери воды на испарение, когда капли воды испаряются, не достигая почвы и корней растений, а также унос ветром, что приводит к неравномерному распределению влаги. Неравномерное распределение влаги и потери воды зависят от типа дождевального аппарата, скорости и направление ветра, его ориентации и другое [16, с.48-56, 24, с.41-48, 25, с.22, 26, с.12-27, 28, с.76-78]. Нарушение равномерности в распределении осадков, в свою очередь, приводит к снижению урожайности, так как валовой сбор сельскохозяйственной культуры на орошаемой площади формируется как сумма урожаев, полученных на каждой из его отдельных элементарных площадях относительно площади питания одного растения [40, с.30-32]. Равномерность распределения поливной воды при прочих равных условиях возделывания культуры, является определяющим фактором формирования урожая, величина которого изменяется в зависимости от влагообеспечения отдельных элементарных площадей. Впервые, качество полива дождевальными аппаратами исследовал, в 1972 году, советский учёный Н.П. Бредихин. Учёным была предложена теория ветроустойчивости струйных аппаратов, и, в дальнейшем, данными исследованиями занимались в ЮжНИИГиМе, АзНИИГиМе, ВИСХОМе [22, с.41-48].

В Грузинском сельскохозяйственном институте исследованием характеристики дождевальных струй, а также на склоновых землях, расстановкой и подбором дождевальных агрегатов занимался ряд учёных, которые пришли к заключению, что рациональные параметры компоновки аппаратов напрямую зависят от уклона орошаемых земель. [28, с.76-78, 92, с.41-43].

Установлено, коэффициент использования земли (КИЗ), при использовании среднеструйных дождевальных аппаратов при скорости ветра более 3 м/с, уменьшается на 30...60%, повышается интенсивность дождя в 1,5–2 раза, в то же время, увеличивается неравномерность полива. Уменьшается производительность дождевальных машин фронтального

действия на 15...20%, следовательно, из-за влияния ветра, рекомендуется работать при скорости ветра не более 2...2,5 м/с [25, с.22].

Согласно рекомендации учёного Н.П. Бредихина, необходимо определить коэффициенты для оценки влияния ветра на качество орошения дальнеструйными дождевальными аппаратами:

1. Коэффициент изменения секторных площадей, как отношение площади максимального сектора ($F_{\text{макс}}$) к площади минимального сектора ($F_{\text{мин}}$) [22, с.41-48].

$$K_n = \frac{F_{\text{мин}}}{F_{\text{макс}}}, \quad (1.1)$$

2. Коэффициент ухудшения равномерности полива (K_u). Он определяется как отношение наименьшей среднеэффективной интенсивности сектора ($I_{\text{макс}}$) к наибольшей среднеэффективной интенсивности сектора ($I_{\text{мин}}$).

$$K_u = \frac{I_{\text{мин}}}{I_{\text{макс}}}, \quad (1.2)$$

Гусейн-Заде [40, с.30-32, 41, с.45] рекомендует, что расстояние между позициями дождевальных аппаратов зависят от скорости ветра.

Широкозахватные дождевальные машины типа "Фрегат" и "Кубань" активно используются в сельском хозяйстве и сегодня. Также, сконструированы современные машины: фронтального перемещения с гидроприводом "Каравелла", электрифицированная многоопорная машина конструкции кругового действия "Бригантина". После начала серийного выпуска ДМ "Кубань" в 1980 году начались исследования машин фронтального действия. В это время появляются работы Г.П. Лямперта [81, с.54-58], В.Ф. Носенко [92, с.41-43], С.С. Савушкина [120, с.61-65] и других.

В диссертации приводятся технические характеристики дальнеструйных и среднеструйных дождевальных аппаратов типы ДА, «Фрегат», «Волжанка» и «Днепр».

Среднеструйные дождевальные аппараты Роса 1, Роса 2 и Роса 3 (рис.1.1) имеют следующие технические характеристики:

Среднеструйные дождевальные аппараты типа Роса 1 расходом от 0,45 до 1,25 л/с, напором от 20 до 50м, дальность полёта струи от 13 до 21м, интенсивность дождя примерно 0,052мм/мин, частота вращения от 0,25 до 0,5об/мин. и диаметр насадков основной составляет 6-8мм.

Дождевальные аппараты типа Роса 2 – расход от 1,0 до 3,4 л/с, средний напор от 20 до 50м, дальность полёта струи при отсутствии ветра от 15 до 28м, интенсивность дождя в среднем 0,084мм/мин, частота вращения от 0,25 до 0,5об/мин. и диаметр насадков составляет: основной в среднем 5-9мм и вспомогательных в среднем составляет 7-4мм.

Дождевальные аппараты типа Роса 3 имеет следующие технические параметры: расход от 2,5 до 9,5 л/с, и напор от 25 до 60м. Дальность полёта струи при отсутствии ветров составляет от 23 до 35м, интенсивность дождя примерно от 0,09 до 0,15мм/мин., а частота вращения от 0,25 до 1,0 об/мин. и диаметр насадков составляет: основной от 10 до 18мм, вспомогательных от 7 до 4мм.

ДКШ-64 (дождевальный короткоструйный аппарат шарнирного типа) с расходами составляет до 1,0 л/с при напоре от 35 до 40м. Дальность полёта струи аппарата ДКШ-64 составляет от 18 до 23м и интенсивность дождя при отсутствии ветра от 0,053 до 0,059мм/мин. Частота вращения от 0,5 до 0,75об/мин. и диаметр насадков составляет основной диаметр – 7мм и вспомогательных – 3мм.



Рисунок 1.1. Дождевальные аппараты: а - Роса 1, б - Роса 2 и в - Роса 3.

Дождевальный аппарат машины «Фрегат» (рис.1.2) имеет следующие технические характеристики:

Дождевальный аппарат машины типа «Фрегат» №1 диаметры насадков: основной-от 2,8 до 3,2мм, расход при таком диаметре составляет от 0,09 до 0,57л/с, дальность полёта струи от 11,0 до 13,0м, интенсивность дождя от 0,077 до 0,092мм/мин и частота вращения от 0,75 до 1,0 об/мин;

Дождевальный аппарат машины типа «Фрегат» №2, диаметры насадков: основной от 3,6 до 5,6мм, вспомогательный от 2,4 до 3,2мм, расход от 0,28 до 1,0 л/с, соответственно. Дальность полёта струи от 13,0 до 17,0м, интенсивность дождя от 0,045 до 0,06мм/мин, частота вращения от 0,25 до 0,5об/мин;

Дождевальный аппарат машины типа «Фрегат» №3 – расход от 0,82 до 2,75л/с, дальность полёта струи-14,0-16,0м, интенсивность дождя-0,06-0,094мм/мин, частота вращения-0,25-0,5об/мин, диаметры насадков: основной-5,6-9,5мм, вспомогательный-4,3-5,6мм;

Дождевальный аппарат машины типа «Фрегат» №4, расходам от 2,16 до 3,90л/с, дальность полёта струи-20,0-30,0м, интенсивность дождя-0,08-0,10мм/мин, частота вращения-0,25-0,5об/мин, диаметры насадков составляет основной от 9,50 до 11,90мм, вспомогательный примерно 5,60мм.

Дождевальный аппарат типа «Фрегат» - концевой средний расход в диапазоне от 5,40 до 14,20 л/с составляет. Дальность полёта струи от 32,0 до 36,0м, интенсивность дождя при отсутствии ветра, составляет от 0,10 до 0,22мм/мин, диаметры насадков составляет основной от 12,70 до 17,50мм и вспомогательный 6,30-9,50мм.

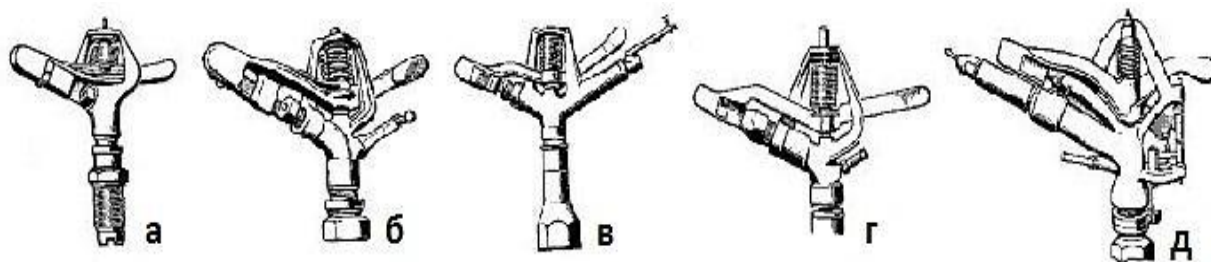


Рисунок 1.2. Дождевательные аппараты «Фрегат»

а-Фрегат №1, б-Фрегат №2, в-Фрегат №3, г-Фрегат №4, д-Фрегат-концевой.

Дальнеструйный дождевальный аппарат ДА-2 (рис.1.3) имеет следующие технические параметры: средний расход воды от 11,0 до 20,0 л/с, рабочий напор от 50,0 до 60,0 м, дальность полёта струи составляет от 35 до 45 м, интенсивность дождя от 0,17 до 0,19 мм/мин, частота вращения от 0,35 до 0,50 об/мин. Диаметр насадки дождевальным аппаратом составляют от 22,0 до 28,0 мм. Характер работы дальнеструйного дождевального аппарата ДА-2 имеется по кругу.

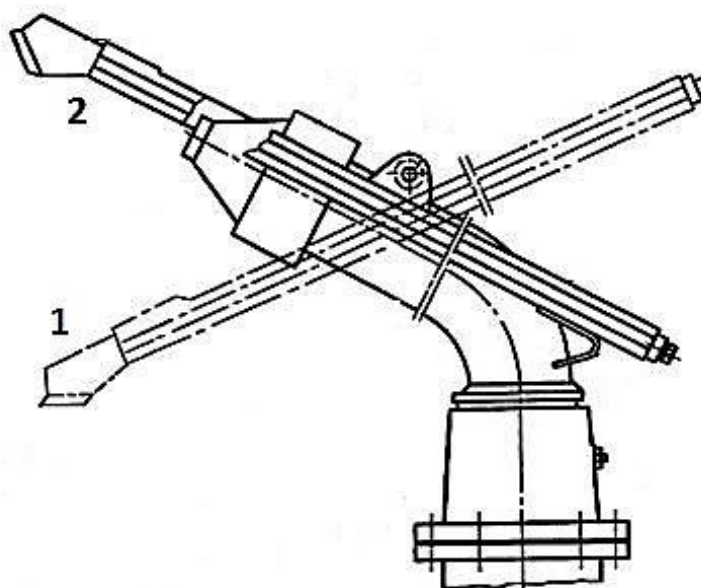


Рисунок 1.3. Дождевальный аппарат ДА-2

1- при нижнем положении лопатки; 2- при верхнем положении лопатки.

Дальнеструйные дождевальные аппараты ДД-30, ДД-50, ДД-80 (рис.1.4) имеют следующие технические характеристики: расходы-15-30, 38-55, 55-85 л/с, напор-50-60, 50-70 м, дальность полёта струи-40-60, 45-70, 55-80 м, интенсивность дождя-0,11-0,12, 0,13-0,2, 0,2-0,24 мм/мин, частота вращения-0,15-0,20, об/мин, диаметр насадки: основной-26-34, 32-40, 40-52 мм, вспомогательный-16 мм соответственно. Характер работы дальнеструйные дождевальные аппараты - по кругу и по сектору.

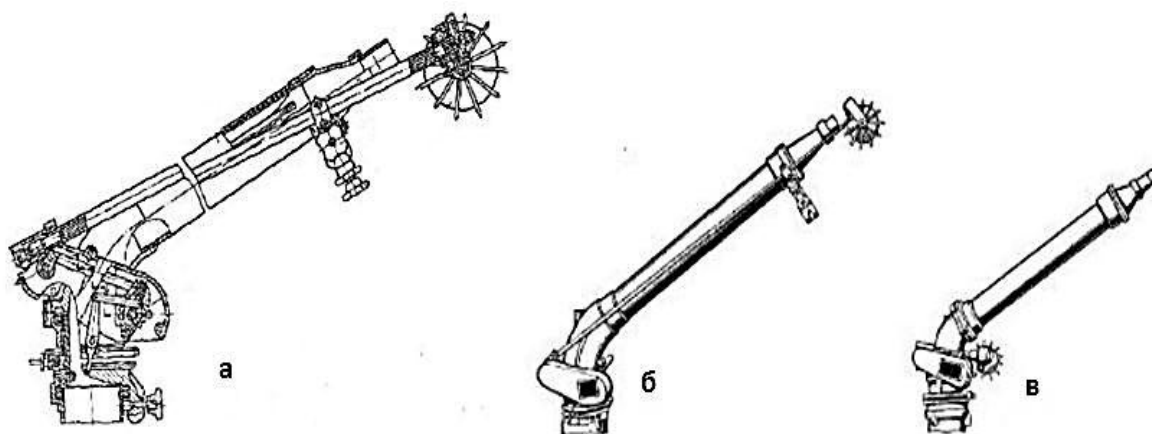


Рисунок 1.4. Дальнеструйные дождевальные аппараты

а – ДД – 30, б – ДД – 50, в – ДД – 80.

Модификации машины «Волжанка» - ДКШ (рис.1.5) имеет следующие технические характеристики:

- ширина захвата - (ДКШ-64-800 базисная) – 800м, (ДКШ-56-700) – 700-600м, (ДКШ-40-500) – 500м, (ДКШ-32-400) – 400м, (ДКШ-24-300) – 300м;

- расход воды - (ДКШ-64-800 базисная) – 64л/с, (ДКШ-56-700) - 56-48л/с, (ДКШ-40-500) – 40л/с, (ДКШ-32-400) – 32л/с, (ДКШ-24-300) – 24л/с;

- напор при нулевом уклоне - (ДКШ-64-800 базисная) – 40м, (ДКШ-56-700) – 40-39м, (ДКШ-40-500) – 38м, (ДКШ-32-400) – 37м, (ДКШ-24-300) – 36м;

- интенсивность дождя - 0,27 мм/мин;

- площадь орошения с одной позиции: (ДКШ-64-800 базисная) – 1,44 га, (ДКШ-56-700) – 1,26-1,08 га, (ДКШ-40-500) – 0,90 га, (ДКШ-32-400) – 0,72 га, (ДКШ-24-300) – 0,54 га;

- затраты времени на смену позиции - 45 мин;

- производительность, га/час чистой работы при $m=600\text{м}^3/\text{га}$ - (ДКШ-64-800 базисная) – 0,38, (ДКШ-56-700) – 0,34-0,29, (ДКШ-40-500) – 0,24, (ДКШ-32-400) – 0,19, (ДКШ-24-300) – 0,14;

- нагрузки на каждой сезон - (ДКШ-64-800 базисная) – 80 га, (ДКШ-56-700) – 70-60 га, (ДКШ-40-500) – 50 га, (ДКШ-32-400) – 40 га, (ДКШ-24-300) – 30 га;



Рисунок 1.5. Модификация машины «Волжанка» - ДКШ-64

Модификация машины «Днепр» - ДФ (рис.1.6) имеет следующие технические характеристики:

Расход воды: ДФ-120-120л/с, ДФ-120-01-113л/с, ДФ-120-02-106л/с, ДФ-120-03-99,0л/с, ДФ-120-04-92л/с; рабочий напор - 45м; количество опорных тележек: ДФ-120-17шт, ДФ-120-01-16шт, ДФ-120-02-15шт, ДФ-120-03-14шт, ДФ-120-04-13шт; средняя интенсивность дождя – 0,29 мм/мин; максимальная производительность за 1 час чистой работы: ДФ-120-0,71га, ДФ-120-01-0,67га, ДФ-120-02-0,63га, ДФ-120-03-0,59га, ДФ-120-04-0,55га; нагрузка при $m=600\text{м}^3/\text{га}$ на каждой сезон от 132 до 101га соответственно.

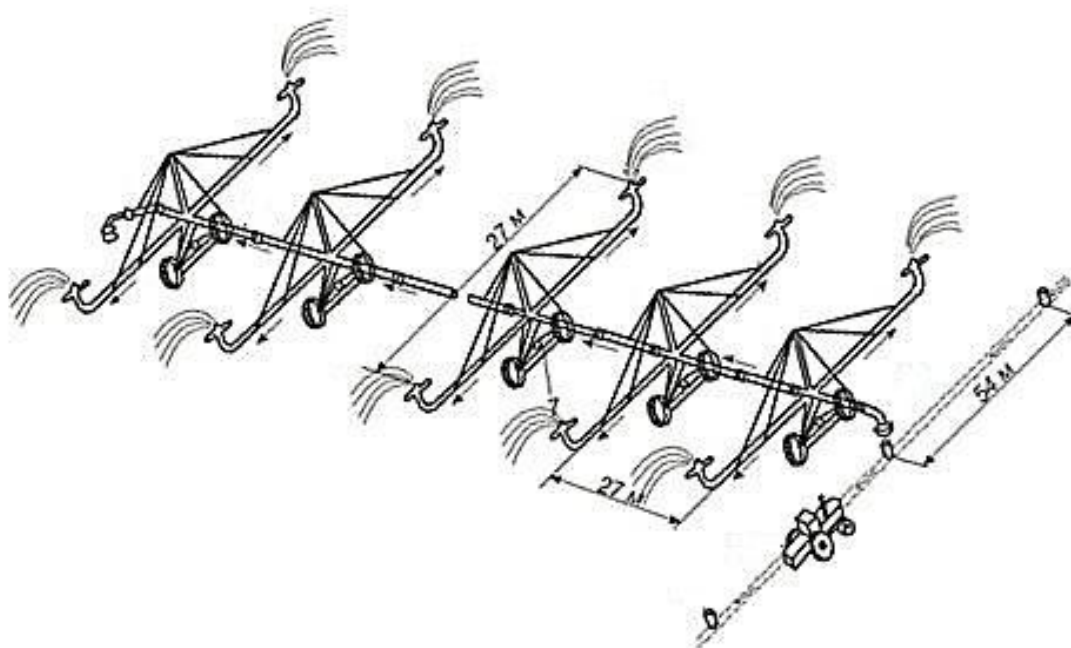


Рисунок 1.6. Модификация машины «Днепр» - ДФ

Модификация электрифицированных дождевальных машин фронтального действия ЭДМФ “Кубань-Л” и “Кубань-М” (рис.1.7) имеют следующие технические характеристики. Расход воды от 200 до 185л/с и рабочий напор от 36 до 37м соответственно. Интенсивность дождя от 1,3-1,0 до 1,1мм/мин, слой дождя за проход от 7,9 до 79,0 и от 6 до 60мм, число опорных тележек от 18 до 16шт, число дождевальных аппаратов 303-298шт, уклон поверхности вдоль канала - $0,0001 \div 0,003 - 0,0001$, вдоль машины - $0,015 \div 0,020 - 0,007$ и производительность за час чистой работы при $m=600\text{м}^3/\text{га}$ составляет 1,2-1,1га.

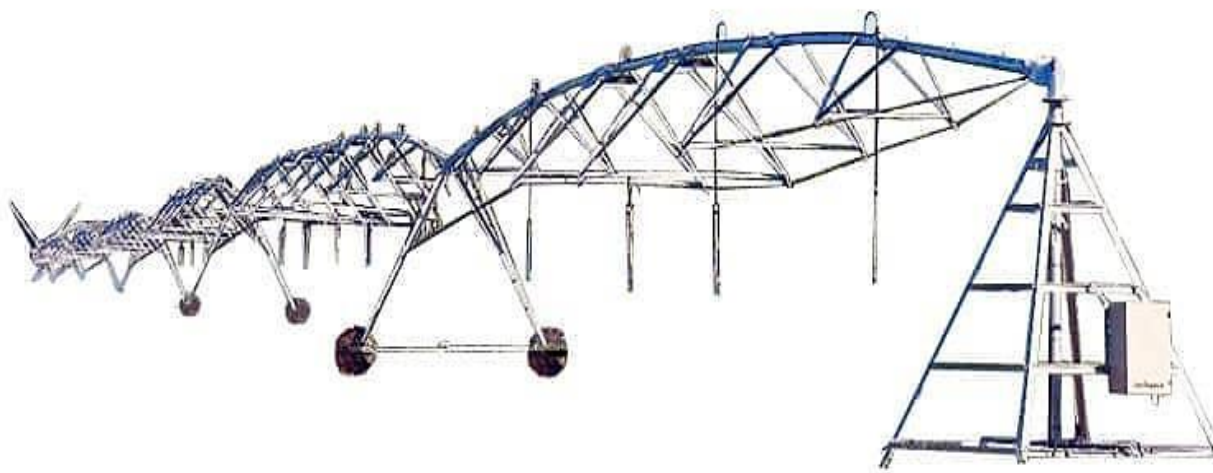


Рисунок 1.7. Модификации ЭДМФ “Кубань”

1.2. Режим предполивной влажности почвы, нормы поливов и водопотребление люцерны.

При интенсивной технологии возделывания люцерны и качественном проведении всех агротехнических требований по уходу за посевами в условиях орошаемых районов, она увеличивает содержание в почве гумуса, азота и улучшает водно-физические свойства и мелиоративное состояние земель, особенно засоленных. Эти положения освещены в работах Ф. Ю. Гельцер и Л. Т. Ласуковой [29, с.52], Панковой Т.А. [100, с.20] и других.

Люцерна в севообороте способствует накоплению азота, если содержание азота в почве в конце вегетации люцерны в год посева принято

за 100%, то на второй год стояния оно повышается на 15,4%, на третий - на 8,3% [56, с.470-780].

Положительное влияние возделывания люцерны в условиях орошаемого земледелия на физические свойства почв доказывается работами Ф. Ю. Гельцер [30, с.115-120], Н. И. Зиминной [56, с.470-480], Н. Ф. Беспалова [19, с.101-127] и других.

Авторы считают, что почвы, вышедшие из - под культуры люцерны, обладают наибольшей прочностью структуры, в связи с чем, повышается общая активность, влагоемкость и водопроницаемость почвы.

На основании многолетних исследований В. С. Малыгин [84, с.127] пришел к выводу, что «правильное использование люцерны и применение рациональной агротехники может привести к использованию столь засоленных земель», где, казалось бы, без применения дренажа и промывки их использовать невозможно.

А. Н. Костяков [66, с.79] говорил, что для этого необходимо «введение правильных севооборотов и соответствующей агротехники».

Люцерна способствует снижению уровня грунтовых вод и выщелачиванию солей из поверхностных горизонтов почвы. Обусловлено это (В. А. Ковды [59, с.294], В. С. Малыгина [84, с.127], В. М. Легостаева [75, с.91], Н. Ф. Беспалова [20, с.20-24] и др.), тем что благодаря затенению поверхности почвы, создаваемому покровом надземной зеленой массы, резко снижается величина физического испарения влаги почвой, неизбежно вызывающего, как известно, вынос вредных для растений среднерастворимых солей грунтовыми водами и накопление их в пахотном и подпахотном горизонтах.

Согласно данным В. А. Приклонского [103, с.132-167], люцерна может транспирировать в течение года свыше 300 мм.

В. А. Ковда [58, с.80-98] установил, что семена люцерны, при содержании в почве 0,7-1,5% солей, обычно не всходят. Избыточное содержание солей в почве задерживает развитие растений.

Концентрация почвенного раствора в сильной степени зависит от влажности почвы и климатических условий, то есть от скорости расходования имеющегося запаса почвенной влаги [75, с.71].

Граница почвенной влажности, при которой начинается завядание растений соответствует осмотическому давлению в пределах 10-23 атм. и, в среднем, оно равно 15 атм. Поэтому, когда осмотическое давление почвенного раствора приближается к 15 атм., большинство культурных растений не в состоянии поглощать из почвы достаточного количества воды.

Исследования В. А. Ковды [59, с.216], А. А. Роде [116, с.353] и др. свидетельствуют о глубоком расстройстве водного режима растений на засоленных почвах, вследствие несоответствия осмотического давления клеточного сока и почвенного раствора.

Согласно В. А. Ковды [59, с.153] и В. М. Легостаева [75, с.69] повышение концентрации почвенного раствора замедляет поступление в растение таких важных элементов, как: кальций, калий, железо и др.

В. А. Ковда [60, с.105] считает, что на сильно засоленных почвах поливы должны поддерживать, в вегетационный период, влажность почвы не менее 80-85%, чтобы не допустить в межполивной промежуток возрастания концентрации солей в почвенном растворе, и обеспечить господство нисходящего тока. Это совпадает с мнением Н. Ф. Беспалова [19, с.101-115], который также считает, что, при поливе дождеванием, влажность почвы на опресненных почвах должна составлять 70% полевой влагоемкости, а на землях, подверженных засолению - 75%.

Оптимальной влажностью почвы, для люцерны в год посева до первого укоса на орошаемых землях Голодной степи, подверженных засолению, является 80%, от полевой влагоемкости, а в последующие укосы влажность можно снизить до 70% от ПВ [19, с.115-120].

Большие работы, проведенные с хлопчатником, люцерной и другими культурами, В. Г. Ротмистровым [118, с.61-74] и другими последователями, показали, что развитие корневой системы, в сильной степени, зависит от

режима влажности почвы. В. Ротмистров указывает, что в раннем возрасте растений, путем искусственного увлажнения почвы, в слое 30-40 см можно создать условия для неглубокого горизонтального развития корневой системы. Недостаток влаги в этом слое вынуждает корневую систему проникать в глубокие слои, где запас влаги более константен и менее подвержен колебаниям.

Bennet O. L. [133, с.98] указывает, что основной расход воды у всех культур идет из слоя 0-30 см (от 47- до 64% всего потребления воды) и вообще потребление воды идет из слоя до 120 см, а у люцерны - из слоя до 180см.

О. Г. Грамматикати [35, с.144-152] считает, что из слоя почвы до глубины 70-80см вода расходуется, как на транспирацию, так и физическое испарение с поверхности почвы (зона суммарного испарения).

Рассматривая вопрос о нормированной подаче воды при орошении, А. Н. Костяков [66, с.63] писал, что при низком уровне плодородия почвы существует определенная связь между урожайностью и общим потреблением воды, включая осадки. При более высоком уровне плодородия почвы - эта связь иная: с повышением плодородия почвы, при одном и том же водопотреблении, получают более высокие урожаи. Количество подаваемой воды должно соответствовать уровню плодородия почвы, агротехники и урожайности каждой орошаемой культуры.

В последние годы большое внимание уделяется расчету водопотребления по величине испаряемости, которое оказывает определенное влияние на эвапотранспирации сельскохозяйственных культур.

Большой материал, по установлению размера оптимальной оросительной нормы для люцерны на землях Ташкентской области, имеется в работах С. А. Гильдиева [31, с.367-368], С. Мавляновой [82, с.24]. С. А. Гильдиев, для люцерны на землях Ташкентской области, рекомендует оросительные нормы от 3520 до 9750 м³/га, при начале поливов 26/III и 30/IV, в завершении их к 30/IX [31, с.367-368].

С. Мавлянова на типичных сероземах Ташкентской области с глубоким залеганием уровня грунтовых вод (УГВ) рекомендует для люцерны первого года жизни с покровом ячменя оросительную норму 7000 м³/га, при схеме полива 3-3-1, а для люцерны второго года жизни - 10000 м³/га, по схеме полива 1-3-3-3. Аналогичные результаты получены и в третьем году произрастания.

Для семенной люцерны с первого укоса, оросительная норма составляет 2134 м³/га, а со второго укоса - 3285 м³/га. При этом схема полива должна быть, соответственно, 1-1-0-0 и 1-1-1-0.

Н. Ф. Беспалов [20, с.48-49], для условий Голодной степи, в зависимости от гидромодульного района, рекомендует оросительные норма для люцерны в год посева от 6200 до 8000 м³/га, а для люцерны прошлых лет - от 7200 до 10000 м³/га.

Исследованиями А. Махамбетова [86, с.15-16] установлено, что оптимальная оросительная норма для люцерны текущего года, при орошении дождеванием на землях Голодной степи с уровнем грунтовых вод 1,5 - 2,5 м, составляет 2500, а при поливе напуском по палам - 5000 м³/га, при глубине залегания грунтовых вод 3-4 метра норма орошения составляет приблизительно 5000 и 7000 м³/га соответственно.

Согласно данным Б. Алмаханову [5, с. 26-28], при посеве семян люцерны в засушливые годы и на легких почвах Алма-Атинской области планируется два полива. При этом норма полива для каждого раза определяется в пределах 1500-1600 м³/га, а в обычные годы - один полив, нормой 1100-1300 м³/га.

Сходного мнения придерживается Л. А. Панкратов [101, с.59], который считает, что в большинстве орошаемых районов целесообразно придерживаться промывного режима орошения, обеспечивающего в вертикальном водообмене переваливание нисходящих токов воды.

А. А. Рачинский [114, с.15] для условий Южного Хорезма, при глубине грунтовых вод 1,0-2,5 м, считает оптимальным размером для люцерны

поливные нормы от 900 до 1300 м³/га, то есть значительно больше дефицита корнеобитаемого слоя.

Опыты А. Махамбетова [86, с.15-16], проведенные на засоленных почвах Голодной степи, показали, что на люцерне текущего года до первого укоса, при поливе дождеванием, эффективно проведение 2-х поливов, нормами 200- 300 м³/га, а в последующие укосы - нормами 700 м³/га.

Х. А. Ахмедов [13, с.45] рекомендует поливать люцерну по следующим схемам:

1. На легких, сильноводопроницаемых почвах, в районах, обеспеченных водой, давать по 3 полива за каждый укос - в фазу отрастания, в начале бутонизации и начале цветения.

2. На средневодопроницаемых почвах, в районах, питающихся из маловодных ирригационных систем - по два полива за каждый укос - в фазу отрастания и бутонизации.

3. В маловодных районах - один полив - в фазу бутонизации.

В условиях орошаемых районов Средней Азии, изучением влияния числа и сроков поливов на семенную продуктивность люцерны занимались: Ф. Н. Бухарев [23, с.15-16], А. И. Белов [18, с.10-30], В. Л. Голодковский, Х. И. Ибрагимова и Х. У. Азимов [32, с.151] и другие.

В районах с достаточным увлажнением, они рекомендовали при сборе семян с первого укоса ограничиться только одним поливом, а с недостаточным увлажнением в зимне-весенний период, необходимо провести два-три полива.

В опытах Б. Мамбетназарова [85, с.130], проведенных на луговых почвах посева хлопчатника северной зоны Каракалпакской АССР было выявлено, что на неоднородных по характеру строения и сложения почвогрунтах, в слое аэрации слабозасоленной почвы с уровнем грунтовых вод в период вегетации - 1,6-2,8 м, фуражную люцерну, в первый год стояния, оптимально следует поливать по влажности 80% от ППВ, в слое 0-50см до первого укоса с поливными нормами по дефициту влаги 75% от

ППВ; в слое 0,70 см, в последующие укосы с повышением поливных норм в 1,5 раза, в слое 0-100 см против дефицита влаги в почве. В слое 70 см оптимальная предполивная влажность почвы является 75% от ППВ повышением поливных норм в 1,5 раза, для получения высокого урожая сена люцерны второго и третьего года произрастания. В таком случае дефицит влаги в почве, составит на уровне слоя 0-100 см. Необходимо провести поливы, при влажности почвы, на уровне 70% от ППВ в слое 0-70 см, поливными нормами по дефициту влаги в почве в слое 0-100 см для получения урожая семян люцерны первого укоса в пределах 5-6 ц/га.

Согласно данным Раджабова Т. [109, с.22], оптимальная предполивная влажность такырных почв Каршинской степи, с залеганием грунтовых вод на уровне 3-4 м, не зависит от возраста травостоя фуражной люцерны, где оптимальной является предполивная влажность почвы 75-80% от ППВ в слое 0-70 см до первого укоса в год посева и 0-100 см в последующие укосы и годы произрастания. При этом даются 12-13 поливов с оросительной нормой 9-10 тыс. м³/га. Для семенной люцерны (при получении семян с первого укоса) оптимальная 60 от ППВ в слое 0-100 см, что обеспечивает получение 8-10 ц/га семян.

В Таджикистане, учёным А.В.Николаевым впервые были проведены полевые опыты по определению режима орошения люцерны [90, с.268]. В его опытах, проведенных в конце 30-х - начале 40-х годов в Вахшской долине, с повышением уровня насыщенности почв водой от 60 до 90%, урожай сена люцерны возрастал от 49,1 до 103,2 ц/га в первый год вегетации, а на второй - от 82,3 до 217,4 ц/га. Причем за глубину расчетного слоя он принимал 45 см при первом укосе и 100 см в последующих укосах. Анализируя свои материалы, А. В. Николаев [90, с.268] отметил, что суммарный расход воды люцерновым полем увеличивается по мере увеличения степени насыщенности почвы водою так же, как и количеством поливных вод. Эти величины идут параллельно друг другу. Далее писал, что несмотря на то, что максимальный урожай люцерны получен при 90%

насыщенности почвы водой, вариант 80% является более рациональным по технике проведения поливов. Урожайность на варианте 80% достаточно высока, и мы вправе принять оросительную норму 80%, как исходную, для тяжелых по механическому составу почв, отвечающих средним частям склона.

Второй полевой опыт, в условиях маломощных каменистых почв Ходжентского района, провели А. Ш. Джалилов, И. Исламов [43, с.17-19]. В этом опыте (1974-1976), где считалось, что вариант с режимом орошения с питанием, наиболее высокий урожай получен при поливах по влажности 80%, от ППВ. Причем глубина расчетного слоя - 40 см (глубина мелкозема), затем 60 и 80 см (глубина проникновения корневой системы). В этих опытах было определено проводить 17-19 поливов, а оросительная норма - 5829-6800 м³/га, что явно занижено для условий каменистых почв.

В Гиссарской долине, Е. В. Чаповская [124, с.96-106] провела лизиметрические исследования на темном сероземе и коричневых карбонатных почвах (1966-1963г.г.). В процессе исследований, были получены весьма ценные материалы по степени УГВ (участия грунтовых вод) в суммарном водопотреблении люцерной.

В различных почвенно-климатических условиях Таджикистана, агротехнологические вопросы возделывания люцерны в различные годы изучены многими исследователями Литвинов В.Н., Сангинов Б.С., Гулов Т. [76, с.51-57], А.Н. Максумов, В.Н. Литвинов, С. Имамов [83, с.64], Рашидов Х.И., Сизова В.П. [115, с.43-51], Гулов Т. [39, с.55], Сардорев М.Н. [121, с.18], Эшанова З. [131, с.284-285] и др.

Вопросами оптимизации режимов орошения люцерны для условий сухостепного Заволжья занимались: В.И. Ольгаренко [96, с.279-290, 97, с.12-15], М.С. Григоров [36, с.39-41, 38, с.55-56], Н.А. Пронько и др. [102, с.16-19], В. В. Корсак и др. [64, с.275-279, 65, с.27-33], А. В. Кравчук [68, с.2, 70, с.3-6], Л. Н. Чумакова [126, с.36-39], Т. Н. Дронова [51, с.52-54, 52, с.65-77], А. Г. Ларионов [72, с.43-45, 73, с.108-131], В. Т. Морковин [88, с.140-147], Б.

П. Барцев [17, с.144-150], Б. И. Костин [67, с.32-34], Е. В. Аржанухина [9, с.13], А. Б. Овчинников [94, с.21] и др.

Основные принципы научного обоснования режимов орошения сформулированы в работах И. П. Айдарова [3, с.17-19], А. М. Алпатьева [6, с.183, 7, с.236], С. М. Алпатьева [8, с.3-17], М. С. Григорова [36, с.39-41, 37, с.62-64], Г. В. Ольгаренко [98, с.20-24], А. И. Голованова [33, с.52], В. В. Шабанова [127, с.119], В. В. Колпакова и И. П. Сухарева [63, с.38], Г. А. Гарюгина [27, с.13], С. Ewersta [134, с.10-22], С. Belmansa [132, с.271-286].

В настоящее время, существует очень много методов водонормирования сельскохозяйственных культур, которые основаны на определении эвапотранспирации (суммарного водопотребления).

Известно, что среди существующих методов определения эвапотранспирации и режима орошения люцерны, самым достоверным является постановка полевых опытов (натурные исследования), что требует больших затрат труда, средств и времени.

Режим орошения сельскохозяйственных культур является научно-обоснованной системой подачи воды на поле, включающая в себя количество поливов, поливные нормы, сроки и их распределение в течении вегетационного периода, в соответствии с биологическими особенностями культуры, почвенными, климатическими, агротехническими, гидрогеологическими условиями зоны ее произрастания. Режим орошения должен быть направлен на оптимальное регулирование водного, питательного, воздушного, солевого и теплового режима почвы, способствовать сохранению плодородия почвы [12, с.11, 27, с.107, 128, с.10].

Рациональное и эффективное использование поливной воды должно быть направлено на сохранение почвенного плодородия, назначения режима увлажнения активного корнеобитаемого слоя почвы с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Н. Г. Раевская [110, с.83-86], А. Д. Ахмедов [11, с.183-188], А. В. Кравчук [70, с.3-6], С. В. Затицкий

[54, с.9-12, 55, с.31-38], Е. В. Аржанухина [9, с.8], А. П. Лихацевич [78, с.18-20], Р. Fischbach [135, с.26-27]).

По результатам исследований, А. Н. Костякова [66, с.59], С. М. Алпатьева [8, с.3-17], А. В. Кравчука [69, с.42-43], С. В. Затицацкого [54, с.9-12, 55, с.31-38] и др. установлено, что верхней границей оптимальной влажности почвы является наименьшая влагоемкость (НВ) почвы. Самой подвижной и легко доступной влажностью почвы является интервале 65...75% от НВ.

По данным исследований таких учёных, как О. Г. Грамматикати [35, с.144-152], С. Д. Лысогоров [79, с.29] для каждой культуры, на различном уровне рекомендовано поддержание нижнего порога оптимальной влажности активного слоя почвы. Регулирующие пределы верхнего и предполивного порога влажности почвы, зависят от следующих факторов: мощность корнеобитаемого слоя почвы, почвенные и климатические условия, уровень грунтовых вод, почвенные плодородие, агротехническая и т.д. По данным В. В. Шабанова [127, с.58], для получения максимального урожая люцерны, характерная влажность почвы находится примерно 80 % от НВ, соответственно, следует поддерживать влажность почвы на уровне 70 – 80 % от НВ, для получения максимально возможного урожая культуры.

В соответствии с проведёнными исследованиями А. В. Кравчука [70, с.3-6] и Е. В. Аржанухиной [9, с.6] наибольшая урожайность сена люцерны достигается при предполивной влажности корнеобитаемого слоя не ниже 70 – 75 % от НВ. По данным А. Б. Овчинникова [94, с.16], необходимо поддерживать влажность активного слоя на уровне 75 – 80 % НВ. М. Н. Багров [15, с.76-78], Г. К. Льгов [80, с.46-57] дают рекомендация проведение влагозарядкового полива под люцерну в конце сентября или в начале октября, где поливная норма составляет от 800 – 1200 м³/га. На летних посевах проводят 2 – 3 полива с поливными нормами от 300 до 350 м³/га. По данным А. М. Олейника [95, с.45-48], проведение весенних влагозарядковых поливов с нормой от 600 до 800 м³/га является наиболее эффективным.

Подобные поливы способствуют уменьшению количества вегетационных поливов на 1 – 2 и увеличению урожайности сена люцерны второго года вегетация [95, с.45-48].

Выводы

Искусственное орошение (поливы) является основным способом повышения урожайности сельскохозяйственных культур и фактором интенсификации сельскохозяйственного производства.

Техника полива занимает важное место в процессе технологии и организации поливов.

При дождевальном методе полива сельскохозяйственных культур достигается равномерность полива, увеличение урожайности люцерны и снижение себестоимости урожая при уменьшении непроизводительного расхода воды.

Из вышеприведенных данных видно, что накопленные материалы недостаточны для обоснованного решения вопроса о режиме и способе орошения люцерны, обеспечивающих формирование высоких урожаев, применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям зон республики.

Учитывая вышеизложенное и полное отсутствие данных полевых опытов в условиях Центрального Таджикистана, послужило основой для проведения НИР по оценке способов полива (напуск и дождевании) и оптимизации нормы водоподачи при дождевании люцерны.

ГЛАВА 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ПОЧВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА.

2.1. Особенности климатических условий.

При административном делении Центральной части Республики Таджикистан, где расположена её столица – город Душанбе выделены такие города и районы как Турсунзадевский (г.Турсунзода), Гиссарский (г.Гиссар), Шахринавский район (пгт.Шахринав), район Рудаки (пгт. Сомониён), Вахдатский район (г.Вахдат), Файзабадский район (пгт.Файзабад) и Варзобский район (пгт.Варзоб). По принятой административной классификации они относятся к Районам Республиканского Подчинения. Социально-экономическом плане Районам Республиканского Подчинения считаются относительно развитым регионом. Основные промышленные (заводы, фабрики, комбинаты и др.), сельскохозяйственные, объекты социального значения, водохозяйственные, исторические и другие объекты расположены в Центральной части Таджикистана.

Согласно физической карты Центрального Таджикистана, а также географической характеристике все перечисленные выше города и районы относятся к Гиссарской долине, а по агроклиматическому районированию она относится к Гиссарскому агроклиматическому району.

Центральный Таджикистан (Гиссарская долина) представляет межгорную впадину с востока на запад, длина долины составляет 115 км, при этом ширина долины изменяется от 2 до 18 км. Она расположена между Туркестанским и Гиссарским хребтами, она отделена от Согдийской области Гиссарским хребтом, от Гармской - горами Каратегинского и Вахшского хребтов. От южных районов её отделяют реки Вахш и отроги хребта Бабатаг.

Центральная часть Таджикистана характеризуется и относится к развитой аграрно-промышленная зоне. Она является ключевому, густонаселенному и экономически развитому региону. Здесь развита орошаемое земледелие и имеет большой потенциал к развитию богарного

земледелия. В основном районы республиканского подчинения расположены на высоте от 640 до 1215 м над уровнем моря.

По Бабушкину Л.Н. [14, с.135] территория Республики Таджикистан разделена на 11 агроклиматических районов, которые характеризуются резким континентальным климатом, вертикальным поясностью и сложным рельефом, а по условиям теплообеспеченности изменяется от жарких субтропиков до холодных высокогорных. Согласно классификацию Бабушкина Л.Н., территория Центральной части Таджикистана относится к VI-ому агроклиматическому району, то есть к зоне субтропических долин и предгорий, отличающиеся продолжительным теплым летом, мягкой зимой и большим количеством солнечных дней.

По гидромодульному районированию орошаемой территории Гиссарской природно-хозяйственной области (ПХО) выделены Агроклиматические зоны (АКЗ) – IV и V (Рекомендации «Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Таджикской ССР», Том 1., Душанбе, 1988, 229с.). Зона характеризуется следующими параметрами:

- Дефицит испаряемости в среднем составляет 918 мм;
- По теплообеспеченности относится к жаркой, коэффициент увлажнения изменяется в среднем 0,40;
- Продолжительность безморозного периода длится в среднем 232 дня.
- Территория Файзабадского района относится к АКЗ –V. Она вследствие близкой сходимости по дефициту испаряемости включена в состав Гармской группы районов.

Для оценки климатических условий районов Центральной части Таджикистана нами использованы среднегодовые месячные данные и вычислены годовые параметры таких показателей как температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осадки (мм), относительная влажность воздуха (%) по 6 метеорологическим станциям («Шахринав», «Пахтаабад», «Гиссар», «Душанбе-агро», «Вахдат», «Файзабад»). По значения температуры воздуха и относительной влажности воздуха нами подсчитаны испаряемость по Н.Н.

Иванову [57, с.118-124] с поправочным коэффициентом Молчанова ($I_0=0,0018 (100-Y).(25+T)^2 0,8$; I_0 -испаряемость, мм; T -температура, °C; Y -относительная влажность воздуха, %). Испаряемость, выражающая испарение с открытой водной поверхности принята в качестве обобщающего показателя климатических условий, она является ключевым комплексным параметром, характеризующий состояние водного баланса орошаемого поля. Согласно принятой методики гидромодульного районирования в Центральной Азии дефицит водного баланса (ДВБ) определяется как разница между испаряемостью и осадков.

По районам Центрального Таджикистана испаряемость (по данным метеостанций) за год составляет для Пахтаабада, Шахринав, Гиссар, Душанбе (агро), Вахдат, Файзабад - 1457, 1680, 1311, 1476, 1597, 1497 мм соответственно.

Расчёты показали, что величина «испаряемость минус осадки» то есть дефицит водного баланса в год в среднем составляет 874 мм, а максимальное его значение установлено в Шахринавском районе (1071мм) и минимальное значение ДВБ - в Файзабадском районе (700 мм). Результаты расчётов представлены в приложении 1.

Анализ показал, что Гиссарская природно-хозяйственная область по параметрам, характеризующие обеспеченность тепловыми ресурсами относится к жаркой зоне.

Выявлено, что между высотой над уровнем моря и продолжительности периода с температурой воздуха выше 5°C существует отрицательная корреляция.

«В долине, максимальная температура воздуха в июле достигает 41-42°C, минимальная – минус 20-27°C. Самым жарким месяцем является июль, когда среднемесячная температура воздуха составляет 27,0-28,2°C, и самый холодный – январь с положительной температурой 5°C.

Среднегодовая температура воздуха варьирует от 12,8 до 15,1⁰ С, а в теплом полугодии (апрель-сентябрь) от 22,1 до 23,1⁰ С. В долине, сумма активных температур выше 0° С около 5000°С (табл.2.1.).

С увеличением высоты она уменьшается и, в пределах верхней границы возможного земледелия, составляет всего лишь 4070°С.» [1, с.15-34, 2, с.77].

Таблица 2.1. Влияние высоты над уровнем моря на продолжительность периодов с температурой 10°С, 5°С, 0°

Высота над уровнем моря, м	Продолжительность периода с температурой свыше		
	10°С	5°С	0°
600	238	302	365
1000	224	279	365
1600	195	241	314

Таблица 2.2. Влияние высоты над уровнем моря на суммы активных и эффективных температур воздуха

Высота над уровнем моря, м	Сумма активных температур °С за год выше:		
	10°С	5°С	0°С
600	4950	5410	5600
1000	4430	4820	5000
1600	3520	3850	4070

Из данных таблицы 2.1., явствует, что показатели температуры воздуха и суммы активных и эффективных температур в пределах высот 600-1000 метров очень высокие. Одним из основных условий внедрения системы круглогодичного использования орошаемых земель, то есть интенсивных подходов в сельском хозяйстве определяется индексом теплообеспеченности территорий, которая прямо пропорционально показателю прохождению фенологических фаз развития растений. Высокая теплообеспеченность позволяет получить 2-3 полноценного урожая сельскохозяйственных культур в системы интенсификации сельскохозяйственного производства с

применением современных инновационных технологий их выращивания. Необходимо отметить, что богатые тепловые ресурсы Центрального Таджикистана (Гиссарская долина) способствуют получения высоких урожаи кормовых, зерновых, овощных, технических и других культур. Также выявлено, что агроклиматический потенциал территории создаёт большие перспективы для развития системы выращивания пожнивных и повторных посевов.

В орошаемом земледелии и теории формирования агробиоценоза наряду с теплом, светом, воздухом и пищей важное значение имеет влага, которая характеризуется показателем влагообеспеченности посевов.

Анализ показал, что влагообеспеченность Центрального Таджикистана (районы Гиссарской долины) имеет сложный, контрастный характер, основной объем и количества влаги формируется за счет осенне-весенних осадков, таяния высокогорных снегов, снежников и ледников.

Основные условия увлажнения территорий районов Центрального Таджикистана оцениваются ключевыми показателями, как объёмы атмосферных осадков, сезонные их колебания, а также гидрологическими и гидрогеологическими условиями орошаемых массивов.

Анализ показал, что годовая величина осадков по данным 6 метеостанций, расположенный на территории Центрального Таджикистана варьируется в пределах от 475 до 797 мм. В то же время во влажных горных ущельях этот показатель достигает 1000-1800 мм, что связано с барьерным эффектом горных хребтов. Анализ годового цикла осадков показал, что влажный период отмечается с ноября по апрель и засушливый (теплый) сезон с мая по октябрь. Летный период в долинах наблюдается жаркий и сухой климат, Эвапотранспирация (физическое испарение и транспирация растений) или испаряемость очень высока, что вызывает атмосферную и почвенную засуху в период вегетации.

Наблюдается, что период март - апрель являются самыми дождливыми, 80% осадков выпадает в зимний и весенний периоды, которые оказывают

непосредственное влияние на проведение посевных работ и агротехнических мероприятий выращивания сельскохозяйственных культур.

Зоной неустойчивого и недостаточного увлажнения считаются в летние месяцы и в таких районах как Гиссарский, Рудаки, Шахринав, Вахдат, Турсунзаде сельское хозяйство критически зависит от искусственного орошения. Посевы технических, зерновых, кормовых и овощных культур здесь требуют регулярных поливов для восполнения дефицита влаги в почве.

Важным показателем, характеризующей степень влагообеспеченности, является коэффициент увлажнения (КУ). Коэффициент увлажнения (КУ) - определяется как отношение годовой суммы осадков к годовой величине испаряемости. Он показывает, насколько территория обеспечена влагой, исследуемой территории.

Для определения коэффициент увлажнения использовали следующую формулу:

$$КУ = О/И \quad (2.1)$$

О - годовая сумма осадков (мм);

И - годовая величина испаряемости (количество влаги, которое может испариться при данной температуре при условии неограниченного запаса воды), (мм).

В зависимости от значения коэффициента увлажнения определяют тип климата, преобладающие ландшафты, почвы и растительность. Если $КУ > 1$ - избыточное увлажнение. При этом выпадает осадков больше, чем может испариться. Характерно для тундры, тайги, экваториальных лесов. Формируются болота, полноводные реки. Если $КУ=1$ - достаточное увлажнение. Осадки и испаряемость примерно равны. Преобладают широколиственные леса. Если, $КУ<1$ - недостаточное увлажнение. Испаряемость превышает количество осадков. При этом, если $КУ=0,55-1$ территория относится к слабо засушливому климату (лесостепи). Если, $КУ=0,33-0,55$ - засушливый климат (степи), если $КУ<0,3$ - сухой (аридный) климат (полупустыни и пустыни).

Наши расчёты показали, что коэффициент увлажнения для территории Центрального Таджикистана изменяется в пределах от 0,32 до 0,46 (в среднем 0,40). Это означает, что данная территория относится к засушливому.

В горных районах Центрального Таджикистана наблюдается и характеризуются избыточным увлажнением. Зимой здесь накапливаются большие запасы снега, а летом активное таяние ледников питает реки, стекающие в долины.

Для оценки влагообеспеченности территорий немаловажное значение имеет значение относительной влажности воздуха в процентах (%) и дефицит влажности воздуха в миллибарах (мб). Анализ показал, что в районах Центральной части Таджикистана относительной влажности воздуха в среднем изменяется от 46 (м/с «Шахринав») до 59% (м/с «Гиссар»).

Выявлено, что в июне-июле наступает почвенная засуха, влажные месяцы считаются с декабря по апрель. Такие условия позволяют без искусственного орошения получать стабильные урожаи зерновых культур (озимой пшеницы, ячменя, овса, просо и др.), особенно в условиях богарного земледелия.

Следовательно, показатели, характеризующие теплообеспеченность, влагообеспеченность и других условий Центрального Таджикистана, однозначно доказывает, что они вполне оптимальны для развития сельскохозяйственного производства в условиях орошаемого и богарного земледелия.

Для анализа и оценки вопросов, связанных с испарением, режимом орошения, водопотреблением или эвапотранспирацией и развитием растений величина скорости ветра считается важным ключевым метеорологическим фактором, определяющий эффективность и равномерность орошения.

Выявлено, что в условиях Центрального Таджикистана ветры имеют северный и северо-восточный характер и, по данным метеостанций, среднегодовое их значение изменяется в пределах от 1,5 до 2,8 м/с.

Особое значение «скорость ветра» имеет при орошении сельскохозяйственных культур, особенно при дождевании сельскохозяйственных культу, она диктует выбор времени полива, влияет на испарение, интенсивность и равномерность дождя и может полностью нарушить работу систем дождевания. Способ полива дождеванием крайне чувствителен к ветру. При скорости более 3-5 м/с (10-18 км/ч) водяные струи деформируются, а мелкие капли сносятся в сторону, что приводит к неравномерному поливу и перерасходу воды.

Скорость ветра влияет на процесс эвапотранспирации растений, ветер ускоряет испарение воды с поверхности почвы и из капель в воздухе при дождевании. В жаркую погоду сильный ветер может привести к тому, что значительная часть влаги испарится, не доходя до корневой системы растений.

Как правило, в утренние (до 7–8 часов) и ночные часы скорость ветра минимальна. Это идеальное время для запуска систем дождевания, так как снос капель сводится к минимуму, а испарение резко снижается.

Таким образом, различные показатели климатических (теплообеспеченность, влагообеспеченность и другие) ресурсов, а также показатели испаряемости и дефицита водного баланса, тождественно показывают о неприменимости одинаковой агротехники, в том числе режимов орошения и водопотребления сельскохозяйственных культур для районов Центрального Таджикистана.

2.2. Особенности почвенных условий Центрального Таджикистана.

Почва является главным незаменимым ресурсом и основой сельского хозяйства, на котором производится более 95 % всего продовольствия в мире. От качества почвы зависит урожайность сельскохозяйственных культур, объемы производства, здоровье растений и безопасность продуктов питания.

Основные функции почвы являются обеспечение растение питанием необходимых для роста и развития. Впитывает и удерживает влагу, защищая

корни от засухи и резких перепадов температур, она обеспечивает доступ кислорода к корневой системе. Почва выступает домом (хранилищем) для миллиардов микроорганизмов, перерабатывающих органику в доступные для растений формы. Почвы с высокой естественным плодородием, содержанием гумуса имеет высокую цену и высокий балл бонитета. Орошаемое земледелие в сельском хозяйстве преобладает, а главные почвы распределены по высотным поясам - от равнинных сероземов до высокогорных лугово-степных скелетных и каменистых почв,

Эти земли составляют основу интенсивного орошаемого земледелия, садоводства и пастбищного животноводства. Структура почвенного покрова региона формируется под воздействием горного рельефа и континентального климата. По вертикальной плоскости в Таджикистане различают: долины и предгорья (до 1000–1200 м); среднегорный пояс (1200–2500 м). Здесь преобладают горно-коричневые почвы; высокогорный пояс (свыше 2500 м), они включает высокогорные лугово-степные и луговые почвы.

Земельные фонды сконцентрированы вокруг речных долин (Кафирниган, Варзоб, Зеравшан). Благодаря плодородию почв и развитой сети ирригационных каналов, регион обеспечивает значительную долю сельскохозяйственного производства республики, включая выращивание ценных культур.

Относительно экологического состояния можно отметить, что почвенные ресурсы региона подвержены ряду антропогенных и природных нагрузок:

- Водная и ветровая эрозия: Развивается на склонах из-за вырубki лесов, неправильной распашки и чрезмерного выпаса скота.
- Дегradация и загрязнение: В окрестностях крупных промышленных центров, таких как Душанбе и агломерация, наблюдается дегradация почв, связанная с переуплотнением и техногенными выбросами.
- Засоление и заболачивание: Встречается на орошаемых участках при нарушении правил мелиорации и дренажа.

Для сохранения плодородия и рационального использования почв Правительством Республики Таджикистан, международными организациями и отраслевыми ведомствами реализуются проекты по устойчивому управлению водно-земельными ресурсами и внедрению технологий мониторинга.

Согласно В.Я. Кутеминского и Р.С. Леонтьева [71, с.29], в районах Центрального Таджикистана, в основном распространены горные, коричнево-карбонатные почвы, лугово-сероземные, сероземно-луговые, лугово-болотные, типичные, темные и светло сероземные почвы. По результатам почвенного обследования, выявлена вертикальная зональность распространения почв.

На высотах 600-900 метров над уровнем моря распространены обыкновенные сероземы и в верхних горизонтах содержание гумуса составляет 1,5-2 %. Почвы, на высотах в пределах от 800 до 1500 метров - типичные и темные сероземы, и по мере повышения вертикальности зон, постепенно переходят к коричнево-карбонатным. Содержание гумуса достигает 2,5-4 %, что в 2 раза больше, чем на обыкновенных сероземах.

Сельскохозяйственная производственная деятельность на территории Центрального Таджикистана ведётся на площади 78 тыс.гектаров (Использованы данные почвенного обследования и картирования районов республиканского подчинения, Институт «Таджикгипрозем», 1985). Общая площадь темных сероземов составляет 52,1%, сероземно-луговых почв составляет 23,3 %, коричнево-карбонатных почв 20,4%, аллювиально-луговых 2,5 %, коричнево темных - 1,16%, коричнево-карбонатной луговых - 0,33%, лугово-болотных 0,21% (Данные Шодиева О. и других [130, с.27].

Почвы районов Центрального Таджикистана обусловлены низким содержанием гумуса. Выявлено, что верхние горизонты имеют относительно высокую содержание гумуса и с глубиной его содержание уменьшается. Так, в горизонте 0-30 см содержание гумуса составляет 0,8-1,98%, а в слое 30-60 см (подпахотный слой) 0,20-0,24 %.

По водно-физическим свойствам (удельная и объёмная масса, порозность, наименьшая влагоёмкость, гигроскопичность, водоприницаемость, микроагрегатный и гранулометрический состав и т.д.) и агрохимическим свойствам (содержание гумуса, азота, фосфора, калия и других микроэлементов) почвы районов Центрального Таджикистана существенно отличаются друг с друга.

Выявлено, что по содержанию питательных веществ (подвижных форм азота, фосфора и калия) согласно классификации почв, они относятся к группе необеспеченных и слабообеспеченных.

По результатам почвенно-мелиоративного исследования по изучению расположения уровни грунтовых вод на орошаемых массивах выявлено, что, что из обследованной 59 тыс. гектаров площади с залеганием уровни грунтовых вод глубже 3 м (автоморфные почвы) составляют – 79,9%, УГВ 2-3 м (полугидромофны) – 11,8 % и УГВ 1 м (гидроморфные) – 5,8 %.

Подземные воды, расположенные в водоносных горизонтах Центрального Таджикистана, также являются источником обеспечения орошаемого земледелия. Подземные воды, включая Душанбинский артезианский бассейн, располагает богатыми запасами чистейших подземных вод, которые являются главным источником питьевого водоснабжения для столицы и близлежащих районов

Среднесуглинистые почвы распространены на 52,4 %, тяжелосуглинистые - 36,4%, легкосуглинистые - 7,1 %, песчаные и супесчаные - 3,3% глинистые – 0,94%, от обследованной площади.

Территория Центрального Таджикистана по рельефным условиям, делится на горную, предгорную и равнинную области.

В настоящее время общая площадь пашни в районах Центрального Таджикистана согласно существующим статистическим данным составляет 113 тыс. га. В том числе используемые орошаемые земли варьируется в пределах от 79,6 до 83,5 тыс. гектаров. Из-за рельефных условий и место нахождения источника орошения орошаемого массива в районах

Центрального Таджикистана используются машинное (насосное) орошения. Это развито в предгорной части долины, на остальной территории орошение - самотечное.

Согласно данным Агентства мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан коэффициент полезного действия (КПД) ирригационных систем в среднем составляет - 0,55, то есть непроизводительные потери (сброс, фильтрация, испарение) составляют 45% от водозабора.

Основой развития орошаемого земледелия в условиях нарастающего водного дефицита, засухи и деградации является водообеспеченность территорий. В этом аспекте для районов Центрального Таджикистана реки Кафирниган (с основными притоками Варзоб, Ханака, Лучоб и Иляк) являются основным водным источником для развития секторов экономики, особенно орошаемого сельского хозяйства.

В бассейн реки Кафирниган также включен реки Ширкент и Каратаг, которые являются межгосударственными (трансграничными). Водные ресурсы этих рек используются в целях орошения и водоснабжения Турсунзадевского и Шахринавского районов Центрального Таджикистана, и Сурхандаринской области Республики Узбекистан.

Анализ показал, что качество воды в реках Ширкент и Каратаг благоприятное, химический состав вод относится к гидрокарбонатно - кальциевого содержания и характеризуется невысокой минерализацией - 0,12 - 0,15 мг/л.

Таким образом, по результатам анализа и изучения территории Центрального Таджикистана необходимо отметить, что данная территория является благоприятной земледельческой зоной, с достаточной влагообеспеченностью (достаточное количество осадков) и теплообеспеченности для возделывания технических, кормовых, зерновых, овощных и других сельскохозяйственных культур. Центральный Таджикистан (Гиссарская долина) имеет высокий биоклиматический

потенциал, который позволяет заниматься круглогодичным использованием водно-земельных ресурсов, обеспечить внедрение интенсивных методов перехода повышения продуктивности сельскохозяйственных культур с применением инновационных водосберегающих и почвозащитных технологий.

Анализ показал, что территория Центрального Таджикистана имеет различные почвенные и климатические условия. Они наряду с агротехническими, биологическими, физиологическими, сортовыми и другими особенностями, являются ключевым фактором роста, развития и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Следовательно, изучение и установление оптимальных параметров элементов технологии полива при бороздковом поливе и дождеванием, роста, развития и продуктивности люцерны в зависимости от водообеспеченности посевов, особенно в условиях дефицита водных ресурсов в условиях Центрального Таджикистана не только имеет научное, но и практическое значение.

Выводы по главе 2:

1. Исследуемый объект – районы Центрального Таджикистана характеризуются высоким биоклиматическим потенциалом (БКП), теплообеспеченности и влагообеспеченности. Эти условия обеспечивают получение 2-3 урожаев в год, внедрить интенсивные методы ведения сельского хозяйства. Выявлено, что продуктивность сельскохозяйственных культур в среднем составляет 40-50% от МВУ (максимально возможного урожая). При этом КПД ФАР (коэффициент полезного действия использования фотосинтетической активной радиации) низкий, составляет до 2 %.

2. Гиссарская природно-хозяйственная область по параметрам, характеризующим обеспеченность тепловыми ресурсами относится к жаркой зоне. Выявлено, что между высотой над уровнем моря и продолжительности периода с температурой воздуха выше 5°C существует отрицательная

корреляция. С повышением высоты расположения местности до 1600 метров, продолжительность периода уменьшается - от 300 до 240 дней.

3. Районы Центрального Таджикистана по теплообеспеченности относятся к жаркой зоне и ДВБ (дефицит водного баланса) в среднем 874 мм/год. В таких условиях орошение является основным фактором получения высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур.

4. Выявлено, что в условиях производства наблюдаются большие непроизводительные потери воды, не соблюдаются режимы орошения, элементы техники и технологии орошения сельскохозяйственных культур. Коэффициент полезного действия (КПД) оросительных систем низкий - 0,55.

5. Почвенно-климатические условия как основной фактор, определяет наряду с агротехническими, сортовыми и биологическими особенностями растений уровень продуктивности сельскохозяйственных культур. Таким образом, изучение и установление оптимальных параметров элементов технологии полива при бороздковом поливе и дождеванием, роста, развития и продуктивности люцерны в зависимости от водообеспеченности посевов, особенно в условиях дефицита водных ресурсов в условиях Центрального Таджикистана не только имеет научное, но и практическое значение.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.1. Методика проведения исследований.

В процессе многолетнего исследования использованы результаты ранее проведенных научно-исследовательских работ, библиотечные, фондовые и архивные данные проектных и научно-исследовательских учреждений республики, а также отраслевая база данных и интернет-сайт ресурсов. Совершенствования технологии и элементов техники полива люцерны при способе дождевания и напуском осуществлялись на основе существующих теоретических исследований.

На основе существующих методик, определены основные водно-физические свойства почвы, элементы техники полива, режима орошения и т. д. Согласно, программы полевые опыты и лабораторные методы исследования служили основой для проведения научно исследовательских работ по решению поставленных задач и достижению основной цели диссертации. Критерии достоверности фундаментальных обобщений и источника теоретических построений основаны на результаты полевых и лабораторных исследований. Для проведения многолетних, последовательных, системных и комплексных исследований также использовались инженерно-технические и экономические методы исследования.

Полевые исследования, по совершенствованию техники и технологии орошения люцерны, проводились на темных сероземах Центрального Таджикистана. По шкале гидромодульного районирования орошаемой территории Таджикистана опытный участок относится к III- ому гидромодульному району. В качестве объектов исследования выбраны: районированный сорт люцерны «Вахшская-300»; способы орошения: дождевания и полив напуском люцерны. Согласно характеристике орошаемого массива, поверхностный её уклон составляет 0,008-0,02. Грунтовые воды расположены на глубине ниже 3-х метров, то есть почва орошаемого участка, относится к автоморфной категории.

Исследования проводились в 2014-2016 годы на среднесуглинистых почвах Гиссарского научно-исследовательского полигона Государственного учреждения «Таджикский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ГУ «ТаджикНИИГиМ»), который расположен в Рудакинском районе Республики Таджикистан и относится к Центральной части Таджикистана (Гиссарская долина). Изучены и сопоставлялись следующие технологии орошения люцерны (варианты):

Схема полевого опыта представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Схема закладки полевого опыта

Вариант опыта	Наименование варианта	Расчетная оросительная норма, м ³ /га
1.	Хозяйственный полив люцерны – напуском (контроль).	-
2.	Полив люцерны дождеванием. Режим водоподачи: влажность почвы в пределах (0,7-1,0) НВ (вариант-В2, оросительная норма М)	5500
3.	Режим водоподачи по В2, с оросительной нормой 0,4 М	2000
4.	Режим водоподачи по В2, с оросительной нормой 0,6 М	3000
5.	Режим водоподачи по В2, с оросительной нормой 0,8 М	4500
6.	Режим водоподачи по варианту В2, с оросительной нормой 1,3 М	7000

При поливе напуском (поверхностный бороздковый полив), режим орошения (число, сроки и нормы) приняты в соответствии с действующими «Рекомендациями по режиму орошения сельскохозяйственных культур для Таджикской ССР» [48, с.132].

На опытном участке перед закладкой полевого опыта проведены следующие учеты:

- Морфологическая характеристика почвы проведены на глубине 0-200 см при четырехкратной повторности в двух шурфах (Приложение 6);
- Методом П.А. Качинского определены показатели по гранулометричес-

кому составу почвы;

- Методом цилиндров (объем цилиндра $-502,4\text{см}^3$) определена объемная масса почвы опытного участка. При этом через каждые 10см на глубине до 2 метров отбирали почвенные пробы;

- Пикнометрическим методом на тех же точках и слоях почвы как объемная масса определена удельная масса почвы;

- По данным объемной и удельной массы почвы определена общая скважность;

- Методом рам в начале вегетации в 2-кратной повторности определялась водопроницаемость почвы (Приложение 8);

- «Максимальная гигроскопичность определялась по методу А.В. Николаева» [90, с.268];

- «Предельно-полевая влагоемкости почвы (ППВ) или НВ установлена весной, методом Л.А. Розова (метод заливки площадок)» [117, с.78];

- Термостатно-весовым методом в 4-х кратной повторности регулярно определялись влажность почвы (Приложение 7);

- По водосливу Чиполетти (с трапецеидальным сечением) осуществлялся учет оросительной воды;

- Учет сбросных вод вели по водосливам Томсона (треугольное сечение) с углом 90° (Приложение 9). «Замеры воды проводились в дневное время, через каждый час, в ночное время - через каждые два часа» [50, с.106];

- Статистическая обработка полученных опытных данных по фенологическим наблюдениям проводились дробным методом. Методом дисперсионного анализа - Доспехова Б.А. [50, с.218] обрабатывались полученные данные по урожаю сено люцерны, также использовались компьютерные программы;

- Производственное испытание и внедрение разработанной технологии орошения люцерны осуществляется в любом хозяйстве Центрального Таджикистана;

– При дождевании люцерны на полевым участке исследования проводились согласно существующим рекомендациям. Интенсивность, равномерность и крупность дождя определялись в полевых условиях с использованием фильтра-бумаги и специальных ёмкостей, размещённых по диаметру и зоны действия дождевального аппарата;

– Для оценки климатических условий использованы данные агрометеостанции «Гиссар»;

– При возделывании люцерны, все агротехнологические мероприятия (кроме поливов) осуществлялись согласно рекомендациям Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан.

При поливе напуском люцерны равномерность увлажнения почвы определялась методом установления запаса влаги в почве по длине полосы в 4-х кратной повторности, также определены контуры промачивания в центре полосы, влево и вправо от её оси.

3.2. Объект исследований.

Люцерна относится на бобовых семействах. Известно до 50 её видов, из которых в стране встречается около 36, а в нашей республике возделывается в основном синяя люцерна.

В Таджикистане районированы сорта «Вахшская-233» и «Вахшская-300», выведенные в Вахшском филиале им. В. П. Красичкова Таджикского НИИ земледелия.

Сорт «Вахшская-233», районирован в 1960 г., характеризуется скороспелостью, быстрым темпом отрастания после укосов, зимостойкостью и высокой продуктивностью. На орошаемых землях даёт до 7-8 укосов, Облиственность - от 36,1 до 41,8%. Кустистость - средняя. Куст - прямостоячий, ветвистость - высокая. Семена крупные, жёлтые, иногда с зеленоватым или бурым оттенком. По своим хозяйственно-биологическим особенностям, наиболее полно соответствует агроклиматическим условиям орошаемого земледелия республики. Урожай сена, в среднем, за три года, на орошаемых землях составляет 180- 200 ц/га.

Сорт «Вахшская-300» районирован в 1978 г., характеризуется скороспелостью, зимостойкостью, отличается интенсивным отрастанием весной и после укосов, что позволяет получить дополнительный укос. Облиственность - 40-45%. Поражаемость бурой пятнистостью и повреждением фитонимусом – среднее. В условиях орошения, в среднем, из трёх лет стояния обеспечивает получение 200- 220 ц/га сена. В зелёной и сухой массе протеина содержится значительно больше, чем у сорта «Вахшская-233».

Формирование высокого урожая сена на указанных сортах достигается при правильном сочетании пяти факторов урожайности: тепло, свет, влага, пища и воздух, на фоне строгого соблюдения других рекомендованных звеньев технологии её возделывания.

При достаточной влажности почвы на глубине залегания семян, всходы у люцерны появляются при сумме температур воздуха (выше плюс 5°) не ниже 90°C, а отрастание люцерны прошлых лет наблюдается при устойчивом переходе среднесуточной температуры воздуха через плюс 5°C (3, 2). Потребность люцерны в тепле в межукосные периоды, в разные годы жизни, различна (табл.3.2).

Таблица 3.2. Показатели потребности люцерны в тепле за вегетационный период

Межукосный период	Потребность температуры воздуха, °C	
	выше	сумма
Год посева люцерны		
Всходы – 1-й укос	10	400
Отрастание – 2-й укос	12	350
Отрастание – 3-й укос	12	350
Отрастание – 4-й укос	12	350
Отрастание – 5-й укос и последующие укосы	5	350
Люцерна прошлых лет		
Отрастание – 1-й укос	5	440
Отрастание – 2-й укос	12	220
Отрастание – 3-й укос	12	250
Отрастание – 4-й укос	12	300
Отрастание – 5-й и последующие укосы	5	450

Исходя из потребности люцерны в тепле, принимая за дату кошения время появления единичных цветов на растении и с учётом интервала - срок уборки - срок отрастания, можно прогнозировать даты появления всходов, отрастания и число укусов по зонам республики.

Во всех зонах республики, на втором и третьем годах произрастания люцерны, число укусов увеличивается на один, по сравнению с годом её посева [45, с.37-39]. Хлопкосоющие районы Таджикистана характеризуются высокими показателями прихода фотосинтетической активной радиации (ФАР) [91, с.11-65]. Согласно существующей шкале [121, с.31], даже при коэффициенте использования ФАР на 1%, можно практически удвоить урожай сена на обычных хозяйственных посевах. Следовательно, комплекс агротехнических мероприятий, особенно поливы, должны быть направлены на формирование высоких урожаев на больших производственных площадях.

Синяя люцерна, возделываемая в Таджикистане, относится к растению длинного дня, её световая стадия заканчивается к началу цветения, в связи с чем, она плохо переносит затенение при посеве с покровными культурами. Люцерна отзывчива на удобрения [121, с.18], за счёт внесения которых (в оптимальных дозах) урожай сена повышается на 45-50%. В нём содержится (%): азота - 3,0-3,5, фосфора - 0,4-0,5, калия - 2,0, а в семенных люцерниках - соответственно 5,0; 6,1; 1,0.

За три года стояния, люцерна извлекает с одного гектара (в расчёте на действующее вещество) более 250 кг фосфора, 180 кг калия, а вынос азота, только на первом году жизни, составляет 507 кг. Кроме того, как и все бобовые растения, она использует азот воздуха, особенно необходимый в первый год жизни.

Питательная ценность люцерны характеризуется следующими показателями: содержание протеина - 18-22 % от абсолютно сухого вещества; белка - 12-18; жира - 2,4-4,5; клетчатки - 22,7-30 %. Для заготовки сена, травяной муки, сенажа и силоса широко используется зеленая масса люцерны. Известно, [18, с.10-30], что травостой люцерны содержит более

100-150 кг азота, оставляет в почве более 50-80 ц/га корневых и пожнивных остатков. После трехлетнего возделывания люцерны, на орошаемых землях юга Средней Азии, в почве остается более 200 ц/га органической массы, что служит дополнительным источником углекислоты, азота, фосфора, калия и других питательных веществ. В благоприятные годы, на люцерновом поле накапливается до 500-800 кг/га биологического азота «Важными биологическими особенностями люцерны являются ее солеустойчивость и способность к рассолению почвы, которые она приобретает во второй период развития. Поэтому до посева важно создать пониженную концентрацию солей, что достигается путем проведения предпосевного полива» В.Н. Литвинов, М.Н. Сардоров [77, с.7].

В Таджикистане, люцерна возделывается на орошаемых и обеспеченных осадками богарных землях. На орошаемых землях юга Таджикистана урожай сена люцерны может достигать 300 ц/га. [39, с.94].

Неотъемлемой частью хлопково-люцернового и зернового севооборотов является люцерна. «При двухлетнем стоянии люцерны, в почве остается 18-20 т корневых остатков и до 250-300 кг азота, при трехлетнем - до 40 тонн корневых остатков и 500-600 кг биологического азота. После распашки люцерны, урожай хлопка-сырца увеличивается на 10-12 ц/га и пшеницы на богаре - на 8-9ц/га» [76, с.51-57].

В условиях Таджикистана, по потребности в воде, люцерна занимает первое место после риса и citrusовых. Большой расход воды люцерновым полем обусловлен длинным периодом вегетации этой культуры (210-260 дней), формированием большой массы надземных и подземных органов, а также значительной площадью листового аппарата, повышающего транспирацию растений.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Водно-физические свойства почв орошаемых земель.

Важную роль в создании плодородия почвы сыграют её водно-физические свойства.

Водно-физические свойства орошаемых почв Таджикистана изучены многими исследователями: А. В. Николаевым [90, с.268], Е.В. Чаповской [125, с.127-138], В. Я. Кутеминским и Р. С. Леонтьевым [71, с.144], С. Сатибалдиевым [122, с.39-54], Х.Д. Домуллоджоновым [45, с.37-39, 46, с.25-28, 49, с.204], А.А. Садриддиновым [119, с.30-33], Я.Э. Пулатовым [104, с.97], Н.К. Нурматовым [93, с.20-23], А. Акрамовым [4, с.12], Пулатовой Ш.С. [107, с.37] и другими.

Роль корневой системы в обеспечении растений водой огромна, и в этом, подвижность почвенной влаги, которая характеризуется физическими особенностями почво-грунтов, первостепенна.

«Основными водно-физическими показателями, характеризующие их свойства являются: наименьшая влагоемкость (НВ) почвы; водопроницаемость; объемная и удельная масса; подток влаги из грунтовых вод, влажность завядания растений, максимальная гигроскопичность, водоотдача, гранулометрический и микро агрегатный состав почвы (приложение 8).

В настоящем разделе особое внимание уделено характеристике водно-физических свойств почвы, которые изучены в полевых, лизиметрических и вегетационных опытах» [104, с.185].

Темные сероземы Центрального Таджикистана

«Тёмный серозём, глубина залегания грунтовых вод более 3-х метров от поверхности почвы (III гидромодульный район). Разрез заложен на опытном участке в Гиссарском научно - исследовательском полигоне ГУ «ТаджикНИИГиМ» (район Рудаки)» [104, с.185].

Морфологическая характеристика почвы по горизонтам представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Результаты морфологического описания почвы

Горизонт почвы	Морфологическая характеристика почвы
от 0см до 31см	«Слой почвы – пахотный, влажный, цвет почвы - тёмно-серый, встречаются корневые остатки, суглинистый, мелкокомковатый, встречаются ходы землероев, переход в следующий горизонт - постепенный.
от 31см до 62см	Цвет почвы-тёмно-серый, влажный, по гранулометрическому составу-суглинистый, плотный, встречаются отдельные корни, имеются ходы землероев, много конкреций гипса, переход в нижележащий горизонт – постепенный.
от 62см до 118см	переход в следующий горизонт – заметный, почва влажная, темно-серого цвета, по гранулометрическому составу-суглинистый, плотный, имеются отдельные ходы землероев, встречаются ракушки и отдельные корни
от 118см до 189см	Почва темно-палевого цвета, влажный, слабо-структурный, плотный, суглинистый, встречаются конкреции карбонатов, мелкокомковатый, встречаются мелкие камни» [104, с.185].

«Почва орошаемого участка, по гранулометрическому (механическому) составу, относится к «облегчающимся книзу тяжелым суглинкам» (табл. 4.3.). В первом метре содержится 52,1% физической глины, во втором – 40,6%. Сложение и плотность профиля почвы характеризуется по значению объемной массы. Она в слое 0-200см изменяется от 1,20 до 1,44 г/см³. При этом пахотный слой (0-30 см) характеризуется наименьшей объемной массой (1,25 г/см³). Она увеличивается до 1,34 г/см³, во втором полуметре (50-100) – до 1,39 г/см³ в подпахотном горизонте (30-50 см). В слое 0-50 см объемная масса составляет, в среднем, 1,29 г/см³, 0-70 см – 1,31; 0-100 см – 1,34 г/см³ (табл. 4.2.). Минералогический состав и содержание органического вещества в почве отражается удельной массой, она в слое 0-200 см изменяется от 2,62 до 2,70 г/см³. Низкие показатели удельной массы характерны в верхних слоях почвы и в глубоких слоях она увеличивается» [106, с.8].

«Порозность почвы в слое 0-200 см изменяется от 47,0 до 54,2%. Анализ показал, что в верхних 0-30 см. она имеет наибольшее значение, в слое 0-100 см скважность составляет 49,5%» [104, с.185].

Способность почвы удерживать влагу оценивается наименьшей влагоемкостью (НВ), она изменяется от 23,0 до 28,6%, от массы абсолютно сухой почвы в слое 0-200см. «Пахотный слой имеет более высокие показатели (24,6%), а в подпахотном слое (30-50 см) она составляет 24,1%, в слое 0-70 см, и в слое 0-100см – 25,1 и 24,7%, от массы абсолютно сухой почвы» [106, с.8] соответственно (табл. 4.2.).

Влажность завядания (ВЗ) определялась по формуле:

$$ВЗ=1,5 \text{ МГ}, \quad (4.1)$$

где, МГ - максимальная гигроскопичность почвы, % от массы абсолютно сухой почвы.

«Влажность завядания по слоям (0-200 см) изменяется от 3,44 до 6,21%, при запасе воды, равном наименьшей влагоемкостью почвы, на продуктивную влагу для слоя 0-70 см приходится 1798 м³/га, а для слоя 0-100 эта величина возрастает до 2638 м³/га. Установлено, что для организации полива, при соблюдении предполивной влажности на уровне 70% от НВ, в слое 0-70 см и 0-100 см предполивная влажность выраженная в процентах от массы абсолютно сухой почвы, составляет 17,5% и 17,2 %, соответственно. При поливах по 80% от НВ – соответственно 18,08 и 19,76%, от массы абсолютно сухой почвы. Расчет поливной нормы, установленная по дефициту влаги в расчетных слоях почвы, составляет: для предполивной влажности 70% от НВ – соответственно, 680 и 987 м³/га, а для 80% от НВ – соответственно, 460 и 658 м³/га» [106, с.9].

Таблица 4.2. Показатели водных и физических свойств почвы темных сероземов [105, с.209].

Глубина, см	Масса, г/см ³		Общая скважность, %	Наименьшая влагоемкость почвы (НВ)		Максимальная гигроскопичность %	Влажность завядания, %	Аэрация при НВ, %
	объемная	удельная		% от массы абс. сухой почвы	м ³ /га			
1	3	4	5	6	7	8	9	10
0-10	1,21	2,62	54,0	28,6	343	4,04	6,06	19,9
10-20	1,27	2,63	54,8	25,6	223	4,14	6,21	19,8
20-30	1,30	2,63	53,3	25,1	326	3,94	5,91	18,0
30-40	1,31	2,62	50,0	24,2	318	3,66	5,49	18,2
40-50	1,37	2,63	47,9	24,0	329	3,42	5,13	15,0
50-60	1,37	2,67	48,7	24,7	338	3,43	5,14	14,9
60-70	1,38	2,67	48,3	23,4	323	3,02	4,53	16,0
70-80	1,38	2,68	48,5	23,8	328	2,66	3,99	15,7
80-90	1,39	2,66	47,7	23,7	329	2,56	3,84	14,8
90-100	1,41	2,66	47,0	23,6	333	2,53	3,80	13,7
100-120	1,40	2,68	47,8	23,2	650	2,67	3,86	15,3
120-140	1,42	2,68	47,0	23,0	653	2,43	3,64	14,3
140-160	1,39	2,67	47,9	23,0	639	2,42	3,63	15,9
160-180	1,41	2,70	47,8	23,4	660	2,32	3,48	14,8
180-200	1,44	2,67	46,1	23,0	661	2,29	3,44	13,1
0-30	1,26	2,63	54,0	26,6	999	4,04	6,06	19,0
0-50	1,29	2,63	51,0	25,6	1639	2,84	5,76	18,1
0-70	1,31	2,64	50,2	25,1	2300	2,66	5,49	17,4
0-100	1,34	2,65	49,5	24,7	3290	3,34	5,01	16,5
0-150	1,36	2,66	48,8	24,2	4912	3,05	4,58	16,0
0-200	1,36	2,66	48,4	24,1	6563	2,87	4,31	15,5

Таблица 4.3. Гранулометрический состав темного серозема

Глубина, см	Размер частиц диаметром, мм (%%)							Классификация гранулометрического состава по Н.В. Качинскому
	1,0-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,03	0,005- 0,001	< 0,001	Сумма < 0,01	
0...10	0,4	27,7	40,6	10,3	15,9	5,1	31,3	Суглинок, средний
10...20	0,5	26,9	39,3	12,2	15,0	5,8	33,0	Суглинок, средний
20...30	0,6	26,1	39,2	10,7	17,8	4,7	33,2	Суглинок, средний
30...40	0,4	23,7	38,3	12,8	16,6	7,3	36,7	Суглинок, средний
40...50	0,3	20,2	42,9	12,7	16,9	6,2	35,8	Суглинок, средний
50...60	0,2	19,1	46,0	13,9	16,4	5,1	35,4	Суглинок, средний
60...70	0,3	19,0	45,9	13,4	17,1	4,5	35,0	Суглинок, средний
70...80	0,1	15,2	46,8	16,3	16,2	6,4	38,9	Суглинок, средний
80...90	-	16,0	41,9	13,7	22,7	5,1	41,5	Суглинок, средний
100...120	-	17,0	38,3	9,3	25,4	7,2	41,9	Суглинок, средний
120...140	-	12,1	42,9	14,9	21,2	8,1	44,2	Суглинок, средний
140...160	0,1	14,4	44,1	15,1	18,8	6,5	40,4	Суглинок, средний
160...180	0,1	12,9	45,0	16,1	19,3	6,6	42,0	Суглинок, средний
180...200	0,3	26,3	38,9	12,6	18,7	3,2	34,5	Суглинок, средний
200...220	-	42,5	34,0	7,6	17,9	8,0	33,5	Суглинок, средний

Водопроницаемость почвы.

Известно, что водопроницаемость почвы зависит от гранулометрического и микроагрегатного состава почвы.

Установлено, что водопроницаемость составляет 890 м³/га за 6 часов при содержании физической глины – 58,1 % (тяжелые суглинки) (табл. 4.4.).

По существующей классификации С. В. Астапова [10, с.120] водопроницаемость почвы, относится к «слабо водопроницаемой».

Нами изучена водопроницаемость тяжелосуглинистых и среднесуглинистых почв темных серозёмов Центрального Таджикистана. Результаты показали, при увеличении содержания физической глины, то есть утяжеления почв (частиц $\leq 0,01$ мм), изменяется водопроницаемость от «сильно водопроницаемой» к «слабо водопроницаемой».

Для того чтобы изучить характера изменения водопроницаемость почва орошаемого поля, 6 часов проведены наблюдения, и все результаты представлены на рисунке 4.2.

Почвенная водоотдача. Известно, что для установления оптимальных параметров режима орошения люцерны, выявления диапазона «доступной влаги», для водоснабжения растений, необходимо знать свойства водоотдачи почв. С этой целью, лабораторные исследования по определению скорости водоотдачи проведены методом Секера. При получении данных, выявлены две переломные точки, которые характеризуют «подвижность почвенной влаги» и её доступность растениям.

Влажности разрыва капилляров (ВРК) соответствует первая точка и, имеет значение равной влажности почвы -18,1 % для тяжелосуглинистых почв. Вторая точка, которая, в среднем составила 25,9 %, от массы абсолютно сухой почвы – наименьшей влагоемкости (НВ) (табл. 4.5.).

Для среднесуглинистой почвы, первая точка влажность разрыва капилляров составила 16,0%, а вторая – 23,1%, от массы абсолютно сухой почвы. Скорость водоотдачи почвы составляет от 0,046 до 0,050, а при НВ –

от 0,090 до 0,105 г/см²/час при влажности соответствующей влажности разрыва капилляров (рис. 4.3.).

При влажности ниже влажности разрыва капилляров (ВРК), поступление воды в растения влаги резко замедляется и растения испытывают недостаток влаги, вследствие чего снижается их урожайность.

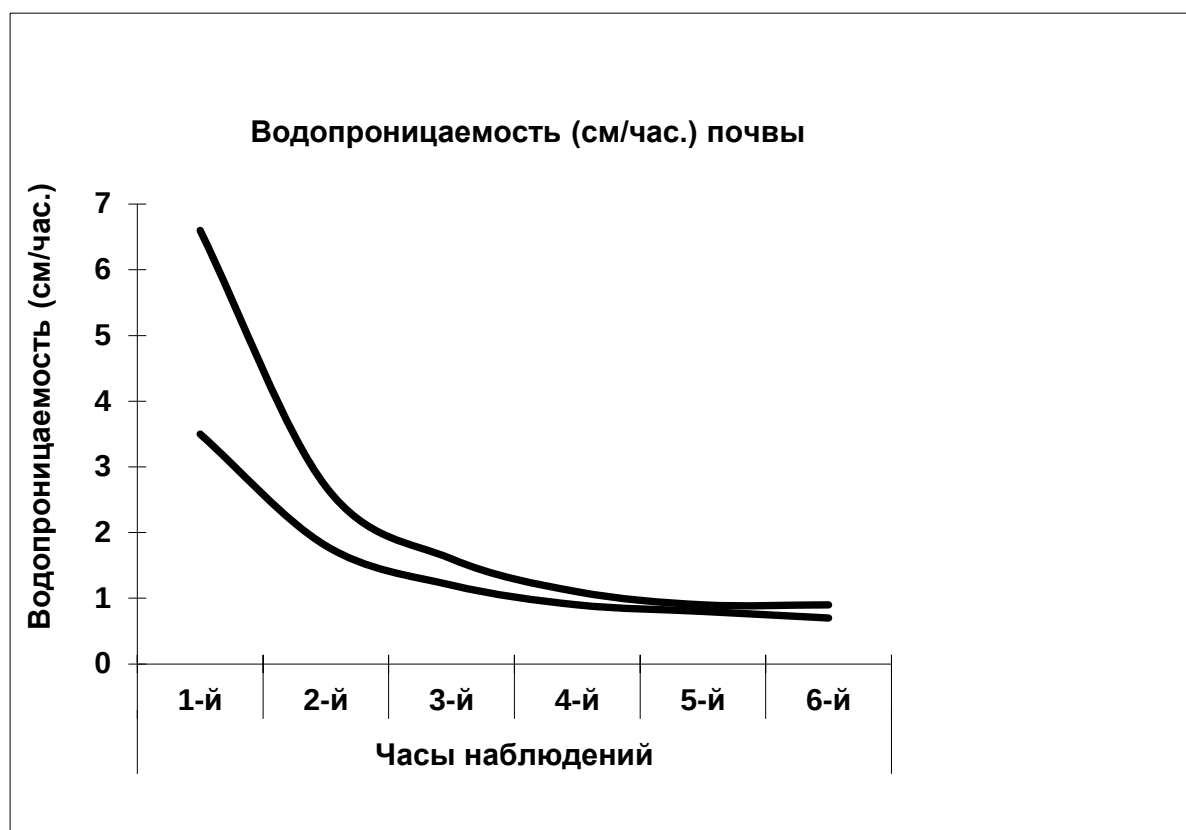


Рис.4.2. Водопрооницаемость среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почв Центрального Таджикистана

Таблица 4.4. «Водопрооницаемость (см/час), в зависимости от гранулометрического состава почвы» [105, с.209, 107, с.37]

Гранулометрический состав почвы	Содержание частиц <0,01, %	Часы наблюдений						За 6 часов, м ³ /га	Степень водопрооницаемости
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й		
Тяжелые суглинки	58,1	3,5	1,8	1,2	0,9	0,8	0,7	890	Слабая
Средние суглинки	42,6	6,6	2,7	1,6	1,1	0,9	0,9	1380	Средняя

Таблица 4.5. «Водоотдача (г/см²час), в зависимости от гранулометрического состава и влажности почвы» [105, с.209]

Гранулометрический состав почвы			
Суглинок тяжелых		Суглинок средних	
Влажность почвы, %	Скорость воды, г/см ²	Влажность почвы, %	Скорость воды, г/см ²
9,1	0,017	8,1	0,02
11,2	0,020	10,2	0,022
13,6	0,024	12,8	0,031
16,0	0,032	14,8	0,036
17,8	0,037	17,2	0,062
19,2	0,060	20,0	0,068
21,1	0,064	21,9	0,077
23,0	0,073	24,1	0,107
24,9	0,084		
27,0	0,124		

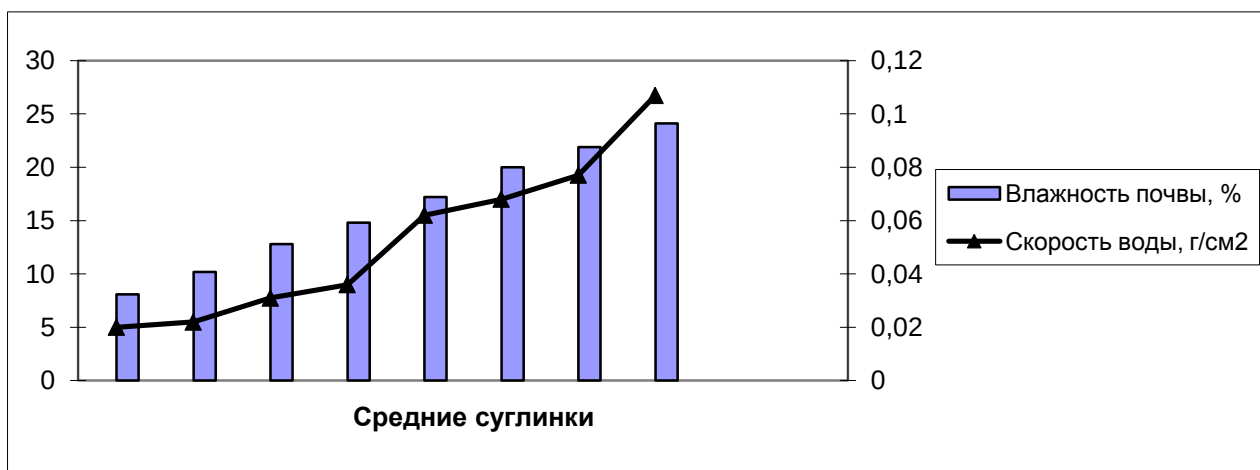
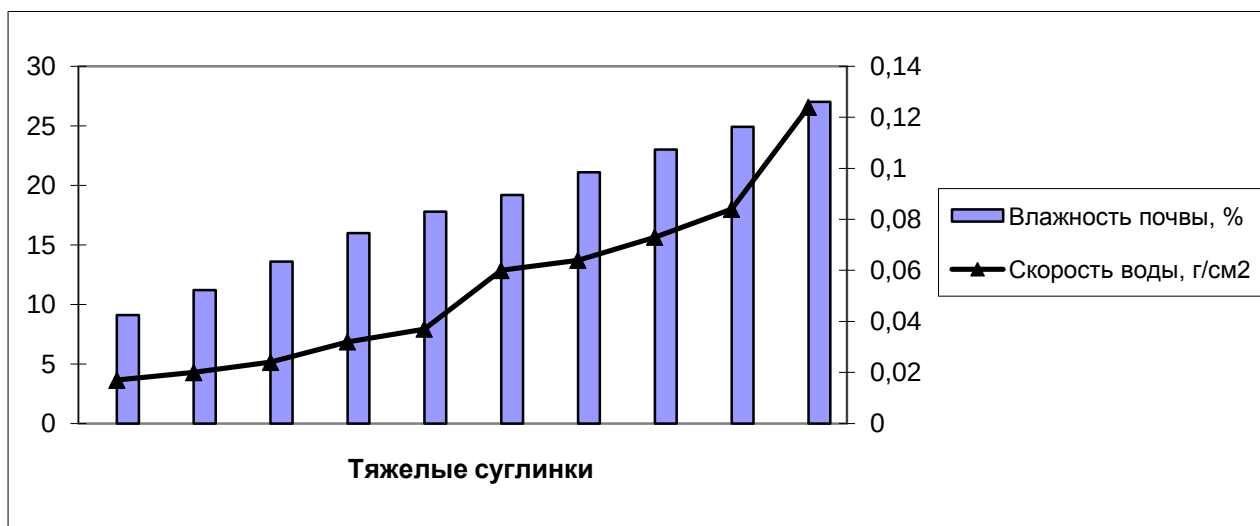


Рисунок 4.3. Изменение скорости водоотдачи и влажности почвы

4.2. Полив люцерны напуском.

Наряду с другими агротехническими, биологическими и агроклиматическими факторами получения высокой урожайности зеленой массы и сена люцерны, особое место отводится правильному оптимальному режиму её орошения. Поддержание фона оптимальной влажности почвы на посевах люцерны осуществляется применением различных способов полива. В настоящее время большое распространение получило орошение **напуском, по полосам, затопление по чекам и дождеванием**. Выбор способа полива люцерны зависит от множества факторов, в том числе от рельефа и гранулометрического состава почвы орошаемого участка.

При рассмотрении режима орошения, наряду с оптимальной предполивной влажностью почвы, существенной является величина поливной нормы - количество оросительной воды, которая даётся за один полив. В автоморфных условиях (глубокое залегание грунтовых вод), на поливную норму существенное влияние оказывают мощность и гранулометрический состав почвы, глубина проникновения и послойное размещение корневой системы растений. По мере увеличения мощности и утяжеления почвы, по гранулометрическому составу, увеличивается размер поливной нормы.

Различают поливную норму брутто поля и нетто. Последняя представляет собой разность между запасом воды при наименьшей влагоёмкости, и запасом воды при оптимальной предполивной влажности, на глубине расчётного слоя почвы.

По вопросу оптимальной глубины расчётного слоя почвы для определения сроков и норм полива люцерны, в литературе нет единого мнения. Одни учёные [24, с.215] считают, что эта величина составляет 125см, другие [27, с.112] - 150 см. По мнению авторов (Гарюгин Г.А. [27, с.112], Лысогоров С.Д. [79, с.77], Величко Е.Б. [24, с.244], Льгов Г.К. [80, с.46-57]), глубина расчётного слоя должна быть от 80 до 100 см. Очевидно, этот показатель определяется мощностью, характером послойного размещения

корневой системы и зонами послойного иссушения почвы.

По данным Домуллоджанова Х.Д., Сатибалдиева С. [45, с.37-39], в первые три дня после полива, интенсивный расход влаги наблюдается из первого полуметра, и он составляет 70-75%, от общего расхода из слоя 0-100 см. В середине межполивного периода, когда в слое 0-50 см, продуктивная влага уже почти исчерпана, расход её происходит преимущественно из второго полуметра. Перед самым поливом люцерны, расход влаги из слоя 0-100 см составляет 75-80%, и лишь 20-25% приходится на второй метр, причём эта величина расходуется главным образом из слоя 100-120см. Следовательно, интенсивный расход влаги происходит из слоёв почвы, где размещается основная масса корневой системы. Поэтому глубина расчётного слоя почвы представляет собой произведение максимальной глубины проникновения корневой системы люцерны первого произрастания на 0,55, второго - на 0,40 и третьего - на 0,34. Таким образом, на мощных мелкоземистых почвах максимальная глубина расчётного слоя для люцерны года посева - 100, прошлых лет - 120 см. В этих слоях размещается 80-92% корней, от образованных на всю глубину их проникновения.

Х.Д. Домуллоджановым и С.Сатибалдиевым [45, с.37-39] установлено, что сразу после окончания полива напуском, почва под люцерной не увлажняется на полную глубину расчётного слоя. «Это вызвано тем, что после полива, часть поливной воды сверх наименьшей влагоёмкости удерживается в верхнем (0-30 см) слое, которая затем расходуется на испарение. Вследствие недостаточной спланированности поливных участков, распределения поливных струй на «глаз», из-за отсутствия специальных приборов, пестроты поливного участка по плотности, происходит неравномерное распределение поливной воды по орошаемому полю.» [104, с.185]. Вместе с тем, при поливах по нормам, равным дефициту влаги, на глубине расчётного слоя почвы, в начальной части поля вода просачивается ниже расчетного слоя, в середине - глубина слоя увлажнения приближается к расчетной, а в конце - она значительно ниже, т.е. наблюдается неравномерное

глубинное увлажнение участка, что отрицательно влияет на формирование урожая по длине поливного участка. Поэтому, при установлении размера поливной нормы, необходимо учитывать эти особенности, т.е, поливная норма, подаваемая на поле (брутто поля), должна включать три статьи вынужденных потерь воды при поливах - испарение воды с водной поверхности в процессе проведения полива, глубинный и поверхностный сбросы. Все они вместе и определяют КПД техники полива.

Величина потерь воды составляет 30%, согласно нормативу «Мелиоративные системы и сооружения, СНиП 2.06.03-85» [87, с.46]. Поэтому, при расчёте поливной нормы, по дефициту (нетто) её увеличивают на 30% и подают на поле (брутто поля).

Необходимо отметить, что между наименьшей влагоёмкостью и гранулометрическим составом почвы существует тесная связь. Чем тяжелее почва по гранулометрическому составу, тем больше запас воды при наименьшей влагоёмкости. С учётом этой связи и оптимальных элементов режима орошения (предполивная влажность, глубина расчётного слоя), расчётные поливные нормы люцерны изменяются в широких пределах (табл. 4.6.).

**Таблица 4.6. Оптимальная (средняя) поливная норма люцерны ($\text{м}^3/\text{га}$),
в зависимости от гранулометрического состава автоморфных почв
Таджикистана**

Состав почвы	Люцерна года посева				Люцерна на прошлых лет	
	до 1-го укоса		в последующем			
	нетто	брутто поля	Нетто	брутто поля	нетто	брутто поля
Песчаная	265	350	390	500	465	600
Супесчаная	310	400	455	600	545	700
Легкосуглинистая	355	450	520	700	625	800
Среднесуглинистая	415	550	600	800	720	950
Тяжелосуглинистая	485	650	700	900	840	1100
Глинистая	575	750	830	1100	1000	1300

Оросительная норма складывается из сумм поливных норм. Она заметно изменяется под влиянием сложившихся погодных условий, хотя соблюдается одинаковый режим предполивной влажности почвы.

Многочисленными проведенными полевыми и лизиметрическими опытами выявлено, что, для получения наибольшего урожая люцерны, оптимальной предполивной влажностью почвы является поддержание её на уровне 80 % от НВ. В стационарных полевых опытах, проведенных Домуллоджановым Х.Д., Сатибалдиевым С., Исомутдиновым С.И. - в Гиссарской долине, Хакбердиевым С. - в Кулябской области и Рахмоновым О. - в Вахшской долине Таджикистана, по одноимённой программе на автоморфных почвах, доказано, что независимо от зон и года произрастания, люцерна формирует наибольший урожай сена при поливах по влажности почвы 80% от наименьшей влагоемкости почвы (Домуллоджанов Х.Д., Сатибалдиев С., Рахмонов О. [44, с.43-45], Домуллоджанов Х.Д., Сатибалдиев С. [45, с.37-39], Домуллоджанов Х.Д., Рахмонов О. [46, с.25-28], Домуллоджанов Х.Д., Хакбердыев С.А. [47, с.17-19]).

В настоящее время, для различных почвенно-климатических условий орошаемого земледелия Республики Таджикистан, используются рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур, которые разработаны в 80-е годы прошлого столетия. Эти рекомендации были разработаны в условиях плановой экономики, без учета рыночных механизмов водопользования, режимы орошения были ориентированы на получение максимального урожая сельскохозяйственных культур и т.д. Существующие рекомендации используются для составления хозяйственных и бассейновых планов водопользования, а также проектными институтами для проектирования новых водохозяйственных объектов.

В соответствии с существующими рекомендациями, для люцерны прошлых лет, применительно к Гиссарской природно-хозяйственной области, поливной сезон начинается с 21 апреля и продолжается до 25 сентября (табл. 4.7).

Для третьего гидромодульного района (уровень грунтовых вод ниже 3 метра), запланировано провести 7 поливов люцерны с оросительной нормой нетто 7520 и брутто поля 9750 м³/га. [48, с.132].

Таблица 4.7. Режим орошения люцерны прошлых лет для Турсунзадевского, Гиссарского, Вахдатского районов и района Рудаки Гиссарской природно-хозяйственной области. (Согласно рекомендации 1988 года, Том I, таблица 53, с.132)

Номер полива	Поливная норма, брутто, м ³ /га	Поливной период		Продолжительность, суток	Гидромодуль, брутто, л/с на 1 га при α=1
		начало	конец		
Третий гидромодульный район (III-й ГМР)					
1	1350	21.IV	21.V	31	0,50
2	1400	22.V	15.VI	25	0,65
3	1400	16.VI	6.VII	21	0,77
4	1400	7.VII	22.VII	16	1,01
5	1400	23.VII	8.VIII	17	0,95
6	1400	9.VIII	29.VIII	21	0,77
7	1400	30.VIII	25.IX	27	0,59
М вегетационного периода нетто 7520, брутто поля 9750 м ³ /га					

Однако, как показали результаты наших исследований, в производственных условиях рекомендованные режимы орошения (сроки, нормы, количество поливов) не соблюдаются.

Основные показатели и структура полива напуском люцерны на варианте «Производственный» (контроль), по годам исследований, приводятся в таблице 4.8.

При поливе напуском люцерны в условиях 2014 года на варианте («Производственный или хозяйственный полив» - контроль), поливы организовывались и проводились (4 поливов вместо 7 запланированных), по усмотрению поливальщиков хозяйства проведено с большой поливной нормой от 1555 до 1975 м³/га. «На этом варианте оросительная норма составила 6880 м³/га, а поверхностный сброс варьировался от 22 до 27% от объема поданной нормы.

Полевые опыты, проведенные в условиях 2015 года показали, что первый полив организован (по усмотрению хозяйства) 10 июня с фактической поливной нормой 1760 м³/га, при этом влажность почвы перед поливом составила 59,0 % от НВ и поверхностный сброс – 18%» [12, с.19]. Установлено, что в производственных условиях, поливы проведены растянутыми промежутками между поливами с большими поливными нормами. Кроме таких агротехнических нарушений, также является недопустимым проведение поливов на уровне влажности почвы – 59% от НВ, что способствовало получению низкого урожая сена люцерны. Такая картина наблюдалась при проведении других поливов. На этом варианте, за вегетацию люцерны поливы проведены 4 раза, при этом между поливами продолжительность составила 30-37 дней и оросительная норма за вегетацию составила 7026 м³/га, а поверхностный сброс изменился от 18 до 25%, от объёма поданной воды.

Учеты и наблюдения за процессом организации поливов люцерны в хозяйственных условиях 2016 года (Вариант «Производственный - контроль») показали, что за вегетацию со 2 июня по 5 октября, проведены 5 поливов, с большими межполивными периодами от 25 до 35 дней. Перед поливами влажность почвы изменилась от 60,2 до 67,2 % от НВ, что является относительно низкой для оптимального водоснабжения растений, и фактором сдерживания роста, развития и продуктивности люцерны. Фактические поливные нормы составили от 1105 до 1835 м³/га, а оросительная норма за вегетацию люцерны составила 7440 м³/га при схеме 1-1-1-1-1.

Таблица 4.8. Структура полива напуском люцерны на варианте «Производственный (контроль)»

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	Итого
Опыт 2014 года								
«Сроки полива	7.06	5.07	11.08	20.09				1-1-1-1
Межполивной период, сутки	28	37	40					
Фактическая предполивная влажность почвы, % НВ	64,2	66,5	64,0	59,1				
Фактическая поливная норма, м ³ /га	1645	1975	1705	1555				6880
Поверхностный сброс, %» [12, с.10, 133, с.98].	22	27	27	21				
Опыт 2015 года								
«Сроки полива	10.06	10.07	13.08	19.09				1-1-1-1
Межполивной период, сутки	30	34	37					
Фактическая предполивная влажность почвы, % НВ	59,0	61,5	62,1	64,4				
Фактическая поливная норма, м ³ /га	1760	1855	1945	1466				7026
Поверхностный сброс, %» [12, с.10, 133, с.98].	18	25	24	21				
Опыт 2016 года								
«Сроки полива	2.06	27.06	2.08	1.09.	5.10			1-1-1-1-1
Межполивной период, сутки	25	35	30	35				
Фактическая предполивная влажность почвы, % НВ	65,5	67,2	61,1	63,5	60,2			
Фактическая поливная норма, м ³ /га	1285	1730	1485	1835	1105			7440
Поверхностный сброс, %»[12, с.10, 133, с.98].	21	30	25	29	22			

4.3. Оптимизация режима водоподачи при дождевании и сравнительная оценка способов полива люцерны

Для сравнительной оценки способов полива люцерны напуском и дождеванием, многолетние исследования проведены по одноимённой схеме в одних и тех же почвенно-климатических условиях Центрального Таджикистана. При поливе люцерны напуском, сроки, нормы и количество поливов приняты в соответствии с существующими рекомендациями для III-го гидромодульного района. С целью оптимизации нормы водоподачи и рационализации режима орошения люцерны при дождевании, сопоставляли 5 вариантов с различными расчетными нормами оросительной воды: 2000; 3000; 4500; 5500 и 7000 м³/га.

Результаты исследований, проведенных в условиях 2014 года показали, что при поливе напуском вместо запланированных (согласно существующим рекомендациям) 7 поливов и оросительной нормы – 9759 м³/га, при проведении 4 поливов, фактически оросительной нормой составляет 6880 м³/га. При таком режиме орошения средняя поливная норма брутто составила 1720 м³/га и получено 170,4 ц/га урожая сена люцерны. Если подсчитать удельные затраты воды на 1 центнер сена люцерны, то она будет максимальной - 40,4 м³/ц.

Сравнительная оценка вариантов «водоподачи» при дождевании показала, что в условиях 2014 года за вегетацию люцерны проведены 16 поливов, фактическая оросительная норма по вариантам варьировалась от 1990 до 6425 м³/га. При этом урожайность сена люцерны повысилась от 133,0 до 261,5 ц/га. Выявлено, что с повышением нормы водоподачи при дождевании люцерны, урожайность зелёной массы и сена повышается, между ними существует положительная корреляционная связь и её уравнение описывается прямой линией (уравнение первого порядка). Наибольший урожай люцерны при дождевании получен (229,2, 254,4, 261,5) на вариантах с нормами водоподачи 3940, 4910, 6425 м³/га, соответственно (табл. 4.9.).

Таблица 4.9. «Влияние способов полива и режима водоподачи на удельный расход воды и урожай сена люцерны, (Опыт 2014 г.)» [105, с.210].

«Элементы учета	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4М	0,6М	0,8М	М	1,3М
Количество поливов	шт	7/4	16	16	16	16	16
Оросительная норма, расчетная	м ³ /га	9750	2000	3000	4500	5500	7000
Оросительная норма, фактическая	м ³ /га	6880	1990	2755	3940	4910	6425
Средняя поливная норма	м ³ /га	1720	124	172	246	307	402
Урожай сена люцерны	ц/га	170,4	133,0	172,8	229,2	254,4	261,5
Разница в урожае сена относительно «дождевание»	ц/га	-84,0	-121,4	-81,6	-25,2	0	+7,1
	%	-33,0	-47,7	-32,1	-9,9	0	+2,8
Удельные затраты воды на 1 ц сена люцерны» [105, с.210].	м ³ /ц	40,4	15,0	15,9	17,2	19,3	24,6

Климатические условия 2015 года (люцерна 2-го года стояния) были схожими с 2014 годом. В течение вегетации, то есть от 1 марта по 20 октября 2015 года, при поливах напуском люцерны, фактической оросительной нормой составило 7026 м³/га при 4 поливов и это способствовало получению 192 центнер урожая сена люцерны из 1 гектара.

По результатам исследований выявлено, что при орошении люцерны способам дождевания за вегетационный период проведены 16 поливов с поливными нормами от 140 до 420 м³/га. Фактическая поливная норма, в изученных вариантах опыта, варьировалась от 2245 до 6615 м³/га. Такой диапазон «водоподачи» при дождевании способствовала формированию урожая сена люцерны от 154,7 до 301,1 ц/га. Анализ показал, что если при поливе напуском удельные затраты воды на 1 центнер сена люцерны составила 36,6 м³/ц, то при дождевании, в зависимости от нормы водоподачи,

они варьировались от 14,51 до 22,0 м³/ц. Полученные результаты и соответствующие расчеты представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10. «Влияние способов полива и режима водоподачи на удельный расход воды и урожай сена люцерны (Опыт 2015 г.)» [105, с.210].

«Элементы учета	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4М	0,6М	0,8М	М	1,3М
Количество поливов	Шт	7/4	16	16	16	16	16
Оросительная норма, расчетная	м ³ /га	9750	2000	3000	4500	5500	7000
Оросительная норма, фактическая	м ³ /га	7026	2245	3035	4415	5545	6615
Средняя поливная норма	м ³ /га	1405	140	190	276	347	420
Урожай сена люцерны	ц/га	192,0	154,7	196,7	262,0	287,0	301,1
Разница в урожае сена	ц/га	-95,0	-132,3	-90,3	-25,5	0	+14,1
относительно «дождевания»	%	-33,1	-46,1	-31,6	-8,9	0	+5,0
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [105, с.210].	м ³ /ц	36,6	14,51	15,43	16,85	19,3	22,0

В условиях полевых экспериментов 2016 года (люцерна 3-го года стояния), при поливе напуском, фактически проведены 5 поливов (по расчету 7 поливов) и сумма поливных норм (оросительная норма за вегетацию) составила 7440 м³/га и это позволило получить 183,7 ц/га урожая сена люцерны.

Доказано, что при способе полива люцерны дождеванием, эффективность водопользования и продуктивность повышается. При 18 проведенных поливах за вегетацию люцерны, по вариантам опыта, фактическая водоподача изменилась от 2072 м³/га (вариант 0,4.М) до 7155 м³/га (вариант 1,3.М). Выявлено, что в 3-м году стояния люцерны урожай

сена (284,5 ц/га) имеет тенденцию к снижению, по отношению ко второму году стояния (301,1 ц/га). Полученные результаты за 2016 год и сравнительные показатели использования воды при поливе напуском и дождеванием, а также зависимости урожая сена люцерны от нормы водоподачи представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11. «Влияние способов полива и режима водоподачи на удельный расход воды и урожай сена люцерны» (опыт 2016 г.)

«Элементы учета	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4·М	0,6·М	0,8·М	М	1,3М
Количество поливов	шт	7/5	18	18	18	18	18
Оросительная норма, расчетная	м ³ /га	9750	2000	3000	4500	5500	7000
Оросительная норма, фактическая	м ³ /га	7440	2072	2945	4143	5280	7155
Средняя поливная норма	м ³ /га	1488	115,1	163,6	230,2	293,3	397,5
Урожай сена люцерны	ц/га	183,7	148,0	185,6	259,2	279,1	284,5
Разница в урожае сена относительно дождевания»	ц/га	-95,4	-131,1	-93,5	-19,9	0	+5,4
	%	-34,2	-47,0	-33,5	-7,1	0	+1,9
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны [105, с.210]	м ³ /ц	40,5	14,0	15,9	16,0	18,9	25,2

4.4. Влияние способов полива на продуктивность люцерны.

Результаты исследований показали, что при поливе напуском за вегетацию, в среднем из трёх лет исследований, при 5 проведенных поливах фактическая норма орошения в среднем составила 7115 м³/га. Такой режиме орошения люцерны, из-за растянутости межполивных периодов, почвенная влага уменьшается до 50-60% от НВ. Это обуславливает создание дефицита (нехватки) влаги на корнеобитаемом слое почвы. Выявлено, что при поливах люцерны большими нормами (1423 м³/га), снижается эффективность проведения поливов, при этом поверхностный сброс достигает до 40%, от объема поданной воды. Такой режим орошения люцерны не может создать оптимальные водно-воздушные условия почвы для роста и развития растений. В свою очередь, это приводит к получению минимальных урожаев (182,0 ц/га) люцерны (табл.4.12.).

Таблица 4.12. «Влияние способов полива и режима водоподачи на удельный расход воды и урожай сена люцерны, (в среднем, за 2014-2016 гг.)» [111, с.142].

«Элементы учета	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4·М	0,6·М	0,8·М	М	1,3М
Количество поливов	Шт	7/4	18	18	18	18	18
Оросительная норма, расчетная	м ³ /га	9750	2000	3000	4500	5500	7000
Оросительная норма, фактическая	м ³ /га	7115	2102	2912	4166	5245	6732
Средняя поливная норма	м ³ /га	1581	116,8	161,8	231,4	291,4	374,0
Урожай сена люцерны	ц/га	182,0	145,2	185,0	250,1	273,5	282,3
Разница в урожае сена, относительно варианта «дождеванием»	ц/га	-91,5	-128,3	-88,5	-23,4	0	+8,8
	%	-33,4	-46,9	-32,4	-8,6	0	+3,2
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [111, с.142]	м ³ /ц	39,1	16,4	15,7	16,7	19,2	23,8

Исследование по установлению зависимости между оросительной нормой и урожайности сена люцерны и оптимизации минимального порога снижения нормы воды, которая не существенно повлияла бы на уровень урожайности люцерны показали, что при дождевании поливы проводились в среднем 18 раз с нормами 116,8 - 374 м³/га, а фактическая оросительная норма варьировалась, соответственно 2102-6732 м³/га. При таком режиме орошения формировался урожай сена люцерны от 145,2 до 282,3 ц/га.

Результаты по учёту урожайности сена люцерны показали, что при поливе напуском произведены в первый год стояния 3-4 укоса, во второй и третий год стояния 4-5 укосов.

На примере полевых опытов 2015 года наблюдается формирование урожайности люцерны в разрезе укосов в зависимости от способов полива (напуском и дождеванием). При первом укосе люцерны не зависимо от способов орошения её урожайность имеет максимальное значение (таблица 4.13.) Выявлено, что с переходом от первого укоса к последующим урожайность сена люцерны уменьшается.

Таблица 4.13. Влияние способа полива и нормы орошения на продуктивность люцерны в условиях Центрального Таджикистана, опыт 2015г.

№	Вариант опыта	Урожай сена люцерны по укосам, ц/га				Итого
		1-й	2-й	3-й	4-й	
1.	Бороздковый полив (контроль)	101,0	48,1	42,9	-	192,0
2.	Дождевание нормой- 0,4М	76,0	28,8	23,9	26,0	154,7
3.	Дождевание нормой- 0,6М	91,0	41,2	33,1	31,4	196,7
4.	Дождевание нормой- 0,8М	102,1	70,0	50,2	39,7	262,0
5.	Дождевание нормой- М	108,4	77,5	57,1	44,0	287,0
6.	Дождевание нормой- 1,3М	106,3	89,8	55,2	49,8	301,1

Результаты учета урожайности сена люцерны, в зависимости от оросительной нормы по годам проведения исследований, представлены в таблице 4.14.

**Таблица 4.14. «Влияние способа полива и нормы орошения на урожайность сена люцерны в условиях Центрального Таджикистана»
2014-2016гг. [111, с.142]**

№	«Варианты опыта	Урожай сена люцерны по годам, ц/га			В среднем
		2014	2015	2016	
1	Полив напуском (контроль)	170,4	192,0	183,7	182,0
2	Дождевание нормой- 0,4 М	133,0	154,7	148,0	145,2
3	Дождевание нормой- 0,6 М	172,8	196,7	185,6	185,0
4	Дождевание нормой- 0,8 М	229,2	262,0	259,2	250,1
5	Дождевание нормой - М	254,4	287,0	279,1	273,5
6	Дождевание нормой- 1,3М» [111, с.142].	261,5	301,1	284,5	282,3
	НСР ₀₅ , ц/га	36,1	38,3	31,0	35,1

Выявлено, что поливы люцерны нормой 6732 м³/га (дождевание) урожай сена люцерны повышают и его максимальное значение достигает – 282,3 ц/га, а при поливе напуском с нормами 7115 м³/га, составило – 182 ц/га.

Сравнительный анализ способов полива люцерны показал, что при поливе напуском по сравнению с дождеванием урожай сена люцерны уменьшается на 35,5% или 100,3 ц/га.

Дисперсионный анализ полученных данных и экономические расчеты подтвердили, что при поливах по вариантам М (существующая норма), 1,3М (норма, увеличенная на 30%) и 0,8М (норма, уменьшенная на 20%), разница в урожае сена люцерны оказались не существенной и она статистически не доказывается.

Таким образом, оптимальным, с экономической точки зрения, выгодным

вариантом орошения люцерны при дождевании является поливы нормой 4166 м³/га, и это способствует повышению урожайности сена люцерны на 68,1 ц/га и экономии оросительной воды на 2949 м³/га, или 41,4%, по отношению к поливу напуском. При поливе напуском удельные затраты воды на 1 центнер сена люцерны составила 39,1 м³/ц, а при дождевании составила 16,7 м³/ц.

По результатам изучения влияние степени водообеспеченности посевов при дождевании люцерны на её урожайность, выявлено, что снижение оросительной нормы на 20, 40, 60% приводит уменьшению урожая люцерны, на 8,6, 32,4 и 46,9% соответственно, а повышение норма орошение на 30%, приводит к увеличению урожая люцерны всего лишь на 3,2 %. Рациональным режимом орошения по условиям оптимальной влагообеспеченности при дождевании - является предполивная влажность почвы не ниже 75-80% от НВ.

Основные выводы:

1. Экономически целесообразным вариантом орошения люцерны в условиях Центрального Таджикистана, является способ полива дождеванием с оросительной нормой 4166 м³/га, и это способствует повышению урожайности сена люцерны на 68,1 ц/га и экономии оросительной воды на 2949 м³/га, или 41,4%, по отношению к поливу напуском. При дождевании и поливе напуском, удельные затраты оросительной воды составляет 16,7 и 39,1 м³/ц на единицу урожая сена люцерны.

2. Уменьшение нормы орошения (оросительной нормы) на 20, 40, 60% приводит к снижению урожая люцерны, соответственно, на 8,6, 32,4 и 46,9%, а увеличение оросительной нормы на 30%, приводит к повышению урожая люцерны всего лишь на 3,2 %. Рациональным режимом орошения при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 75-80% от наименьшей влагоемкости является самым оптимальным вариантом влагообеспеченности при дождевании.

3. Технологии полива люцерны дождеванием обеспечивают равномерность полива, стабильную водоподачу, повышает продуктивность люцерны, снижает непроизводительные потери воды, сэкономят оросительную воду, исключают ирригационную эрозию и повышает производительность труда поливальщика.

4. Установленная закономерность между степенью водобеспеченности и урожайностью сена люцерны при дождевании, в пределах от 0,4 до 1,3М служат для планирования и разработки стратегии рационального использования водно-земельных ресурсов в условиях Центрального Таджикистана.

4.5. Водный баланс люцернового поля при различных способах полива

Вопросы техники и технологии орошения сельскохозяйственных культур, в комплексе систем мероприятий по высокоэффективному использованию агротехнического, биоклиматического и биологического потенциала, приобретают существенное значение.

Способ полива дождеванием люцерны считается прогрессивным. В зонах, отличающихся дефицитом водных и земельных ресурсов, дождевание является перспективным, особенно, использование его для полива кормовых и других культур.

Дождевание позволит значительно увеличить продуктивность люцерны, и обеспечить кормовую базу животноводства, тем самым способствует решению продовольственной безопасности страны.

В условиях Таджикистана, люцерна занимает первое место после риса и цитрусовых по водопотреблению. Высокое потребление воды при выращивании люцерны обусловлено продолжительностью вегетационного периода, который составляет от 210 до 260 дней, а также формированием большой массы надземных и подземных органов на большой площади листьев, что увеличивает транспирацию растения.

Изучение суммарного испарения, выявление водопотребления люцерны,

в зависимости от способов орошения, и её продуктивности имеет важное научно-практическое значение.

Суммарное испарение (водопотребление). Составляющими суммарного испарения (эвапотранспирация, суммарное водопотребление, общее водопотребление, водопотребление, общий расход воды) являются транспирация растений и физическим испарением с поверхности почвы. Суммарное испарение (Е) в условиях автоморфного режима залегания грунтовых вод, складывается из использования люцерной влаги из оросительной нормы, выпавших атмосферных осадков и запасов почвы в течение вегетационного периода. В Таджикистане, люцерна, по потреблению воды, занимает первое место после риса и цитрусовых, что вызвано продолжительным вегетационным периодом, формированием большой площади листовой поверхности и многоукосностью. Опыт показал, что у люцерны нет ясно выраженных критических периодов, наибольшая потребность в поливах бывает к моменту бутонизации, что связано с быстротой отрастания зелёной массы после укосов в середине межукосного периода, У люцерны кривая суммарного испарения имеет многовершинный характер, что отмечалось раньше [44, с.43-45, 45, с.37-39, 46, с.25-28, 47, с.17-19]. Она постепенно нарастает после появления всходов (или отрастания) и снижается после каждого укоса.

Люцерна первого года произрастания в Гиссарской долине, имеет пять максимумов в потреблении воды. Каждый из них соответствует предукосному периоду, когда у неё появляются единичные цветы. Причём в последней пятидневке межукосного периода среднесуточное испарение почти всегда ниже, чем в предыдущей, что, по-видимому, обусловлено ухудшением световых условий внутри посева, за счёт формирования большой площади листьев и биомассы в целом. Из общего расхода воды, люцерна года посева меньше всего расходует воды в пятом межукосном периоде - 9,9, затем в первом - 18,6, при остальных укосах - 21,4-25,5%. [46, с.25-28, 59, с.17-19].

По Х. Д. Домуллоджанову [49, с.90], за вегетацию, среднесуточные суммарные испарения составляют $38,6 \text{ м}^3$. Во втором году жизни суммарное испарение, как и продолжительность вегетационного периода, и урожайность люцерны, выше, чем в первый и третий годы. Отмечается шесть максимумов расхода воды, каждый из которых приходится на предукосный период. Из валового расхода воды люцерной второго года стояния, наибольшие величины (по 22,8%) приходятся на четвёртый и пятый мажукосный периоды, а минимальные (9,8%) - в первый и шестой. Во второй год, за вегетацию люцерны расходует 47,8, в третий - $39 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

В условиях Вахшской долины, в связи с более продолжительным безморозным периодом и высокой теплообеспеченностью, число укосов на один больше, чем в Гиссарской долине, что сопровождается ростом расхода воды за вегетацию и урожайностью люцерны.

Известно, что сумма расходов влаги на транспирацию растением (E_T) и физическое испарение (испарение почвой) - E_{Π} составляет суммарное испарение или суммарное водопотребление люцерны:

$$E = E_T + E_{\Pi} \quad (4.2)$$

Доли испарения с почвы E_{Π} и транспирации E_T определить в водопотреблении сложно, поэтому определяют их обычно, как единое целое.

Существует многие методов для определения суммарного испарения. Экспериментальный метод является, самым лучшим и надежным методом определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, то есть путем получения фактических данных, проведения полевых опытов и составлением водного баланса орошаемого массива. «Для этого используются водно-балансовое уравнение для орошаемого поля:

$$E = \mu P + M + W_p + W_{гр} + W_{сб} \quad (4.3)$$

Здесь: E – эвапотранспирация (общее водопотребление), мм;

μP – атмосферные осадки, мм;

μ – коэффициент эффективности атмосферных осадков;

M – оросительная норма, мм;

$W_{гр}$ – запас влаги за счет грунтовых вод, мм;

$W_{сб}$ – потери воды на поверхностный и глубинный сброс, мм.

W_p – влагозапас, используемое растением из корнеобитаемого слоя почвы, мм:

$$W_p = W_n - W_k \quad (4.4)$$

где: W_n и W_k – запас воды в начале и конце вегетационного периода, мм;

$W_{гр}$ – подпитывание корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами, мм;

$W_{сб}$ – потери оросительной воды на поверхностный и глубинный сброс, мм.

В условиях глубокого залегания грунтовых вод (III- гидромодульный район) суммарное водопотребление люцерны складывается с использованием влаги из запасов почвы, осадков и оросительной нормы и определяется формулой: » [111, с.142]

$$E = \mu P + M + W_p \quad (4.5)$$

В 2014-2016гг проведены специальные исследования для изучения элементов водного баланса люцернового поля, в зависимости от поливного режима типичных сероземов Гиссарской долины.

В процессе исследований, подробно изучены основные водно-физические свойства почвы (объемная и удельная масса почвы, водопроницаемость, предельно-полевая влагоемкость, гигроскопичность, порозность почвы). В течение всей вегетации, до и после полива, до глубины 0-200см постоянно определялась влажность почвы термостатно-весовым методом.

По данным метеостанции «Гиссар», полученные сумма осадков, использование почвенной влаги в условиях опыта определены величина фактически оросительной нормы, как определена разность влаги в начале и конце вегетации люцерны.

В условиях опыта 2014 года, использование почвенной влаги, по вариантам опыта, варьировался от 0,9 до 18,5 %, от суммарного водопотребления люцерны. «Использование влаги» зависит от срока проведения последнего полива и уровня предполивной влажности почвы (табл. 4.15.).

Таблица 4.15. Элементы водного баланса и суммарное водопотребление люцерны, опыт 2014г.

Элементы водного баланса	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4М	0,6М	0,8М	М	1,3М
«Запас влаги в слое 0-200 см почвы в начале вегетации (1 марта 2014г.)	м ³ /га	5990	5990	5990	5990	5990	5990
Запас влаги в слое 0-200 см почвы в конце вегетации (20 октября)	м ³ /га	5772	4985	5366	5482	5758	5906
Использование влаги из запасов почвы	$\frac{\text{м}^3/\text{га}}{\%}$	$\frac{218}{2,3}$	$\frac{1005}{18,5}$	$\frac{624}{10,7}$	$\frac{508}{7,4}$	$\frac{232}{3,1}$	$\frac{84}{0,9}$
Атмосферные осадки в вегетационный период	м ³ /га	$\frac{2422}{25,4}$	$\frac{2422}{44,7}$	$\frac{2422}{41,8}$	$\frac{2422}{35,2}$	$\frac{2422}{32,0}$	$\frac{2422}{27,1}$
Оросительная норма, фактическая	$\frac{\text{м}^3/\text{га}}{\%}$	$\frac{6880}{72,3}$	$\frac{1990}{36,7}$	$\frac{2755}{47,50}$	$\frac{3940}{57,35}$	$\frac{4910}{64,9}$	$\frac{6425}{71,94}$
Суммарное испарение	$\frac{\text{м}^3/\text{га}}{\%}$	$\frac{9520}{100}$	$\frac{5417}{100}$	$\frac{5801}{100}$	$\frac{6870}{100}$	$\frac{7564}{100}$	$\frac{8931}{100}$
Урожай сена	ц/га	170,4	133,0	172,8	229,2	254,4	261,5
Коэффициент водопотребления	м ³ /ц	55,9	40,7	33,6	30,0	29,7	34,2
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [111, с.143]	м ³ /ц	40,4	15,0	15,9	17,2	19,3	24,6

Примечание: Количество атмосферных осадков за период март – октябрь 2014 г. составило 484,5мм, при К=0,5, Р=242,2мм.

Доля оросительная вода в водном балансе составляет 36,7 до 71,94 %, от суммарного водопотребления, является основной элемент водного баланса люцернового поля. Фактические учеты оросительной воды за вегетацию люцерны показали, что при поливе напуском (вариант контроль – хозяйственный полив) доля в структуре суммарного водопотребление составила 72,3 % и оросительная норма составила 6880 м³/га.

Установлено, что при орошении люцерны способом дождеванием, по мере повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, увеличивается оросительная норма фактическая от 1990 до 6425 м³/га, при этом удельные затраты воды на получении 1 центнера сена люцерны варьировались от 15,0 до 24,6 м³/ц, а коэффициент водопотребления от 40,7 до 34,2 м³/ц, соответственно. Наибольшие затраты оросительной воды обнаружены при способе полива люцерны напуском, где удельные затраты воды на получении 1 центнера сена люцерны и коэффициент водопотребления составили, соответственно 40,4 и 55,9 м³/ц.

«Результаты исследований, проведенные в условиях 2015 года, показали, что в начале вегетации (1 марта 2015г.) запасы влаги составили в слое 0-200 см - 5840 м³/га, а в конце вегетации, в зависимости от способа полива и режима водоподачи, они изменились от 3815 до 5430 м³/га. По всем вариантам, использование почвенной влаги, определялось как разница между запасами влаги в слое 0-200 см почвы в начале и конце вегетации (20 октября 2015 г.)» [104, с.185]. Выявлено, что в структуре водного баланса, при дождевании люцерны, по мере повышения нормы водоподачи, уменьшается доля использования почвенной влаги, от 2025 до 410 м³/га, а в относительных величинах - от 36,1 до 4,9 % от суммарного испарения (суммарного водопотребления) люцерны (табл. 4.16.).

Атмосферные осадки, как один из элементов водного баланса за вегетационный период люцерны, составили 1345 м³/га и их доля в структуре водного баланса, в зависимости от вариантов опыта, изменялись от 13, 9 до 4,0 %.

**Таблица 4.16. Элементы водного баланса и суммарного
водопотребления люцерны, опыт 2015г.**

Элементы водного баланса	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4·М	0,6·М	0,8·М	М	1,3·М
«Запас влаги в слое 0-200 см почвы в начале вегетации (1 марта 2015г.)	м ³ /га	5840	5840	5840	5840	5840	5840
Запас влаги в слое 0-200 см почвы в конце вегетации (20 октября)	м ³ /га	4525	3815	4175	4665	5015	5430
Использование влаги из запасов почвы	м ³ /га	<u>1315</u> 13,6	<u>2025</u> 36,1	<u>1665</u> 27,5	<u>1175</u> 16,9	<u>825</u> 10,7	<u>410</u> 4,9
Атмосферные осадки за вегетационный период	м ³ /га	<u>1345</u> 13,9	<u>1345</u> 24,0	<u>1345</u> 22,2	<u>1345</u> 19,4	<u>1345</u> 17,4	<u>1345</u> 16,1
Оросительная норма, фактическая	<u>м³/га</u> %	<u>7026</u> 72,5	<u>2245</u> 40,0	<u>3035</u> 50,2	<u>4415</u> 63,7	<u>5545</u> 71,9	<u>6615</u> 79,0
Суммарное испарение	<u>м³/га</u> %	<u>9686</u> 100	<u>5615</u> 100	<u>6045</u> 100	<u>6935</u> 100	<u>7715</u> 100	<u>8370</u> 100
Урожай сена	ц/га	192,0	154,7	196,7	262,0	287,0	301,1
Коэффициент водопотребления	м ³ /ц	50,4	36,3	30,7	26,5	26,9	27,8
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [111, с.143].	м ³ /ц	36,6	14,5	14,5	16,8	19,3	22,0

Примечание: Количество осадков за период март - октябрь –269мм, при К=0,5, Р=134,5мм

Полевые опыты, проведенные в климатических условиях 2016 года показали, что в период вегетации люцерны атмосферных осадков выпало относительно меньше, чем в 2014 и 2015 годы и составило 104,5 мм или 1045 м³/га. В структуре водного баланса, атмосферные осадки варьировались от

10,4 до 19,8 %, от суммарного испарения. Такая картина наблюдается по величине запаса почвенной влаги в слое 0-200 см в начале вегетации (3 марта 2016 года) люцерны, и он составил 5710 м³/га (табл. 4.17.).

Таблица 4.17. Элементы водного баланса и суммарного водопотребления люцерны, опыт 2016г.

Элементы водного баланса	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4М	0,6М	0,8М	М	1,3М
«Запас влаги в слое 0-200 см почвы в начале вегетации (3 марта 2016г.)	м ³ /га	5710	5710	5710	5710	5710	5710
Запас влаги в слое 0-200 см почвы в конце вегетации (25 октября)	м ³ /га	4135	3562	3936	4715	5005	5426
Использование влаги из запасов почвы	м ³ /га	<u>1575</u> 15,6	<u>2148</u> 40,8	<u>1774</u> 30,8	<u>995</u> 16,1	<u>705</u> 10,0	<u>284</u> 3,3
Атмосферные осадки за вегетационный период	м ³ /га	<u>1045</u> 10,4	<u>1045</u> 19,8	<u>1045</u> 18,1	<u>1045</u> 16,9	<u>1045</u> 14,9	<u>1045</u> 12,3
Оросительная норма, фактическая	<u>м³/га</u> %	<u>7440</u> 74,0	<u>2072</u> 39,4	<u>2945</u> 51,1	<u>4143</u> 67,0	<u>5280</u> 75,1	<u>7155</u> 84,3
Суммарное испарение	<u>м³/га</u> %	<u>10060</u> 100	<u>5265</u> 100	<u>5764</u> 100	<u>6183</u> 100	<u>7030</u> 100	<u>8484</u> 100
Урожай сена	ц/га	183,7	148,0	185,6	259,2	279,1	284,5
Коэффициент водопотребления	м ³ /ц	54,8	35,6	31,1	23,8	25,2	29,8
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [111, с.143].	м ³ /ц	40,5	14,0	15,9	16,0	18,9	25,1

Примечание: Количество осадков за период март - октябрь –209 мм, при К=0,5, Р=104,5 мм.

Сопоставительный анализ водопользования показал, что при поливе люцерны напуском, фактическая норма орошения, которая соответствует существующим рекомендациям для производства, составила 7440 м³/га (вариант – контроль). При применении дождевания люцерны, в зависимости от заданных норм водоподачи, оросительная норма изменилась от 2072 до 7155 м³/га. Основной статьей водного баланса люцернового поля является оросительная норма, и доля её составляет от 39,4 (минимальный, не

обеспеченный режим водоподачи) до 84,3 % (максимальный, обеспеченный режим водоподачи).

Таблица 4.18. Элементы водного баланса и суммарного водопотребления люцерны, среднее за 2014-2016 годы.

Элементы водного баланса	Ед. изм.	Вариант опыта					
		Полив напуском	Дождевание				
			0,4М	0,6М	0,8М	М	1,3М
«Запас влаги в слое 0-200 см почвы в начале вегетации»	м ³ /га	5847	5847	5847	5847	5847	5847
Запас влаги в слое 0-200 см почвы в конце вегетации	м ³ /га	4811	4121	4493	4954	5260	5588
Использование влаги из запасов почвы» [111, с.143]	м ³ /га	1036	1726	1354	893	587	259
	%	10,6	31,8	23,1	13,4	7,9	3,0
Атмосферные осадки за вегетационный период	м ³ /га	1604	1604	1604	1604	1604	1604
	%	16,5	29,5	27,3	24,1	21,6	18,7
Оросительная норма	м ³ /га	7115	2102	2912	4166	5245	6732
	%	72,9	38,7	49,6	62,5	70,5	78,3
Всего:	м ³ /га	9755	5432	5870	6663	7436	8595
	%	100	100	100	100	100	100
Урожай сена	ц/га	182,0	145,2	185,0	250,1	273,5	282,3
Коэффициент водопотребления	м ³ /ц	53,6	37,4	31,7	26,6	27,2	30,4
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны	м ³ /ц	39,1	14,5	15,7	16,6	19,2	23,8

Результаты исследований по водному балансу люцернового поля показали, что суммарное испарение, в зависимости от способов орошения и степени режима водоподачи, изменяется в больших пределах (табл. 4.18).

Опыт показал, что у люцерны нет ясно выраженных критических периодов, наибольшая потребность в поливах бывает к моменту бутонизации, что связано с быстротой отрастания зелёной массы после укосов, в середине межукосного периода. У люцерны кривая суммарного испарения имеет многовершинный характер, что отмечалось раньше. Она

постепенно нарастает после фазы отрастания и снижается после каждого укоса.

Установлено, что снижение оросительной нормы люцерны при дождевании на 60, 40 и 20 % и повышение её на 30% от принятой нормы, способствует получению 145,2, 185, 250,1 и 282,3 ц/га урожая сена. Доказано, что снижение оросительной нормы люцерны при дождевании до 30 % не оказывает существенного влияния на показатели экономической эффективности и урожай сена люцерны.

На основании результатов трехлетних исследований (2014-2016 гг.) было установлено, что в контрольном варианте, где полив осуществлялось путем напуском, за вегетационный период общее испарение было максимальным - в среднем за 3 года исследований оно составило 9755 м³/га. А доля поливной воды в структуре общего водопотребления составляла в среднем 72,9%. При поливе люцерны способом дождевании, с увеличении режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, водопотребление (суммарное испарение) люцерны увеличивалось.

От метода полива (способом дождевание и напуском) зависят коэффициент водопотребления, варьируется от 12,1 (на варианте контроль) до 7,2 м³/с (вариант - дождевание). Выявлено, что с увеличением режима водоподачи способом дождеванием от 0,4М до 1,3М, уменьшается коэффициент водопотребления от 37,4 до 30,4 м³/ц. Выявлено, что наименьший коэффициент водопотребления составляет 26,6 м³/ц при уменьшении режим водоподачи на 20%.

Установлено, что удельный расход воды для орошения при производстве 1ц сена люцерны варьируется от 14,5 до 39,1 м³/с.

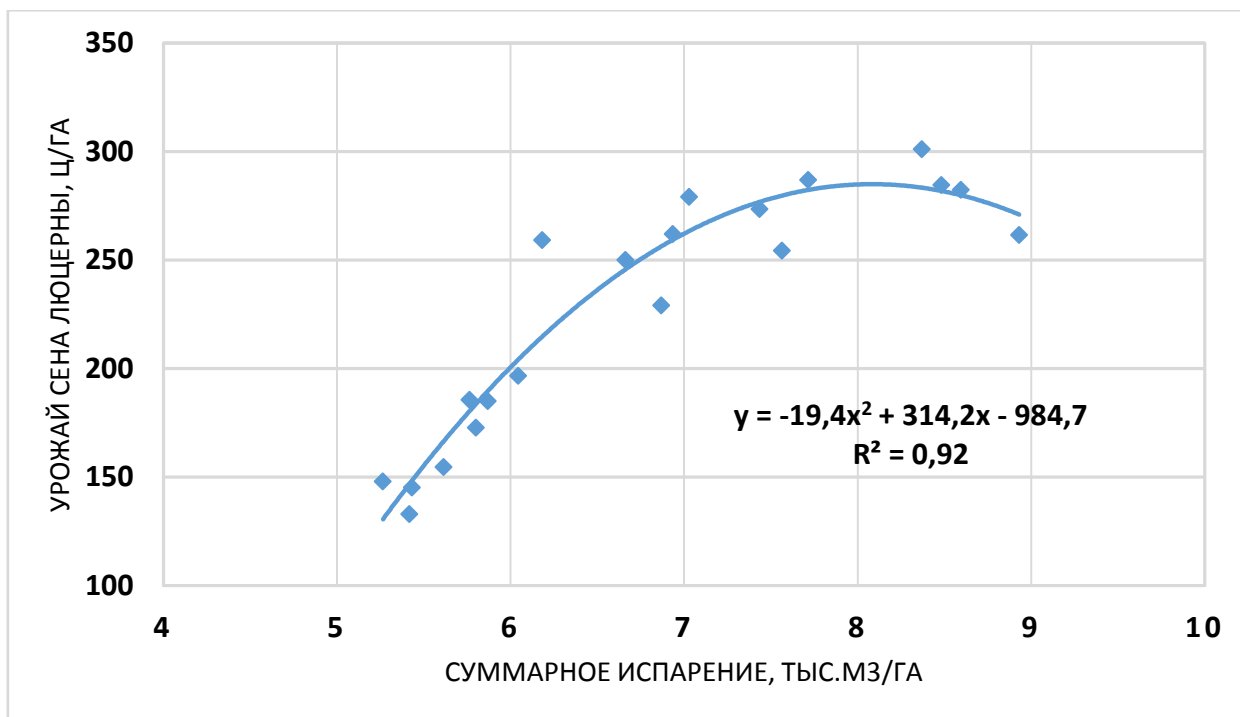


Рисунок 4.4. Зависимость урожая сена люцерны (Y, ц/га) от суммарного водопотребления (E, тыс. м³/га)

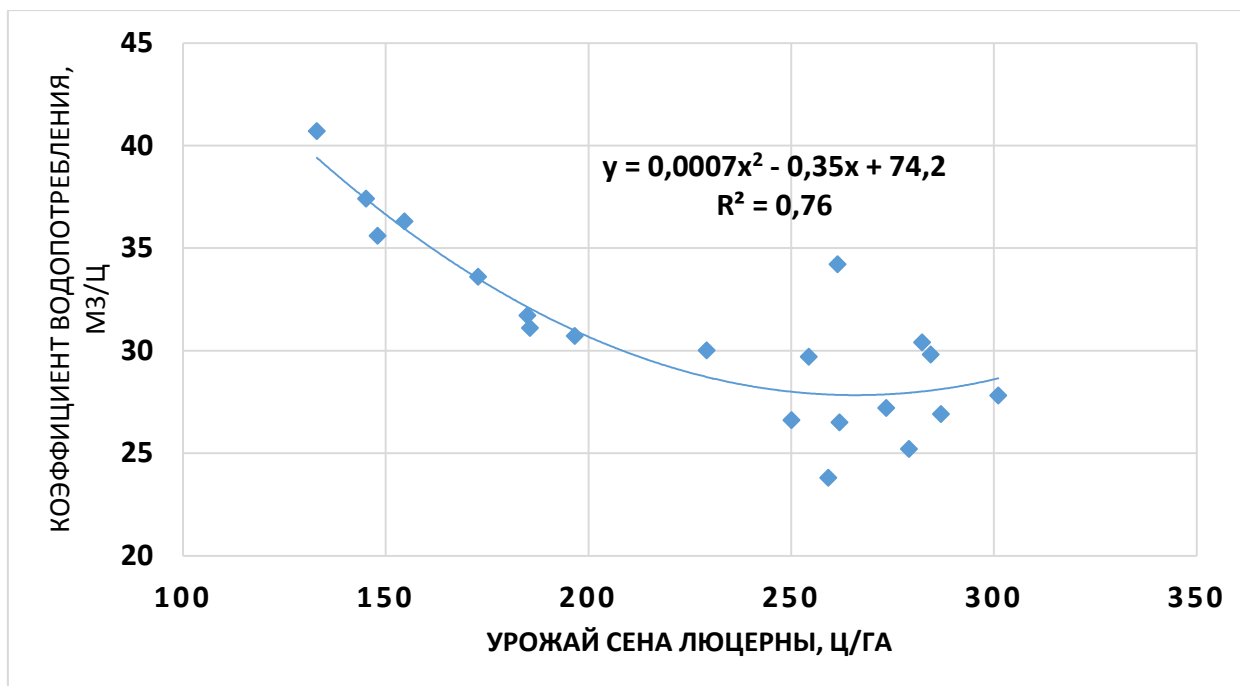


Рисунок 4.5. Зависимость коэффициента водопотребления (Kв, м³/ц) от урожая сена люцерны (Y, ц/га)

«В нашем опыте (рис. 4.4.), между урожаем сена люцерны и суммарным водопотреблением ($n=20$) найдена тесная ($R^2=0,92$) криволинейная связь, которая описалась уравнением параболы, имеющим вид:

$$Y = -19,4X^2 + 314,2X - 984,7 \quad (4.6)$$

Где: Y – урожай сена люцерны, ц/га;

X – суммарное водопотребление, тыс.м³/га.

С ростом урожая от 140 до 285 ц/га сена люцерны, суммарное водопотребление увеличивается от 5,2 до 8,0 тыс. м³/га, т.е. урожай повышается на 50,9 %, а суммарное водопотребление только на 35,0 %. В условиях Центрального Таджикистана рациональное суммарное водопотребление составляет 7,2 тыс м³ /га, при урожае 260 ц/га сена люцерны» [111, с.143].

«С ростом урожая сена люцерны уменьшается расход воды на единицу продукции (коэффициент водопотребления). Связь урожая с коэффициентом водопотребления ($R^2=0,76$) описалась уравнением, степенной функции, имеющим вид (Рис. 4.5.):

$$Y = 0,0007X^2 - 0,35X + 74,2 \quad (4.7)$$

Где: Y – урожай сена люцерны, ц/га;

X - коэффициент водопотребления, м³/ц.

На основании экспериментально установленных коэффициентов водопотребления для конкретных условий, можно легко рассчитать суммарное испарение по установленным эмпирическим уравнениям» [111, с.143].

4.6. Техничко-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка

На основе многочисленных исследований по технике и технологии орошения сельскохозяйственных культур (бороздковый полив, капельное, внутрпочвенное орошение, микродождевания: Х.Д. Домуллоджанов, Р. Рахматиллоев, Я.Э. Пулатов, Ш.Я. Пулатов, А. А. Акрамов, М. Ю. Храбров, Р. М. Муртазин, и др.) разработана рациональная схема модульного участка площадью около 8-10 гектаров. Для оптимизации основных параметров дождевания люцерны, нами поставлена задача - определить диаметры трубопроводов разного порядка (поливные, распределительные и магистральные), а также произвести выбор насосной установки для модульного участка, при оптимальном режиме водоподдачи люцерны.

Решение этой задачи носит технико-экономический характер и из различных вариантов, рассматриваемых диаметров считается оптимальным вариант, где приведённые затраты (Z_i) будут иметь минимальные значения.

«Приведённые затраты определяются по формуле:

$$Z_i = C_i + E_d K_i \rightarrow \min \quad (4.8)$$

Где: Z_i - приведенные затраты i -того варианта, сомони/га;

K_i - капитальные вложения i -того варианта, сомони/га;

E_d – нормативный коэффициент окупаемости, $E_d = 0,10$;

C_i - текущие затраты по тому же варианту, сомони/га;

За расчетную схему, для определения экономически выгодных диаметров труб и системы создания напора воды, принимаем стационарную оросительную сеть, со сторонами 250х400м, площади которых равны, соответственно, 10 гектарам» [113, с. 229] (рис. 4.6).

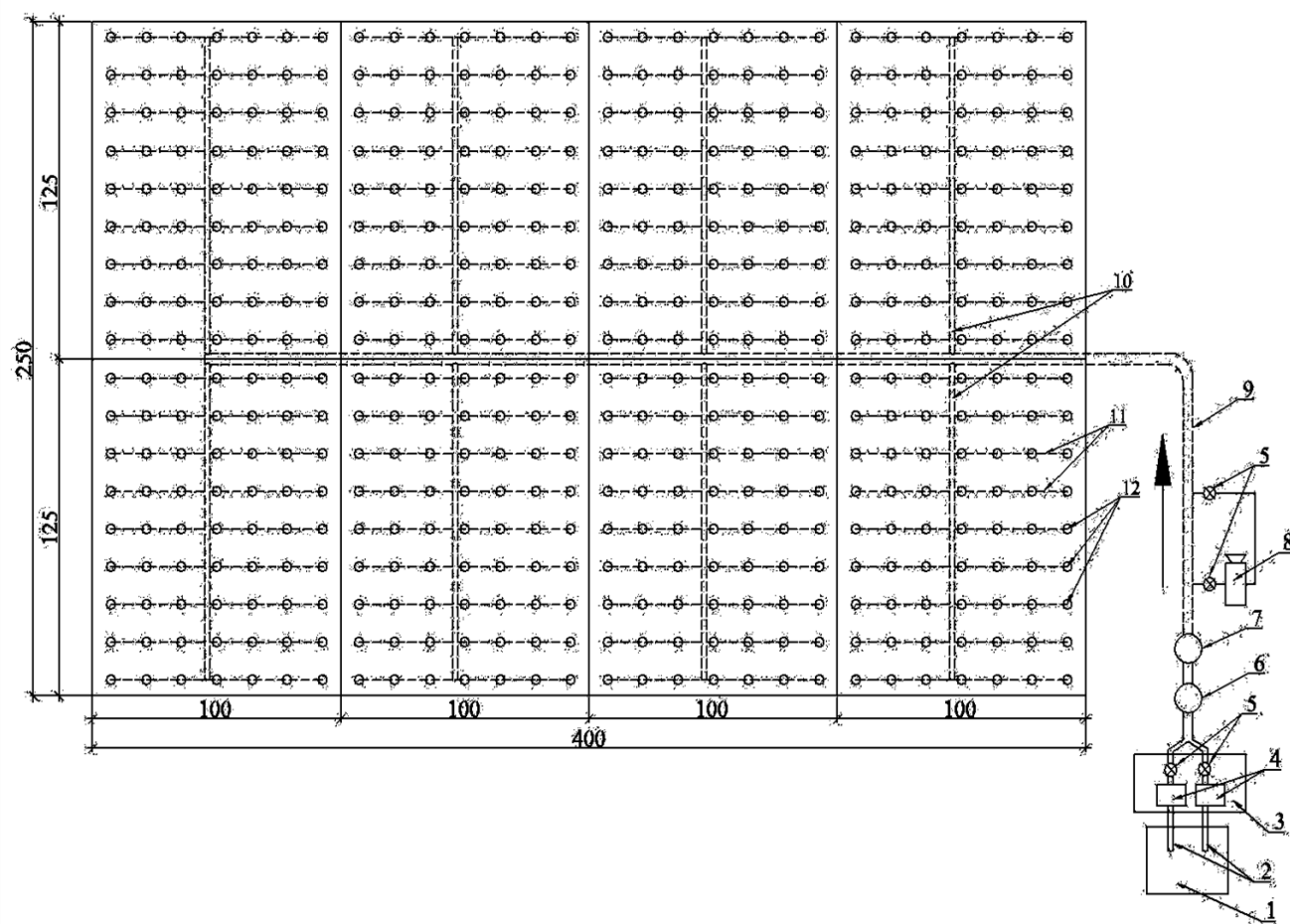


Рисунок 4.6. Принципиальная схема модульного участка стационарного дождевания люцерны

1-отстойник; 2-всасывающий трубопровод; 3-здание насосной станции; 4-насосный агрегат; 5-задвижки; 6-водомерное устройство; 7-манометр; 8-устройство для подачи удобрений; 9-магистральный трубопровод; 10-распределительный трубопроводы; 11-поливные трубопроводы; 12-дождевальная аппаратура.

Размеры модульного участка определяем исходя из площади дождевания одного дождевального аппарата, при их расположении по углам квадрата, длина сторон которых равна $L=1,42R$ (рис. 4.7) [42, с.71].

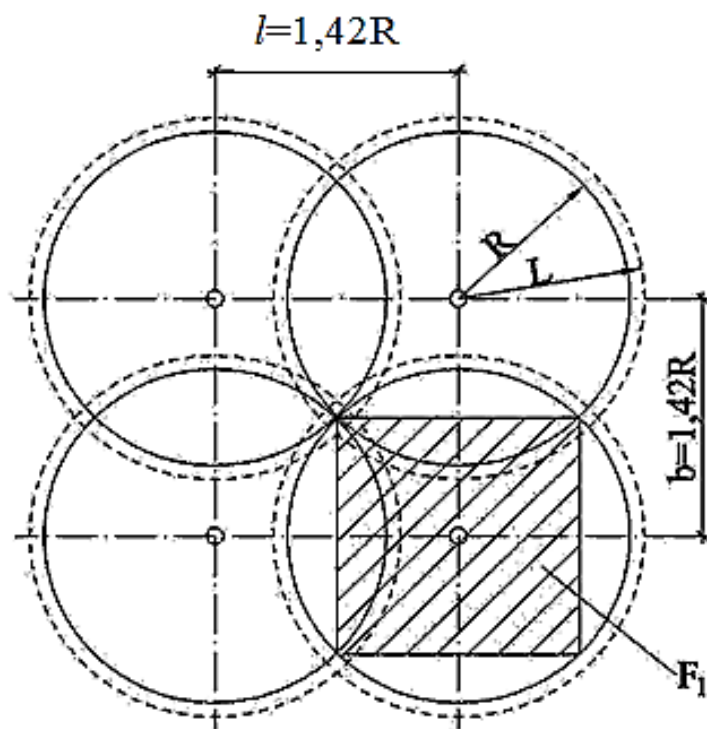


Рисунок 4.7. Принятая схема расположения дождевальных аппаратов
 R -расчетный радиус действия дождевателя, м; L -дальность полета струи, м;
 F -площадь полива с одной стоянки, m^2 .

«Для расчета капитальных затрат на строительство сети, приняты следующие условия:

- радиус дождевальными аппаратами - 10 м, уклон $i_r = 0,01$;
- расстояние между дождевального аппарата $L = 14,2m$;
- диаметры металлических труб для поливной, распределительной и магистральной сети – 42, 80, 114 и 132 мм;
- задвижки головные и промывные - чугунные $D_{усл.} = 132$ и 80мм;
- длина распределительных трубопроводов от 35 до 40 м;
- размер единичной карты полива не более 1,25 га;
- каждая единичная карта снабжена головной и сбросной задвижками
- полив для каждой секции ведется с продолжительностью 12 часов чистого времени, если мы проводим в сутки полив двух секций, то продолжительность поливов всех 8 секций может составлять трое суток только светового дня;

– для подачи удобрений предусматривается дозатор и металлический резервуар для смешивания удобрений, размещенных в голове системы» [113, с.230].

Для разбрызгивания воды, дождевальная установка оснащается разбрызгивателями марки 5022SD (супер диффузор) с регуляторами давления 4 бар (рис.4.8, табл.4.19.), имеющие усиленные стоечные трубопроводы. Расстояние между дождевальными аппаратами $L = 14,2$ метра друг от друга.

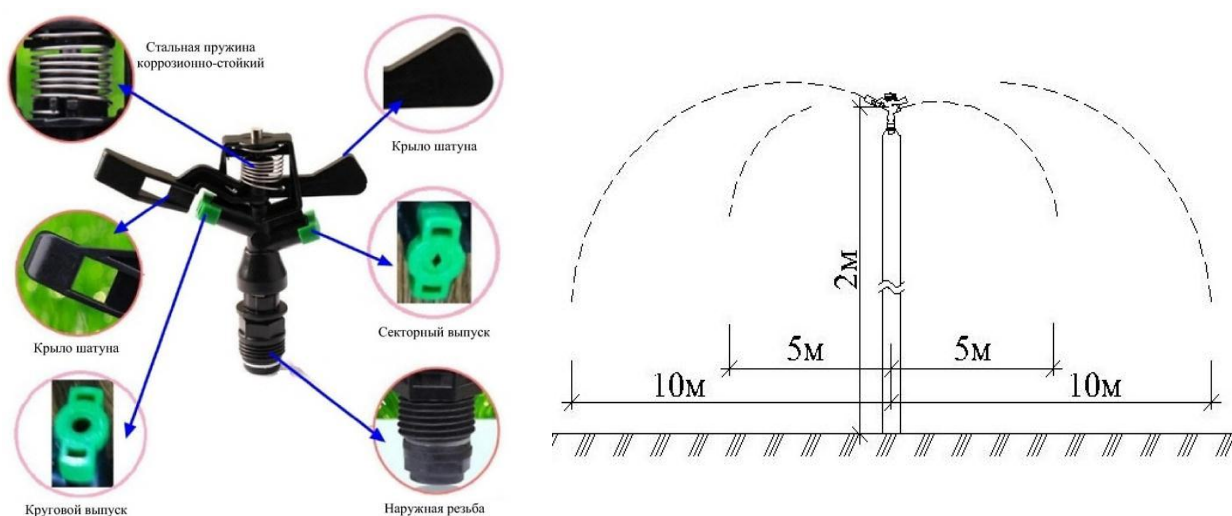


Рисунок 4.8. Схема усиленного дождевального аппарата на стоечных трубопроводах

Таблица 4.19. Таблица производительности дождевальной аппарат 5022SD

Цвет форсунки	Давление (бар)	Расход воды (л/с)	Диаметр орошения (м)	Расстановка, м
3,2 x 1,8 зеленый	4,0	0,970	20	14 x 14

Распределительная сеть системы дождевого орошения. Проектируемая оросительная система состоит из стоечных, поливных, распределительных и магистральных трубопроводов. Диаметры всех трубопроводов и требуемый напор насосной станции определен на основании гидравлических расчётов.

Сточные трубопроводы. Диаметр сточный трубопроводов определяем по формуле А. И. Богомолова и Ф.А. Шевелева [21, с.117, 128, с.32]:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (4.9)$$

где: Q-расход воды сточного трубопровода, м³/с;

v – скорость воды в трубопроводе, м/с.

Скорость воды в трубах определяется по формуле:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad (4.10)$$

Согласно стандарту труб по ГОСТ 10704-91 [34, с.2] сточные трубы запроектированы из металлических труб, принимаем диаметры Ду=18мм. Общая длина одной сточной трубы составляет 3м.

Потери напора, по длине сточных трубопроводов определяется по формуле:

$$h = 1,05\lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.11)$$

где: $\lambda = 124,6 \frac{n^2}{\sqrt[3]{d}}$ - коэффициент Дарси [21, с.85] определяют в зависимости от режима движения жидкости, степени шероховатости стенок, скорости движения жидкости и других факторов, влияющих на гидравлическое сопротивление;

L – длина трубопровода, м; d – диаметр трубопровода, мм.

Поливные трубопроводы. Поливный трубопровод запроектирован из металлических труб. Расчетный расход поливного трубопровода определяем по формуле:

$$Q_{п.т.} = n_{д.а.} \cdot Q_{д.а.}, \text{ л/с} \quad (4.12)$$

Где: $n_{д.а.}$ – количество дождевальных аппаратов в одной поливной трубе;

$Q_{д.а.}$ – расход воды одного дождевального аппарата, л/с.

Диаметр Ду=42мм определили по формуле (4.9). Потери напора, по длине поливного трубопровода, определяются по формуле (4.11). Общая

протяженность поливного трубопровода составляет 5904м. Поливный трубопровод укладывается в траншею с параметрами: глубина – 0,7 м, ширина по дну – 0,5м без откосов, основание – естественное и служит для подключения на него трубы стояка дождевого аппарата. Обратная засыпка траншей производится местным грунтом.

Распределительный трубопровод и распределительные узлы. В месте перехода магистрального трубопровода на распределительный, проектом предусматривается распределительный узел. Распределительный узел оснащается запорно-регулирующей и предохранительной арматурой (механические задвижки, воздушно-спускные и редуцирующие клапана).

Распределительные трубопроводы запроектированы из металлических труб.

Расчетный расход распределительного трубопровода, по частям, определяем по формуле:

$$Q_{р.т.} = n_{п.т.} \cdot Q_{п.т.}, \text{ л/с} \quad (4.13)$$

Где: $n_{п.т.}$ – количество соединяющих поливных труб на каждом участке распределительного трубопровода;

$Q_{п.т.}$ – расход воды поливной трубы, л/с.

В зависимости от расхода воды, распределительные трубопроводы разделяются на три части, с разными длинами 40, 35м. Диаметры каждой части распределительного трубопровода определился по формуле (4.9), равный на Ду=80, 114 и 132 мм. Потери напора в трубах определились по формуле (4.11). Общая протяженность распределительного трубопровода составляет 920м. Распределительный трубопровод укладывается в траншею с параметрами: глубина – 0,7м, ширина по дну – 0,5м без откосов, основание – естественное. Обратная засыпка траншей производится местным грунтом.

Магистральный трубопровод. Магистральный трубопровод запроектирован из металлических труб.

Расчетный расход магистрального трубопровода определяется по формуле:

$$Q_{\text{м.т.}} = \frac{Q_{\text{РТ}} \cdot \sum N_{\text{РТ}}}{8}, \text{ л/с} \quad (4.14)$$

Где: $\sum N_{\text{РТ}}$ - количество распределительных трубопроводов, которые работать одновременно и питающих из одного магистрального трубопровода.

Диаметр магистрального трубопровода определился по формуле (4.9) А. И. Богомолова [21, с.117], $D_y=132\text{мм}$. Потери напора в магистральном трубопроводе определился по формуле (4.11). Общая протяженность магистрального трубопровода составляет 400м. Магистральный трубопровод укладывается в траншею с параметрами: глубина – 0,7м, ширина по дну – 0,5м без откосов, основание – естественное. Обратная засыпка траншей производится местным грунтом. Для перепадов давления, в магистральном трубопроводе, в насосной станции запроектированы запорно-регулирующая и предохранительная арматура (задвижки, редуцирующие клапана и т.д.). Магистральный трубопровод оснащен водомерным счетчиком, манометром и устройством для подачи минеральных удобрений.

**Таблица 4.20. Потери напора по длине трубопроводов
модульного участка**

Наименование трубы		Диаметр, мм		Расход, м ³ /с	Скорость, м/с	Длина трубопровода, м	λ	Потери напор, м
		Внеш.	Внутр.					
Трубы стояка		18	16	0,00018	0,90	3	0,0836	0,67
Поливной трубопровод		42	40	0,00126	1.00	45	0,061572	3.73
Распределительный	трубопровод №3	80	76	0,00378	0.83	35	0,049713	0.90
	трубопровод №2	114	108	0,00756	0.83	40	0,044218	0.60
	трубопровод №1	132	127	0,01130	0.89	40	0,041893	0.56
Магистральный трубопровод		132	127	0,01130	0.89	400	0,041893	5.62
Итог потери напора								$\Sigma 12.09$

«Для смешивания удобрений, объем резервуара рассчитывается по формуле:

$$N = 1000 \frac{m_{\max} \cdot K_{\text{sum}} \cdot S}{C_M} \quad (4.15)$$

Где: $m_{\max} = 480 \text{ м}^3/\text{га}$ - суточная поливная норма, максимальная, $\text{м}^3/\text{га}$;

$K_{\text{sum}} = 0,587 \text{ м}^3/\text{га}$ - суммарная концентрация питательного раствора;

$S = 1,25$ – площадь, поливаемая одновременно, га;

$C_M = 0,2 \text{ г/л}$ - концентрация маточного раствора» [113, с.230].

Насосная станция систем дождевого орошения. Насосная станция принята наземного типа и предназначена для подачи воды в оросительную сеть. Расположение насосной станции – в помещении капитального или мобильного строения, или под навесом. Размер здания насосной станции – 3х4 метра. Оборудуется насосная станция двумя насосами 1К100-65-250 (или аналогами) производительностью по 90 $\text{м}^3/\text{час}$, при напоре 85м каждая, с щитами управления и мощностью электродвигателей 40кВт.

Условные обозначение: 1К 100-65-250

Где: 1- модификация;

К – консольный насос;

100 – диаметр входного патрубка, мм;

65 – диаметр патрубка на выходе, мм;

250 – условный диаметр рабочего колеса, мм.

Технические характеристики консольных насосов 1К 100-65-250 даны в таблице 4.21. Работа насосной станции – режимная. Водозабор насосов обвязывается с выходящими от существующего отстойника двумя стальными трубами диаметром 160мм. Для грубой очистки воды, перед подачей в сеть, в насосной станции запроектирована система гравийных фильтров с автоматической промывочной системой. Работа насосов – «под заливом».

Электрооборудование насосной станции: управление работой насосов осуществляется с щитов управления, установленных вблизи электродвигателя на конструкции. Щиты предусматривают защиту силовых сетей от коротких замыканий, защиту двигателя от перегрузки, защиту

двигателя от обрыва фаз и защиту цепи управления от коротких замыканий. Электроснабжение насосной станции производится от существующей комплектной трансформаторной подстанции, выполняются с соблюдением действующих электротехнических норм и правил. Распределение электроэнергии в насосной станции осуществляется от силового щитка. Освещение помещения насосной станции предусмотрено светильниками с лампой накаливания типа НСП 02, установленными на кронштейнах. Разводка питающей сети предусматривается кабелем с медной жилой марки ВВГ, в полиэтиленовых трубах по полу. Рабочее освещение помещения насосной станции предусмотрено потолочными светильниками с люминесцентными лампами типа ЛПО 02 с напряжением ~220В, с лампами мощностью по 40Вт. Для защиты персонала от поражения электрическим током, все металлические корпуса электрооборудования, нормально не находящиеся под напряжением, необходимо занулить. Контур зануления, выполненный из стали 3х40мм, соединить с нулевым проводом питающей сети. Ответвления от контура зануления к оборудованию, выполнить стальной лентой 3х25 мм.

Таблица 4.21. Технические характеристики консольных насосов 1К 100-65-250

Марки	Подача (номин.), м ³ /ч	Напор, м	Давление на входе в насос, кгс/см ² , не более	Мощность потребляемая насосом (макс.), кВт	Частота вращения, об/мин	Частота вращения, с ⁻¹	КПД насоса, %	Напряжение сети, В	Частота тока, Гц	Вид тока	Допускаемый кавитационный запас, м, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>1К 100-65-250</u>	100	80	3.5	40	2900	48	67	220;380	50	переменный	4.5

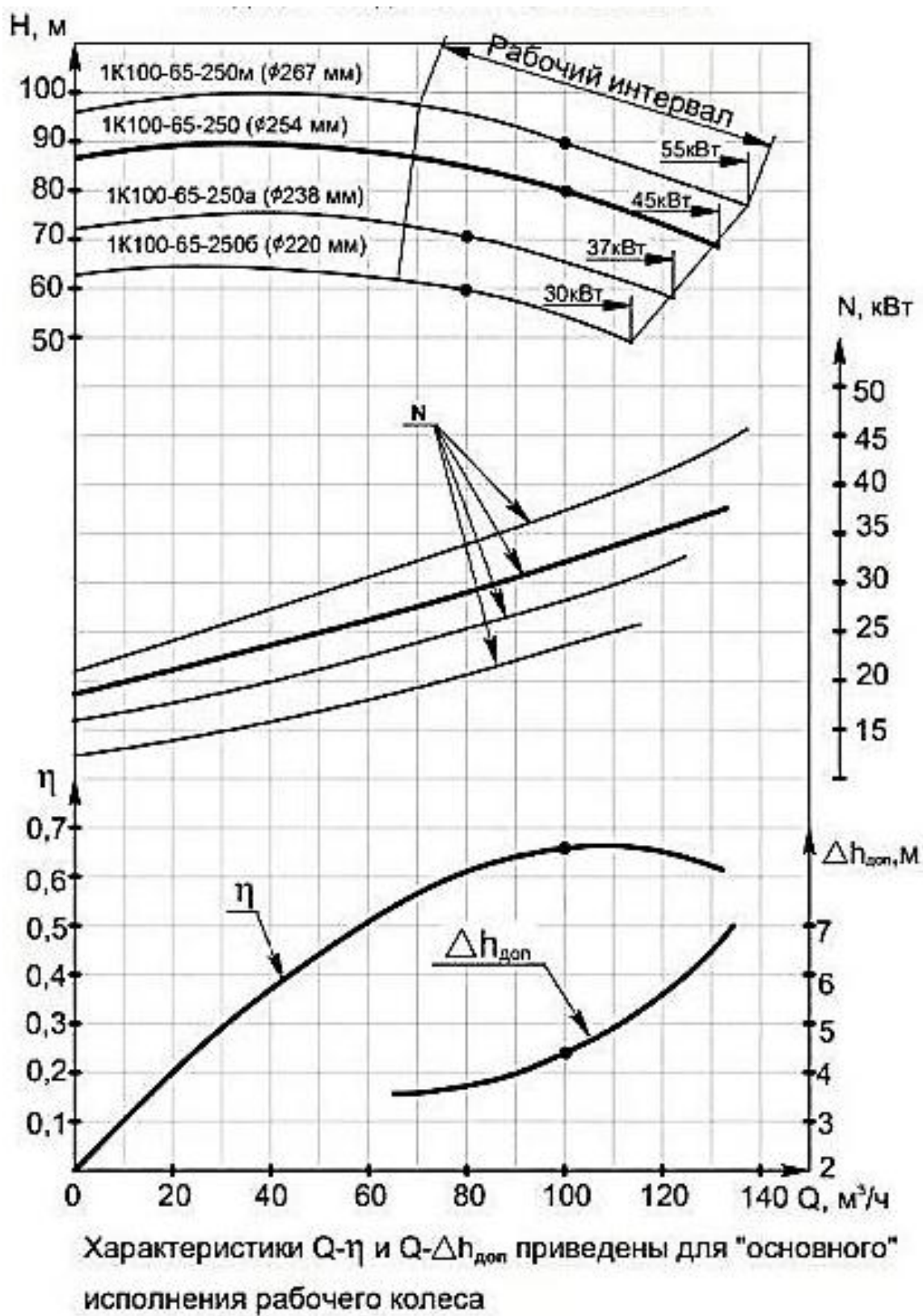


Рисунок 4.9. Рабочие характеристики насоса 1K100-65-250 при частоте вращения 2900 об./мин., жидкость – вода плотностью 1000 кг/м³

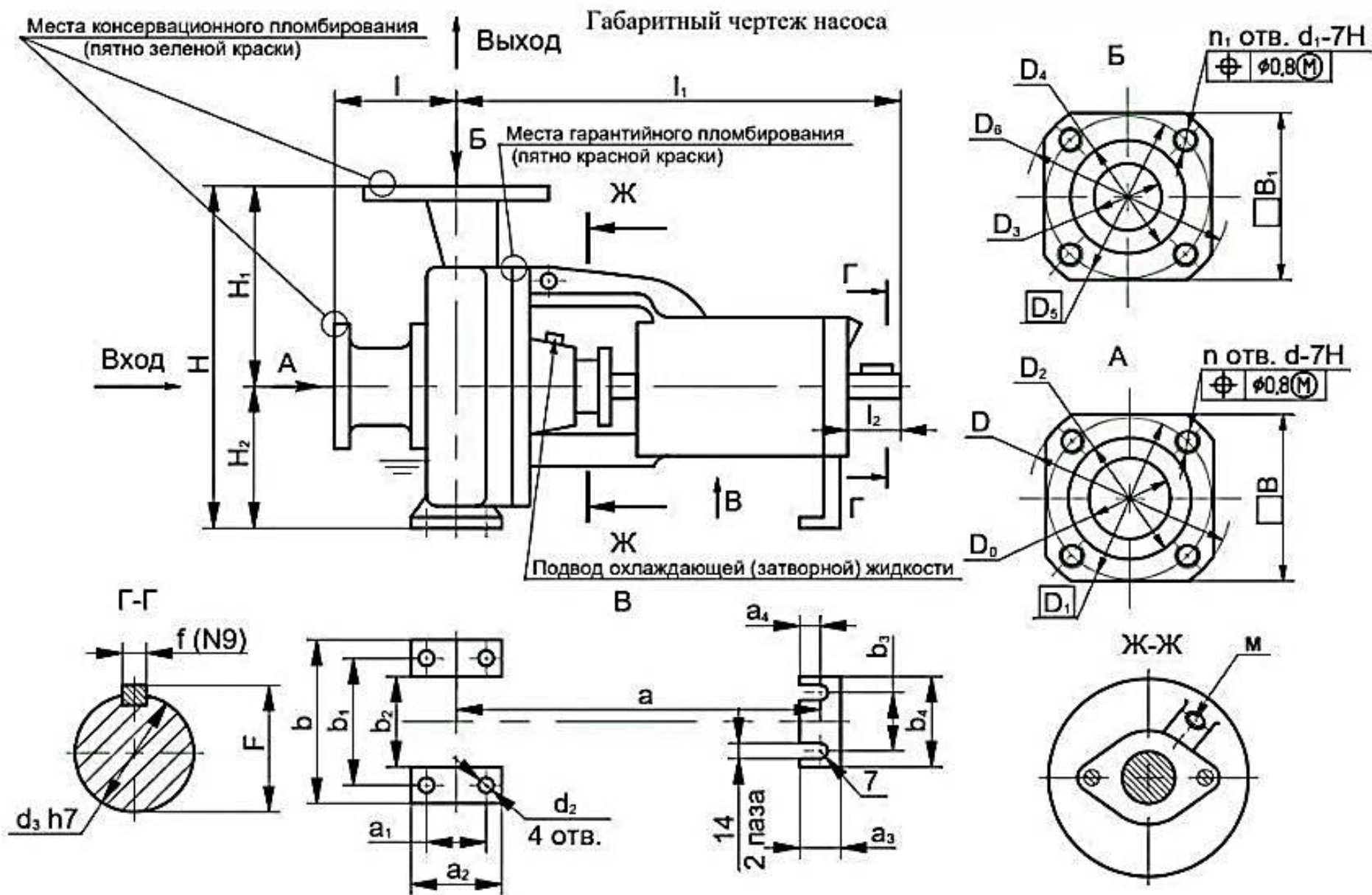


Рисунок 4.10. Габаритный чертеж насоса.

Таблица 4.22. Габаритный размер насоса, мм

Обозначение размера	l	l ₁	l ₂	a	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	B	B ₁	M
1K100-65-250	125	500	80	370	120	160	45	16	360	280	200	110	145	155	140	M12 x1,5

Обозначение размера	D	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	d	d ₁	d ₂	d ₃	H	H ₁	H ₂	n	n ₁	f(N9)	F	Масса, кг
1K100-65-250	205	100	170	148	65	122	145	180	M16		18	32	450	250	200	4		10 _(-0,03)	35	90

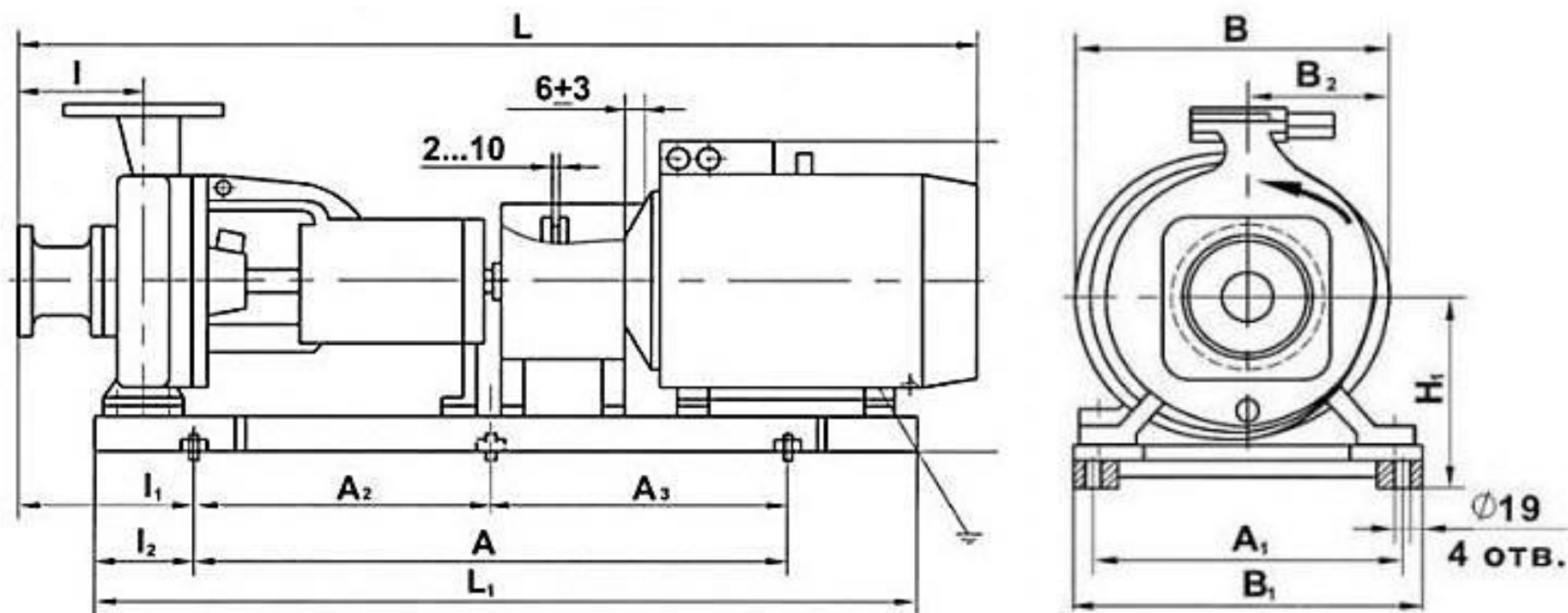


Рисунок 4.11. Габаритный чертеж насосного агрегата 1K100-65-250

Таблица 4.23. Габаритный размер насосного агрегата 1K100-65-250

Типоразмер	Максимал. подача, м ³ /ч	Двигатель				L	L ₁	l	l ₁	l ₂	A	A ₁	A ₂	A ₃	H	H ₁	B	B ₁	B ₂	Масса, кг
		Типоразмер	Мощность, кВт	Число оборотов, об/мин	Напряжение, В															
1K100-65-250	127	A200L2	45	50(3000)	220	1440	1200	125	170	140	960	300	480	480	630	355	380	410	210	425

Смета на строительство оросительной сети по вариантам (приложение 2-2,5) составлена на основе расчётов, при этом стоимость подсчитана по данным ежеквартальном сборникам средних сметных цен на основные строительные ресурсы по Зкв. 2021г. [53, с.156]. Амортизационные отчисления, затраты на электроэнергию и проведение поливов составляют текущие затраты.

На полив одного гектара, заработная плата принята 300 сомон или 1500 сомони/мес. на одного поливальщика (рабочего).

Таблица 4.24. Приведённые затраты на модульном участке

№ п/п Вар.	Зар.пл.	Зат.эл.	Тек.р.	Кап.р.	Нор.ам.	Ci	Ki	Зi
1	18000	2242,85	9466,74	18533,48	27600,21	75843,28	866673,80	145177,18
2	36000	19661,47	11075,52	20551,04	30026,57	117314,60	787552,20	180318,78
3	18000	2468,36	9960,94	19521,90	29082,80	79034,00	762978,20	140072,26
4	18000	2075,93	10288,03	23957,70	30064,08	84385,74	948802,60	160289,95
5	18000	1998,56	10985,17	21570,35	32155,52	84709,61	1018517,40	166191,00
6	18000	1968,22	11423,77	22447,53	33471,30	87310,81	1062376,60	172300,94

«Затраты, осуществленные на использование электроэнергии подсчитаны по формуле:

$$\mathcal{E} = 0,004 \text{ Н Ц, М, сомони/га} \quad (4.16)$$

где: Н - высота подъема воды, м. $H = H_{\text{мон}} + 40$;

Ц_э - стоимость электроэнергии, сомон/квт.ч. Ц_э = 0,3 сомон/квт.ч;

М - оросительная норма, м³/га» [113, с.231].

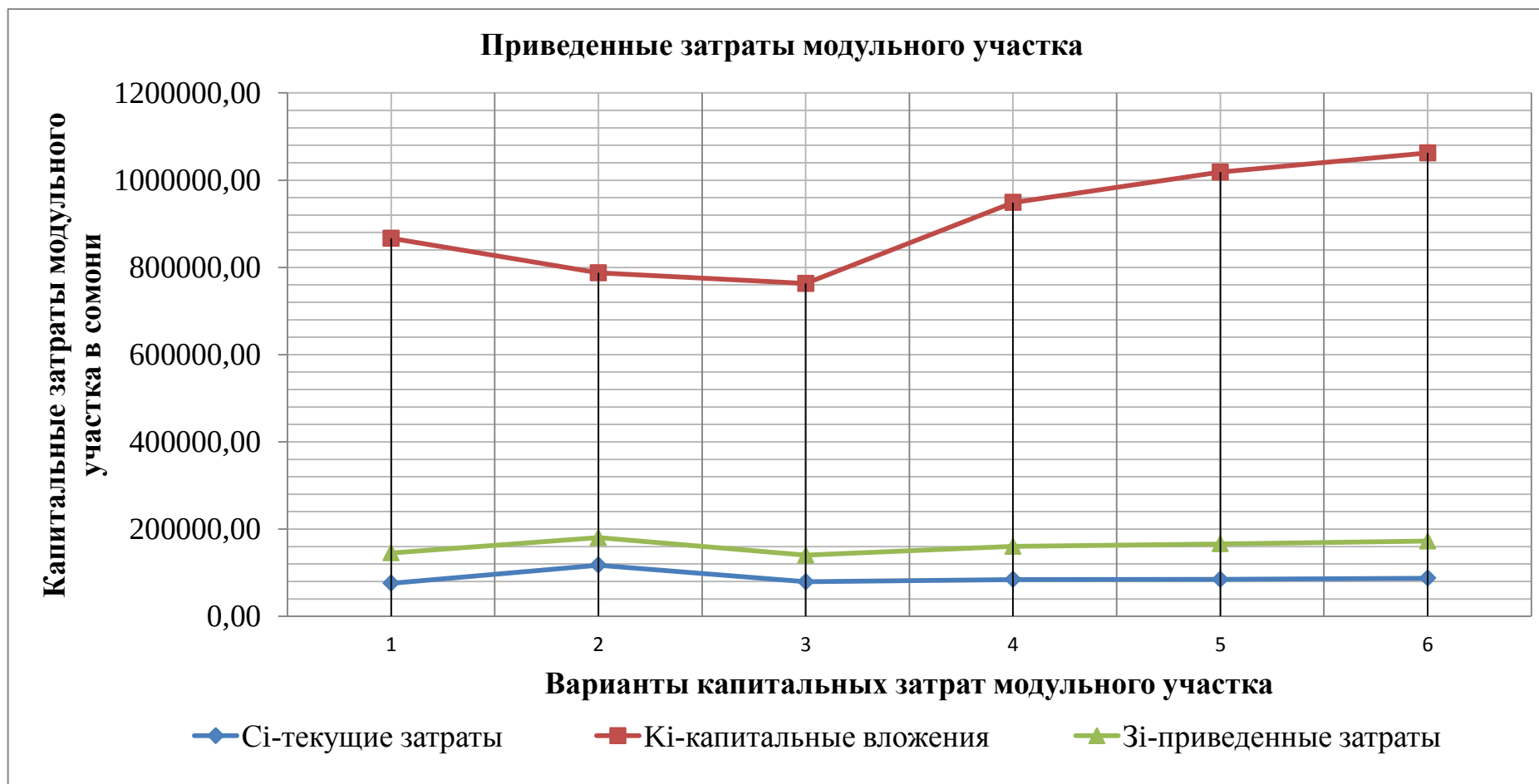


Рисунок 4.12. Приведенные затраты модульного участка

4.7. Технологическая карта возделывания люцерны при дождевании в условиях Центрального Таджикистана

Технологическая карта возделывания люцерны при дождевании разработана и охватывает период после уборки хлопчатника (корчёвки гузапаи). В соответствии с существующими рекомендациями МСХ (Министерство сельского хозяйства) Республики Таджикистан, для соблюдения оптимальной схемы севооборота (7:2:1 или 7:3), с целью повышения плодородия почвы и сохранения баланса питательных веществ, рекомендуются посев люцерны. Ниже излагаются основные параметры технологической карты возделывания люцерны (табл. 4.25).

Таблица 4.25. Технологическая карта возделывания люцерны при дождевании в условиях Центрального Таджикистана

Урожайность сена люцерны: 280-300 ц/га.

Сорт: Вахшская-300.

Предшественник: хлопчатник.

№ п/н	Технологические операции	Агротехнические требования	Сроки выполнения	Марки с/х машин и орудий
1.	Процесс внесение удобрений (минеральных)	Распределение по поверхности поля. $P_2O_5 = 60$ кг/га	1...10 ноября	МТЗ-80+1-РМГ-4
2.	Обработка почвы. Зяблевая вспашка	Глубина обработки почвы: 25-30 см.	1...10 ноября	Т150 ПЯ-3-35
3	Скарификация (подготовка) семян к посеву	Твердых семян более 15%	3 декада февраля	СКС-1, СГТС-2
4	Замачивание (протравливание) семян	Против бактериальных заболеваний. Обработка фундазолом, (50% 2,5 кг/т семян)	1...10 марта	ПСШ -3, ПС -10
5	Обработка семян биопрепаратом	Применение ризоторфина. Норма=300 г/га	Перед посевом. 1...10 марта	ПСШ -3, ПС -10

Продолжение таблица 4.25

6	Дискование (перед посевом)	6...10 см. Тщательное измельчение	1...20 марта	БДТ-7+ ЛДГ-10
7	Чизирование	В двух следах (вдоль и поперек поля)	1...20 марта	МТЗ-1025 БЗС-1
8	Транспортировка семенного материала и минеральных удобрений	До 6 км. Норма высева семян – 16-25 кг/га	1...20 марта	2-ПТС - 4 -793
9	Посев	Норма высева сплошной рядовой, норма 16...25 кг/га, глубина – 4...7см.	1...20 марта	СТЗ-3.6+ МТЗ -1025
10	Уплотнение (прикатывание)	Для улучшения контакта семян с почвой	1...20 марта (после посева)	МТЗ- 80+ЗККШ-6
11	Скашивание сорняков	Высота растений 15...20 см	1...20 апреля	МТЗ-80 + КЗХ-2,1
12	Первый укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	1...10 мая	КИР-1,5 МТЗ-80/82
13	Транспортировка зеленой массы (1-укос)	До 6 км.	1 декада мая	МТЗ- 82.12- ПТС-4 - 793.
14	Первый и последующие поливы дождеванием	Необходимо поддерживать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	1...31 мая	Дождеваль- ный аппарат - 5022SD
15	Второй укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	11...30 июня	КИР-1,5 МТЗ-80/82
16	Транспортировка зеленой массы (2-укос)	До 6 км.	11...30 июня	2-ПТС-4 - 793. МТЗ-82.1

Продолжение таблица 4.25

17	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	1...31 августа, 1...20 сентября	Дождеваль- ный аппарат- 5022SD
18	Третий укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	1...20 августа	КИР-1,5 МТЗ-80/82
19	Транспортировка люцерны третьего укоса	До 6 км.	1-2 декада августа	2-ПТС-4 - 793. МТЗ-82.1
20	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	11 августа- 10 октября	Дождеваль- ный аппарат- 5022SD
21	Четвертый укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	1...10 октября	КИР-1,5 МТЗ-80/82
22	Транспортировка люцерны четвертого укоса	До 6 км.	1...10 октября	2-ПТС-4 - 793. МТЗ-82.1
23	Возделывание люцерны 2-го года. (уход за посевами), боронование	Проводится поперек посева люцерны.	20-31 марта	ДТ- 75+БЗТС-1
24	Первый укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	1-2 декада мая	МТЗ-80/82 КИР-1,5
25	Транспортировка зеленой массы (1-укос)	До 6 км.	1-2 декада мая	МТЗ-82.1 2-ПТС-4 - 793.

Продолжение таблица 4.25

26	Подкормка (внесение минеральных удобрений)	Распределение по поверхности поля: Норма: азота-150, фосфора 100 и калия 60 кг/га	1...20 мая (после уборки)	МТЗ-80+1- РМГ-4
27	Вегетационные поливы	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	1...31 мая	Дождеваль- -ный аппарат- 5022SD
28	Второй укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	2-3 декады июня (фаза цветения)	МТЗ-80/82 КИР-1,5
29	Транспортировка зеленой массы (2- укос)	До 6 км.	11...30 июня	2-ПТС-4 - 793. МТЗ- 82.1
30	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	20...30 июня 20...31 июля	Дождеваль- -ный аппарат- 5022SD
31	Третий укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	20...31 июля	КИР-1,5 МТЗ-80/82
32	Транспортировка зеленой массы (3- укос)	До 6 км.	20-31 июля	ПТС-4 - 793. МТЗ-82.1 2
33	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	3 декада июля – 3 декада августа	Дождеваль- -ный аппарат- 5022SD

Продолжение таблица 4.25

34	Четвертый укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	3 декада августа – 1 декада сентября (начало цветения)	МТЗ-80/82 КИР-1,5
35	Транспортировка зеленой массы (4-укос)	До 6 км.	20...31 августа – 1...10 сентября	2-ПТС-4 - 793 МТЗ-82.1.
36	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддержать влажность почвы перед поливами - 75-80 % от НВ. Норма водоподачи = 400-500 м ³ /га.	1-3 декада сентября	Дождеваль- ный аппарат- 5022SD
37	Пятый укос люцерны	Высота 6...8 см над уровнем почвы. Укос (скашивание) необходимо проводить в утренние часы.	1...20 октября	КИР-1,5 МТЗ-80/82
38	Транспортировка зеленой массы (5-укос)	До 6 км.	1-2 декада октября	МТЗ-82.1 2-ПТС-4 - 793.

4.8. Экономическая эффективность технологии полива люцерны дождеванием.

Для разработки рекомендаций по применению новой технологии и характеризует его хозяйственную выгодность их применяемых агротехнических мероприятий или применения прибыльность является основой экономической оценки.

Экономические показатели (затраты, себестоимость продукции, условно чистый доход, рентабельность и т.д.) являются критериями для оценки.

В хозяйствах республики расчет и оценка экономической эффективности, имеет важное значение, в условиях нехватки материальных и денежных средств

для производства сельскохозяйственных культур, особенно выращивания люцерны.

С этой целью, при различных способах орошения: полив напуском и дождеванием возделывания люцерны нами подсчитывалась экономическая целесообразность. На один условный гектар орошаемого участка производился расчет.

На основе технологической карты возделывания люцерны в условиях хозяйства подсчитаны общие производственные затраты, с учетом существующих расценок, норм и нормативов (табл.4.26).

При этом в условиях Центрального Таджикистана использованы результаты многолетних исследований Института земледелия ТАСХН (Таджикской академии сельскохозяйственных наук) по агротехническим нормам и нормативам возделывания люцерны.

Все расчеты и материальные затраты учтены в национальной валюте Республики Таджикистан (сомони).

В условиях Центрального Таджикистана (средние, за 2014-2016 годы) расчеты также учитывались затраты, связанные с агротехникой выращивания люцерны. На один усреднённый гектар при поливе люцерны способом напуска стоимость проведения первого полива принята - 40,0 сомони, второго – 30,0, третьего и последующих поливов – 20,0 сомони. Расчеты показали, что, в среднем, затраты, связанные с подготовкой и проведением поливов (вручную) за 1000 м³/га составили 60 сомони. Следовательно, в среднем, для проведения поливов нормой 7115 м³/га израсходовано 426,9 сомони.

Учтены затраты водохозяйственных организаций по услугам водоподачи (от источника до орошаемого участка) по ирригационной системе, согласно установленному тарифу они составляют 0,6 дирам за кубический метр воды или 1000м³/га= 6 сомони.

В зависимости от климатических условий, за вегетацию можно получить 4-5 укосов люцерны. При этом, согласно расценкам за скашивание люцерны

принято 3 сомони за 1 центнер и, в зависимости от уровня урожайности, по вариантам затраты изменчивые.

Нормы минеральных удобрений (азота, фосфора и калия), семенного материала, горюче-смазочных материалов и других ресурсов основываются рекомендациями МСХ (Министерство сельского хозяйства) Республики Таджикистан по выращиванию люцерны в различных зонах республики.

Затраты на использование электроэнергии при дождевании люцерны подсчитаны по формуле 10 (стр.104):

$$\mathcal{E} = 0,004 \text{ Н Ц, М, сомон/га, } (4.17)$$

При расчетах использованы фактические данные.

Необходимо отметить, что все расчеты, в том числе определение чистой прибыли от урожая сена люцерны закупочная цена 1 центнера сена люцерны принята 70 сомони, рассчитывались в соответствии с рыночными ценами 2016 года.

Все расчеты, по определению производственных затрат возделывания люцерны, в зависимости от способа полива и нормы водоподачи в условиях типичных сероземов Центрального Таджикистана, представлены в таблице 4.26.

Таблица 4.26. Производственные затраты возделывания люцерны в условиях темных сероземов Центрального Таджикистана (Гиссарский научно-производственный центр ГУ «ТаджикНИИГиМ»)

(В среднем, за 2014-2016гг.)

№	Вид работы	Ед. измерения	Вид техники	Цена за единицу, сомони	Расходы ГСМ, литр
1	Вспашка на глубину 25-30 см	га	МТЗ-80	70-00	30.0
2	Дискование	га	МТЗ-80	30-00	9.6
3	Чизелирование с молованием»	га	МТЗ-80	25-00	9.6
4	Транспортировка семенного материала и минеральных удобрений	км	МТЗ-80	15-00	9,6
5	Посев	га	МТЗ-80	55-00	9,6
	Всего			195-00	68,4
6	Селитра аммиачная	га	200кг	5-00	1000,0
7	Суперфосфат	га	180кг	4-15	747,0
8	Калий	га	60кг	2-60	156,0
9	Семена	га	20кг	40-00	800,0
10	Диз. Топливо	литр	68,4	8-00	547,2
11	Диз. масло	литр	10.0	8-00	80,0
12	Услуги по водоподаче 1000м ³ /га= 6 сомони	га	5000м ³	0.006	30.0
	Всего				3360,2
13	Всего расходов	га			3555,2
14	Прочие расходы - 10%				355,5
15	Единый налог на 1 га				180-00
	ИТОГО	га			4090,7
16	Скашивание люцерны (4-5 укос в год) по вариантам из расчета 1ц=3 сомон				
-	Вариант-1. У=182,0 ц/га	га	МТЗ-80	1	546,0
-	Вариант-2. У=145,2 ц/га	га	МТЗ-80	1	435,6
-	Вариант-3. У= 185,0 ц/га	га	МТЗ-80	1	555,0
-	Вариант-4. У=250,1 ц/га	га	МТЗ-80	1	750,3
-	Вариант-5. У=273,5 ц/га	га	МТЗ-80	1	820,5

Продолжение таблица 4.26

-	Вариант-6. У=282,3 ц/га»	га	МТЗ-80	1	846,9
Затраты, связанные с поливами					
17	Полив напуском: Вариант-1. М=7115 м ³ /га	га	ручной	60	426,9
18	Поливы дождеванием с нормами:				
-	Вариант-2 М=2102 м ³ /га	га	Дождев.	60	126,1
-	Вариант-3 М=2912 м ³ /га	га	Дождев.	60	174,7
-	Вариант-4. М=4166 м ³ /га	га	Дождев.	60	249,9
-	Вариант-5. М=5245 м ³ /га	га	Дождев.	60	314,7
-	Вариант-6. М=6732 м ³ /га	га	Дождев.	60	403,9
19	Затраты на использование электроэнергии				
-	Вариант-1. М=7115 м ³ /га	га	ручной	0	0
-	Вариант-2 М=2102 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	176,6
-	Вариант-3 М=2912 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	244,6
-	Вариант-4. М=4166 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	349,9
-	Вариант-5. М=5245 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	440,6
-	Вариант-6. М=6732 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	565,5
20	Прямые производственные затраты на 1га по вариантам опыта				
-	Вариант-1	га			5063,6
-	Вариант-2	га			4652,4
-	Вариант-3	га			4820,4
-	Вариант-4	га			5090,9
-	Вариант-5	га			5225,9
-	Вариант-6	га			5441,5

Наибольшие затраты приходятся при поливах дождеванием при предполивной влажности почвы 75-80% от НВ в течение вегетации и, в среднем, они составили 5441,5 сомони/га, и с учетом использования электроэнергии при проведении поливов, общие производственные расходы составили 6007,0 сомони/га.

Прямые производственные затраты составили – 4652,4 сомони /га при относительно меньших поливах (вариант 2) и, соответственно, при низкой урожайности сена люцерны.

Поливы, проведенные дождеванием на вариантах 4, 5 и 6 (вариант 5 и 6) самым высокоэффективными и обеспечивают получение условно-чистого дохода – 12066,0, 13478,5 и 13754 сомони/га, соответственно. Прибавка чистого дохода при дождевании люцерны, по сравнению с вариантом контроль (способ напуск) на этих вариантах составила +4389,8, +5802,1 и +6077,6 сомони/га, а в относительных величинах 57,2 75,6 и 79,2 %, соответственно. Получение чистый доход -7676,4 сомони/га при бороздковом поливе (напуск), где при количестве 4-5 поливов с нормой орошение 7115 м³/га (в среднем за 2014-2016гг).

Рентабельность, подсчитанная как отношение чистого дохода к общим производственным затратам показала, что при дождевании люцерны с оросительной нормой 5245 м³/га (вариант 5) имеет максимальное значение – 237,9 %, а при повышении нормы орошения до 6732 м³/га (вариант 6), она снижается до 228,9 %. Выявлено, что, по сравнению с бороздковым (напуском) поливом, рентабельность при дождевании люцерны превосходила на +86,3 % (табл. 4.27).

Определение рентабельности изученных вариантов по способам орошения (напуск и дождевание) люцерны, показали высокорентабельность (237,9 %) поливов дождеванием с водоподачей за вегетацию 5245 м³/га (табл. 4.8.2).

По показателям себестоимости продукции, обнаружена, такая же закономерность как рентабельность. Как показали расчеты, при дождевании люцерны с нормой водоподачи - 2912, 4166, 5245 и 6732 м³/га (варианты 3, 4, 5 и 6), себестоимость продукции (сена люцерны) составила - 27,38, 21,75, 20,71, и 21,28 сомони/ц, соответственно. Наименьшая себестоимость продукции сена люцерны (20,71 сомони/ц) имеет вариант 5, т.е. где водоподача составила 5245 м³/га (табл. 4.28).

**Таблица 4.27. Сравнительная оценка экономических параметров
возделывания люцерны (в среднем, за 2014-2016 годы)**

Вариан- ты опыта	Урожай сена люцерны	Чистый доход			Рентабельность		
		Сомони/га	Отклонение от контроля (+)		%	Отклонение от контроля (+), %	
			сомони/га	%			
1	182,0	7676,4	0	0	151,6	0	0
2	145,2	5335,0	-2341,4	-30,5	110,5	-41,1	-27,1
3	185,0	7885,0	208,6	2,7	155,7	+4,1	+2,7
4	250,1	12066,2	4389,8	57,2	221,8	+70,2	+46,3
5	273,5	13478,5	5802,1	75,6	237,9	+86,3	+56,9
6	282,3	13754	6077,6	79,2	228,9	+77,3	+50,9

Установлено, что при повышении нормы орошения (водоподачи) люцерны дождеванием от 2102 до 6732 м³/га, согласно технико-экономическим расчетам и основным его критериям (чистый доход, себестоимость продукции и рентабельность), оптимальным вариантом водоподачи является 5245 м³/га.

Доказано преимущество дождевания люцерны, по сравнению со способом полива напуском (бороздковым способом). Достоверные данные и расчеты по технико-экономическим показателям возделывания люцерны, в зависимости от способов полива и норм водоподачи, представлены в таблицах.

Таким образом, в условиях среднесуглинистых темных сероземов Центрального Таджикистана поливы люцерны дождеванием с оптимальной нормой водоподачи (5245 м³/га), являются наиболее выгодными и высокоэффективными. Необходимо проводить за вегетацию по схеме 4-5 поливов за межуточный период для внедрения оптимального режима водоподачи, в среднем, 18 поливов с поливной нормой 290 м³/га, и необходимо поддерживать влажность перед поливами на уровне 75-80 %, от наименьшей влажности почвы (НВ).

Таблица 4.28. Экономическая эффективность возделывания люцерны при различных способах орошения
(среднее за 2014-2016 годы)

Варианты	Урожай, ц/га	Стоимость продукции, сомони/га	Затраты на электроэ- нергию, сомони/га	Прямые производ- ственные затраты, сомони/га	Общие производ- ственные затраты, сомони/га	Себестои- мость, сомони/ц	Условно чистый доход, сомони/га	Рентабель- ность, %
1.Полив напуском (Контроль)	182,0	12740	0	5063,6	5063,6	27,8	7676,4	151,6
2. Дождевание 0,4·М	145,2	10164	176,6	4652,4	4829,0	33,26	5335,0	110,5
3. Дождевание 0,6·М	185,0	12950	244,6	4820,4	5065,0	27,38	7885,0	155,7
4. Дождевание 0,8·М.	250,1	17507	349,9	5090,9	5440,8	21,75	12066,2	221,8
5. Дождевание М	273,5	19145	440,6	5225,9	5666,5	20,71	13478,5	237,9
6. Дождевание 1,3·М	282,3	19761	565,5	5441,5	6007,0	21,28	13754	228,9

ГЛАВА 5. РАССМОТРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1. Результаты анализа технологии полива люцерны при напуске и дождеванием, и особенности водно-физических свойств почвы.

Искусственное орошение (полив) является основным способом повышения урожайности сельскохозяйственных культур и фактором интенсификации сельскохозяйственного производства. Техника полива занимает важное место в процессе технологии и организации поливов.

Способ дождевания относится к прогрессивным методам полива люцерны и других кормовых культур, особенно в зонах недостаточной водообеспеченности. В целях решения задач по продовольственной безопасности Республики Таджикистан применение, в сельском хозяйстве, метода орошения дождеванием позволит значительно увеличить урожайность люцерны и, тем самым, обеспечивать кормовую базу животноводства страны.

Сопоставительный анализ недостатков и преимуществ дождевания показывает, что при более совершенных типах дождевальных систем и установок, его можно отнести к перспективному способу орошения сельскохозяйственных культур в условиях Центрального Таджикистана.

Из приведенных (глава «Обзор литературы») данных видно, что накопленные материалы недостаточны для обоснованного решения вопроса о режиме и способе орошения люцерны, обеспечивающих формирование высоких урожаев, применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям зон республики.

Хотя в условиях Центрального Таджикистана (Гиссарская долина) изучены некоторые агротехнические факторы формирования урожайности люцерны (А. Н. Максумов, В. Н. Литвинов, С. Имамов [83, с.64], В. Н. Литвинов [76, с.51-57], Х. Д. Домуллоджанов, С. С. Сатибалдиев [45, с.37-39], З. Эшанова [131, с.284-285], Г. В. Ольгаренко [98, с.20-24], Н. Сардорев [166, с.18]), однако вопросы оптимизации режима водоподачи и элементов

технологии полива дождеванием люцерны и её продуктивности на темных сероземах Центрального Таджикистана не были изучены.

Исследуемый объект – районы Центрального Таджикистана характеризуются высоким биоклиматическим потенциал (БКП), теплообеспеченности и влагообеспеченности. Эти условия обеспечивают получению 2-3 урожаев в год, внедрить интенсивные методы введения сельского хозяйства. Выявлено, что продуктивность сельскохозяйственных культур в среднем составляет 40-50% от МВУ (максимально возможного урожая). При этом КПД ФАР (коэффициент полезного действия использования фотосинтетической активной радиации) низкий, составляет до 2 %.

Районы Центрального Таджикистана по теплообеспеченности относятся к жаркой зоне и ДВБ (дефицит водного баланса) в среднем 874 мм/год. В таких условиях орошение является основным фактором получения высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур.

Гиссарская природно-хозяйственная область по параметрам, характеризующие обеспеченность тепловыми ресурсами относится к жаркой зоне. Выявлено, что между высотой над уровнем моря и продолжительности периода с температурой воздуха выше 5°C существует отрицательная корреляция. С повышением высоты расположения местности до 1600 метров, продолжительность периода уменьшается - от 300 до 240 дней.

Как было отмечено (глава 2 «Климатические и почвенные особенности Центрального Таджикистана»), что в условиях производства наблюдаются большие непроизводительные потери воды, не соблюдаются режимы орошения, элементы техники и технологии орошения сельскохозяйственных культур. Коэффициент полезного действия (КПД) оросительных систем низкий - 0,55. Наше мнение и взгляды многих исследователей почвенно-климатические условия как основной фактор, определяет наряду с агротехническими, сортовыми и биологическими особенностями растений уровень продуктивности сельскохозяйственных культур. Таким образом,

изучение и установление оптимальных параметров элементов технологии полива при бороздковом поливе и дождеванием, роста, развития и продуктивности люцерны в зависимости от водообеспеченности посевов, особенно в условиях дефицита водных ресурсов в условиях Центрального Таджикистана не только имеет научное, но и практическое значение.

Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы, удельная и объемная масса, влажность завядания растений, максимальная гигроскопичность, водопроницаемость, водоотдача, подток влаги из грунтовых вод, микроагрегатный и гранулометрический состав почвы являются основными водно-физическими показателями, характеризующими их свойства.

Почва опытного участка, относится к «облегчающимся книзу тяжелым суглинкам» по гранулометрическому составу.

Физической глины содержится 52,1% в первом метре, а во втором – 40,6%. По значению объемной массы характеризуется сложение и плотность профиля почвы. Она изменяется от 1,20 до 1,44 г/см³ в слое 0-200см. Характеризуется наименьшей объемной массой (1,25 г/см³), в пахотном слое до 30 см и увеличивается до 1,34 г/см³, в подпахотном горизонте (30-50см) во втором полуметре (50-100см) – до 1,39 г/см³. В глубине до 50 см объемная масса, составляет в среднем, 1,29 г/см³, до 70 см – 1,31г/см³, до 100 см – 1,34г/см³. Содержание органического вещества и минералогический состав в почве отражается удельной массой, она в глубине до 2м варьируется от 2,62 до 2,70 г/см³. Высокие показатели удельной массы характерны в глубоких слоях почвы и верхних слоях она уменьшается.

Нами выявлено, что в слое 0 - 200 см порозность почвы изменяется от 47,0 до 54,2%. Анализ показал, что в слое 0 - 100см скважность составляет 49,5% в верхних слоях 0 - 30 см она имеет наибольшее значение. Способность почвы удерживать влагу оценивается наименьшей влагоемкостью, она изменяется от 23,0 до 28,6% в слое 0-200см, от массы абсолютно сухой почвы.

1. Выявлено, что водопроницаемость за 6 часов наблюдений составляет $890 \text{ м}^3/\text{га}$, при содержании физической глины – 58,1 % (тяжелые суглинки). По существующей классификации С.В. Астапова [10, с.120], водопроницаемость почвы относится к «слабо водопроницаемой». По мере увеличения содержания физической глины (частиц $\leq 0,01 \text{ мм}$), то есть утяжеления почв, водопроницаемость изменяется от «сильно водопроницаемой» к «слабо водопроницаемой».

2. Влажности разрыва капилляров (ВРК) соответствует первая точка и, имеет значение равной влажности почвы -18,1 % для тяжелосуглинистых почв. Вторая точка – наименьшей влагоемкости (НВ), которая, в среднем составила 25,9 %, от массы абсолютно сухой почвы.

При рассмотрении режима орошения, наряду с оптимальной предполивной влажностью почвы, существенной является величина поливной нормы - количество оросительной воды, которая даётся за один полив. В автоморфных условиях (глубокое залегание грунтовых вод), на поливную норму существенное влияние оказывают мощность и гранулометрический состав почвы, глубина проникновения и послойное размещение корневой системы растений. По мере увеличения мощности и утяжеления почвы, по гранулометрическому составу, увеличивается размер поливной нормы.

Следовательно, интенсивный расход влаги происходит из слоёв почвы, где размещается основная масса корневой системы. Поэтому глубина расчётного слоя почвы представляет собой произведение максимальной глубины проникновения корневой системы люцерны первого произрастания на 0,55, второго - на 0,40 и третьего - на 0,34. Таким образом, на мощных мелкоземистых почвах максимальная глубина расчётного слоя для люцерны года посева - 100, прошлых лет - 120 см. В этих слоях размещается 80-92% корней, от образованных на всю глубину их проникновения.

Необходимо отметить, что между наименьшей влагоёмкостью и гранулометрическим составом почвы существует тесная связь. Чем тяжелее

почва по гранулометрическому составу, тем больше запас воды при наименьшей влагоёмкости. С учётом этой связи и оптимальных элементов режима орошения (предполивная влажность, глубина расчётного слоя), расчётные поливные нормы люцерны изменяются в широких пределах.

5.2. Результаты преимущества дождевания относительно полива люцерны напуском.

Результаты полевых исследований показали, что при поливе напуском люцерны в среднем на варианте («Производственный или хозяйственный полив» - контроль), поливы организовывались и проводились (4 поливов вместо 7 запланированных), по усмотрению поливальщиков хозяйства проведено большой поливной нормой от 1555 до 1975 м³/га. На этом варианте при оросительном норме 6880 м³/га, поверхностный сброс составила от 22 до 27% от объема поданной нормы.

Установлено, что в производственных условиях, поливы проведены с растянутыми промежутками между поливами и с большими нормами. Кроме таких агротехнических нарушений, также является недопустимым проведение поливов на уровне влажности почвы – 59% от НВ, что способствовало получению низкого урожая сена люцерны.

Сравнительная оценка вариантов «водоподачи» при дождевании показала, что в среднем за вегетацию люцерны проведены 16 поливов, фактическая оросительная норма по вариантам варьировалась от 1990 до 6425 м³/га. При этом урожайность сена люцерны повысилась от 133,0 до 261,5 ц/га. Выявлено, что с повышением нормы водоподачи при дождевании люцерны, урожайность зелёной массы и сена повышается, между ними существует положительная корреляционная связь и её уравнение описывается прямой линией (уравнение первого порядка). Наибольший урожай люцерны при дождевании получен (229,2, 254,4, 261,5) на вариантах с нормами водоподачи 3940, 4910, 6425 м³/га, соответственно.

Полевые исследования показали, что за вегетационный период, при дождевании люцерны, проведены 16 поливов с поливными нормами от 140

до 420 м³/га. Фактическая оросительная норма, в разрезе изученных вариантов опыта, варьировалась от 2245 до 6615 м³/га. Такой диапазон «водоподачи» при дождевании способствовала формированию урожая сена люцерны от 154,7 до 301,1 ц/га. Анализ показал, что если при поливе напуском удельные затраты воды на 1 центнер сена люцерны составила 36,6 м³/ц, то при дождевании, в зависимости от нормы водоподачи, они варьировались от 14,51 до 22,0 м³/ц.

Доказано, что при способе полива люцерны дождеванием, эффективность водопользования и продуктивность повышается. При 18 проведенных поливах за вегетацию люцерны, по вариантам опыта, фактическая водоподача изменилась от 2072 м³/га (вариант 0,4.М) до 7155 м³/га (вариант 1,3.М). Выявлено, что в 3-м году стояния люцерны урожай сена (284,5 ц/га) имеет тенденцию к снижению, по отношению ко второму году стояния (301,1 ц/га).

Доказано, что при поливе напуском за вегетацию, в среднем из трёх лет исследований, при 5 проведенных поливах оросительная норма (фактическая), в среднем, составила 7115 м³/га. При таком режиме орошения люцерны, из-за растянутости межполивных периодов, влажность почвы снижается до 50-60% от НВ. Это обуславливает создание дефицита (нехватки) влаги на корнеобитаемом слое почвы. Выявлено, что при поливах люцерны большими нормами (1423 м³/га), снижается эффективность проведения поливов, при этом поверхностный сброс достигает до 40%, от объема поданной воды. Такой режим орошения люцерны не может создать оптимальные водно-воздушные условия почвы для роста и развития растений. В свою очередь, это приводит к получению минимальных урожаев (182,0 ц/га) люцерны

Сравнительный анализ способов полива люцерны (напуском и дождеванием) тождественно показали, что при поливе напуском по сравнению с дождеванием урожай сена люцерны уменьшается на 35,5%, или 100,3 ц/га.

Дисперсионный анализ полученных данных и экономические расчеты подтвердили, что при поливах по вариантам М (существующая норма), 1,3М (норма, увеличенная на 30%) и 0,8М (норма, уменьшенная на 20%), разница в урожае сена люцерны оказались не существенной и она статистически не доказывается.

Таким образом, с экономической точки зрения, выгодным вариантом орошения люцерны при дождевании с поливной нормой 4166 м³/га, является оптимальным и это способствует экономии оросительной воды на 2949 м³/га, или 41,4% и повышению урожайности сена люцерны на 68,1 ц/га по отношению к поливу напуском. При дождевании и поливе напуском, удельные затраты оросительной воды на единицу урожая сена люцерны составили, соответственно, 16,7 и 39,1 м³/ц.

По результатам изучения при дождевании люцерны влияние степени водообеспеченности посевов на её урожайность, выявлено, что увеличение оросительной нормы на 30%, приводит к повышению урожая люцерны всего лишь на 3,2 %, а уменьшение оросительной нормы на 20, 40, 60% приводит снижению урожая люцерны, соответственно, на 8,6, 32,4 и 46,9%.

Рациональным режимом орошения при дождевании является поддержание предполивная влажность почвы на уровне 75-80% от НВ, обеспечивающие оптимальной влагообеспеченности.

Выявлено, что оросительная вода в водном балансе является основным элементом или составляющим и доля её в водном балансе составляет 36,7 до 71,94 % от величины эвапотранспирации (суммарного испарения). Фактические учеты оросительной воды за вегетацию люцерны показали, что при поливе напуском (вариант контроль – хозяйственный полив) её доля в структуре общего водопотребления составила 72,3 % и норма орошения составила 6880 м³/га.

Выявлено, что при полива способе дождеванием, по мере повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М фактическая оросительная норма повышается от 1990 до 6425 м³/га, при этом удельные затраты воды на

получении 1 центнера сена люцерны варьировались от 15,0 до 24,6 м³/ц, а коэффициент водопотребления от 40,7 до 34,2 м³/ц, соответственно. Наибольшие затраты оросительной воды обнаружены при способе полива люцерны напуском, где удельные затраты воды на получении 1 центнера сена люцерны и коэффициент водопотребления составили, соответственно 40,4 и 55,9 м³/ц.

По результатам многолетних исследований (2014-2016гг.) установлено, что на варианте (контроль), где поливы проводились напуском, суммарное испарение за вегетацию было максимальным, составило 9755 м³/га в среднем за 3 года исследований, а доля оросительной воды составила, в среднем, 72,9 % в структуре суммарного водопотребления. При поливе способом дождевания люцерны, с повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, общее водопотребление люцерны увеличивалось.

Коэффициент водопотребления, в зависимости от способа полива (полив напуском и дождевание), варьируется от 12,1 (вариант полива – напуском) до 7,2 м³/ц (вариант полив дождеванием). Выявлено, что по мере повышения режима водоподачи дождеванием от 0,4М до 1,3М, коэффициент водопотребления снижается от 37,4 до 30,4 м³/ц. Установлено, что наименьший коэффициент водопотребления (26,6 м³/ц) достигается при режиме водоподачи 0,8М, то есть при снижении оросительной нормы в пределах 20-30%, от нормы.

Выявлено, что удельные затраты оросительной воды на формирование одного центнера сена люцерны изменяется от 14,5 до 39,1 м³/ц.

Наибольшие затраты приходятся при поливах дождеванием при предполивной влажности почвы 75-80% от НВ в течение вегетации и, в среднем, они составили 5441,5 сомони/га, и с учетом использования электроэнергии при проведении поливов, общие производственные расходы составили 6007,0 сомони/га.

По 2-ой вариантам, при относительно меньших поливах, прямые производственные затраты, соответственно, составили – 4652,4 сомони /га

при низкой урожайности сена люцерны.

При бороздковом поливе (напуск), получен чистый доход - 7676,4 сомони/га, где при 4-5 поливов с оросительной нормой в среднем, 7115 м³/га. При дождевании обеспечивают получение условно-чистого дохода соответственно – 12066,0, 13478,5 и 13754 сомони/га, на вариантах 4, 5 и 6 оказались высокоэффективными.

Рентабельность, подсчитанная как отношение чистого дохода к общим производственным затратам показала, что при дождевании люцерны с оросительной нормой 5245 м³/га (вариант 5) имеет максимальное значение – 237,9 %, а при повышении нормы орошения до 6732 м³/га (вариант 6), она снижается до 228,9 %. Определение рентабельности изученных вариантов по способам орошения (напуск и дождевание) люцерны, показали высокорентабельность (237,9 %) поливов дождеванием с водоподачей за вегетацию 5245 м³/га. Как показали расчеты, при дождевании люцерны с нормой водоподачи - 2912, 4166, 5245 и 6732 м³/га (варианты 3, 4, 5 и 6), себестоимость продукции (сена люцерны) составила - 27,38, 21,75, 20,71, и 21,28 сомони/ц, соответственно. Наименьшая себестоимость продукции сена люцерны (20,71 сомони/ц) имеет вариант 5, т.е. где водоподача составила 5245 м³/га.

Доказано преимущество дождевания люцерны, по сравнению со способом полива напуском (бороздковым способом). Достоверные данные и расчеты по технико-экономическим показателям возделывания люцерны, в зависимости от способов полива и норм водоподачи, представлены в главе 4.8. «Экономическая эффективность технологии полива люцерны дождеванием» диссертации.

Таким образом, в условиях среднесуглинистых темных сероземов Центрального Таджикистана наиболее выгодными и высокоэффективными общим итогом выполненной работы является поливы люцерны дождеванием с оптимальной нормой водоподачи 5245 м³/га. Для внедрения оптимального режима водоподачи по схеме 4-5 поливов за межкукосный период необходимо

проводить за вегетационным периодом, в среднем, 18 поливов с нормой 290 м³/га, и необходимо соблюдать влажность почвы перед поливами на уровне 75-80 %, от НВ. Технологии полива люцерны дождеванием обеспечивают равномерность полива, стабильную водоподачу, повышает продуктивность люцерны, снижает непроизводительные потери воды, сэкономят оросительную воду, исключают ирригационную эрозию и повышает производительность труда поливальщика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлены основные водно-физические свойства почв опытного участка: почва – темный серозем; содержание физической глины (сумма частиц меньше 0,01мм), в первом метре содержится 52,1%, во втором – 40,6%; при пахотном слое до 30см, объемная масса содержит 1,25 г/см³, ниже пахотном слое от 30 до 50 см, она повышается до 1,34 г/см³, при слое почвы от 50 до 100см – увеличивается до 1,39 г/см³; в слое почвы от 0-100 см запас влаги при НВ почвы составляет – 3290 м³/га; с повышением глубины слоя почвы до 200см снижается максимальная гигроскопичность и варьирует от 2,99 до 4,14%. Почва слабоводопроницаемая, составляет 890 м³/га за 6 часов. При ВРК (влажности разрыва капилляров) скорость водоотдачи почвы составляет 0,046-0,050, а при наименьшей влагоемкости (НВ) – от 0,090-0,105 г/см²/час. [1-А, 7-А];

2. В производственных условиях рекомендованные режимы орошения люцерны при поливе напуском не соблюдаются. Выявлено, что вместо 7 запланированных поливов, хозяйствами проводятся 4 полива с большими поливными нормами - 1555-1975 м³/га с оросительной нормой 7115 м³/га, а величина поверхностного сброса варьировался от 18 до 40% от объема поданной воды [3-А, 8-А];

3. В условиях Центрального Таджикистана экономически целесообразным вариантом орошения люцерны является способ дождевания с нормой водоподачи 4166 м³/га. При этом урожайность сена люцерны

относительно полива напуском повышается на 68,1 ц/га и экономия оросительной воды достигает 2949 м³/га или 41,4% [6-А, 10-А];

4. При увеличении оросительной нормы на 30%, всего лишь на 3,2 % повышается урожай люцерны. При уменьшении оросительной нормы на 20% урожай люцерны может снизиться на 8.6%; соответственно, при 40% - уменьшение на 32.4%; при 60% - уменьшение 46,9%. Предполивная влажность почвы при дождевании люцерны надо поддерживать на уровне 75-80% от НВ [3-А, 6-А];

5. Водный баланс показал, что при поливе напуском (контрольный вариант) за вегетационный период суммарное водопотребление составило 9755 м³/га, а доля оросительной воды, в среднем, составила 72,9 %. При дождевальном методе орошения люцерны, по мере повышения режима водоподдачи от 0,4М до 1,3М, суммарное водопотребление увеличивается от 5432 до 8595 м³/га. Исследования показали, что при повышении режима водоподдачи методом дождевания от 0,4М до 1,3М, коэффициент водопотребления снижается от 37,4 до 30,4 м³/ц. При режиме водоподдачи 0,8М наименьший коэффициент водопотребления составляет 26.6 м³/ц [3-А, 12-А];

6. Между урожаем сено люцерны (Y) и суммарным водопотреблением (X) определена тесная ($R^2=0,92$) криволинейная связь: $Y = -19,4X^2 + 314,2X - 984,7$. Также, показана связь урожая (Y) с коэффициентом (X) водопотребления ($R^2=0,76$) выраженная уравнением степенной функции: $Y = 0,0007X^2 - 0,35X + 74,2$ [2-А, 4-А, 5-А];

7. Разработана оптимальная схема модульного участка площадью 10 гектаров при дождевании люцерны. Даны технико-экономические обоснования схемы модульного стационарного дождевального участка, рассчитаны капитальные затраты на строительство модульного участка. Установлены оптимальные диаметры и потери напора по длине трубопроводов системы дождевания [9-А, 11-А];

8. Разработана оптимальная технологическая карта возделывания люцерны при дождевании и выявлены основные её параметры в условиях Центрального Таджикистана [2-А, 9-А];

9. Наибольший чистый доход (12066,0, 13478,5 и 13754 сомони/га) имеет поливы дождевания люцерны по вариантам 0,8М, М и 1,3М соответственно и прибавка условно-чистого дохода при дождевании люцерны по сравнению с вариантом контроль (способ полива - напуск), которая на этих вариантах составила +4389,8, +5802,1 и +6077,6 сомони/га, а в относительных величинах 57,2 75,6 и 79,2 % соответственно. Выявлено, что по сравнению с поливом напуском, рентабельность при дождевании люцерны превосходила на +86,3 % [5-А, 15-А].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях среднесуглинистых темных сероземов Центрального Таджикистана поливы люцерны дождеванием с оптимальной нормой водоподачи (4166-5245 м³/га) считается высокоэффективным и для внедрения рационального режима водоподачи необходимо проводить за вегетацию в среднем 18 поливов с поливной нормой 230-290 м³/га.

2. За межукосный период необходимо соблюдать влажность перед поливами на уровне 75-80 % от наименьшей влагоёмкости (НВ) почвы и проводить поливе по схеме 4-5 поливов. Рациональный режим водоподачи способом дождевания способствует получению 250-280 ц/га урожая сено люцерны.

3. Результаты исследований, как нормативный документ, можно использовать при разработке зональной системы земледелия и составлении планов водопользования в хозяйствах, оросительных системах и проектными организациями. Результаты исследований можно внедрить в учебном процессе Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Таджикской ССР.-Л: Гидрометеиздат, 1959. -152с.
2. Агрорекомендации МСХ Таджикской ССР по возделыванию люцерны. Душанбе, 1977.- С.77.
3. Айдаров И. П. Мелиоративный режим орошаемых земель и пути его улучшения / И. П. Айдаров, А. И. Голованов // Гидротехника и мелиорация. -1986. - №4. - С. 17-19.
4. Акрамов А. Режим орошения и водопотребление тонковолокнистого хлопчатника в системе круглогодичного использования земли на крайнем юго-западе Таджикистана: Автореферат кандидатской диссертации с.-х. наук. – Новочеркасск, 1992. – 26с.
5. Алмаханов В., Турешев О. Поливной режим фуражной люцерны на светлокаштановых почвах Алма-Атинской области. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1977, № 12, -С.26-28.
6. Алпатыев А. М. Влагооборот культурных растений. / А. М. Алпатыев. - Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1954. - 248с.
7. Алпатыев А. М. Влагообороты в природе и их преобразование / А. М. Алпатыев / - Л., Гидрометеиздат, 1969. - 323с.
8. Алпатыев С. М. К обоснованию формирования поливных режимов с использованием биоклиматического метода расчета суммарного испарения. / С. М. Алпатыев, В. П. Остапчик // Мелиорация и водное хозяйство. - Киев: Урожай, - вып.19. - 1971. - С.3-17
9. Аржанухина Е. В. Дифференцированный режим орошения и водопотребление люцерны для условий Саратовского Заволжья / Е. В. Аржанухина // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Саратов, 2001. - 21с.

10. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение (практикум). М. Сельхозгиз. 1958, 367с.
11. Ахмедов А. Д. Контуры увлажнения почвы при капельном орошении / А. Д. Ахмедов, Е. Ю. Галиуллина. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. -№ 3, 2012.-С.183-188.
12. Ахмедов Г.С. Режим орошения и водопотребление хлопчатника на светлых сероземах Северного Таджикистана //Авто. дисс. канд. с.-х.н. М-2011, 19с.
13. Ахмедов Х.А. Основные вопросы орошения и улучшения водопользования. Изд. «Узбекистан», Ташкент – 1973г., -202с.
14. Бабушкин Л.Н. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат, 1960, 135с.
15. Багров М. Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур в степной зоне Южного Поволжья / М. Н. Багров // Гидротехника и мелиорация. - 1970. - №7. - С.76-78.
16. Бальбульонов К.П. Влияние струенаправляющих элементов дальнеструйных машин на качество полива / К.П. Бальбульонов, Ш.И. Ильясов // Вести с.-х. науки Казахстана. – 1976. – № 1. – С. 48–56.
17. Барцев Б. П. Режим орошения семенной люцерны в Саратовском Заволжье / Б. П. Барцев // Пути улучшения использования орошаемых земель и дождевальной техники. - М.: 1985. - С. 144-150.
18. Белов А.И. Культура люцерны в Средней Азии. Ж. Социалистическое зерновое хозяйство. №2. 1931,-С.10-30.
19. Беспалов Н.Ф. Некоторые физические особенности светлых сероземов Голодной степи. В книге «Вопросы мелиорации Голодной степи», Ташкент, 1957, -С. 101–164.
20. Беспалов Н.Ф. Орошение культур хлопкового севооборота в Голодной степи. Изд. «Узбекистан». Ташкент. 1970, - 69с.
21. Богомолов А. И. Примеры гидравлических расчетов. Издательство «Транспорт», 1977, - 528с.

22. Бредихин Н.И. Дальнеструйные дождевальные машины / Н.И. Бредихин, Н.А. Ревенко // Механизация и электрификация с.х. - 1978. - № 7. - С.41-48.
23. Бухарев Ф.Н. Агротехника люцерны на сена и семена при орошении Текст. / Ф.Н. Бухарев // Опытная агрохимия. 1941. -№ 4. - С.15-16.
24. Величко Е.Б. Сельскохозяйственные мелиорации в Краснодарском крае - Краснодар, 1969, - 244 с.
25. Вуколов В.В. Разработка и выбор рабочих органов дождевальных машин для орошения при скорости ветра свыше 3 м/с: авт. диссертация кандидата технических наук / В.В. Вуколов. – Москва, 1992, - 22с.
26. Гаврилица А.Г. Некоторые пути повышения качества дождя / А.Г. Гаврилица // Сельское хозяйство Молдавии. – 1977. – № 5. – С.12–27.
27. Гарюгин Г. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1979. - 267с.
28. Гварамадзе И.Д. Влияние ветра на распределение искусственного дождя / И.Д. Гварамадзе // Вопросы гидромелиорации Грузии. – 1980. – № 3. – С.76–78.
29. Гельцер Ф.Ю. Влияние культур на плодородие почвы в условиях орошаемого земледелия Средней Азии. / Ф.Ю. Гельцер, И.Т. Ласукова // Ташкент. 1934, - 52с.
30. Гельцер Ф.Ю. Значение физических свойств почвы в условиях орошаемого земледелия Средней Азии и факторы их обуславливающие. Сб. «Физика почв». Москва. 1936.-С.115-120.
31. Гильдиев С.А. Ташкентская обл. в кн. «Режим орошения и гидромодульное районирование по Узб.ССР». Изд. «Узбекистан». 1971.- С. 367–368.
32. Голодковский В.Л. Биология семенной люцерны (систематика, фотопериодизм, влияние фосфорных удобрений, поливной режим) / В.Л. Голодковский, Х.И. Ибрагимова, Х.У. Азимов/ Ташкент: Издательство «Фан» Узбекистан, 1971, – 189с.

33. Голованов А. И. Мелиорация земель / А. И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров и др.; Под ред. А. И. Голованова. - М.: Колос, 2011, - 824с.
34. ГОСТ 10704-91, Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент, М. Стандартиформ, 2007, - 15с.
35. Грамматикати О. Г. Рациональная глубина увлажнения почвы при орошении поливных культур в степной зоне / О. Г. Грамматикати // Биологические основы орошаемого земледелия. М.: Наука. – 1966, - С. 144-152.
36. Григоров М. С. Влияние качества, объемов и интенсивности подачи воды на степень экологической безопасности орошения / М. С. Григоров, С. М. Григоров, А. Н. Полицимако // Международная конференция Российского отделения Международного общества экологической экономики (КЕЕ) / Природа и общество на рубеже нового тысячелетия: Глобализация и региональные эколого-экономические проблемы. - Саратов. – 1999, - С. 39-41.
37. Григоров М. С. Ресурсосберегающие и экологически обоснованные технологии орошения сельскохозяйственных культур / М. С. Григоров, С. А. Курбанов // Проблемы научного обеспечения экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях. ВГСХА. - Волгоград. – 2001, -С.62-64.
38. Григоров М. С. Снижение потерь поливной воды при орошении / М. С. Григоров, А. В. Кравчук, Р. В. Прокопец, Д. И. Шаврин // Доклады Российской академии сельскохозяйственной наук. – 2003, - №6. – С.55-56.
39. Гулов Т. Научно, основы, технология возделывание люцерны на кормовые цели и семена в условиях орошения Таджикистана. Дисс. док. Наук. Душанбе, 1998, 325с.
40. Гусейн-Заде С.Х. К методике определения равномерности дождя при испытании дождевальных машин / С.Х. Гусейн-Заде, В.И. Коваленко // Тракторы и сельхозмашины. – 1965, - № 12. - С.30-32.

41. Гусейн-Заде С.Х. О выборе расстояний между дальнеструйными аппаратами на стационарных системах / С.Х. Гусейн-Заде // Сб. науч. тр. / АзНИИГиМ. – Баку. – 1966, – № 6.-С.45.
42. Дементьев В.Г. /Орошение// Москва, Колос - 1979, - 302с.
43. Джалилов А.Ш. Режим орошения люцерны в условиях маломощных почв Ходжентского района. / А.Ш. Джалилов, И. Исламов /Республиканская конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 50-летию Комсомола Таджикистан. -Душанбе, 1975, -С.17-19.
44. Домуллоджанов Х.Д. Режим орошения люцерны / Х.Д. Домуллоджанов, С. Сатибалдиев, О. Рахмонов // Сельское хозяйство Таджикистана - 1983,- №3,- С.43-45.
45. Домуллоджанов Х.Д. Оптимальные режимы орошения люцерны в Гиссарской долине / Х.Д. Домуллоджанов, С. Сатибалдиев // Сельское хозяйство Таджикистана – 1984, - №9, - С.37-39.
46. Домуллоджанов Х.Д. Орошение фуражной и семенной люцерны в Вахтовой долине / Х.Д. Домуллоджанов, О. Рахмонов // Сельское хозяйство Таджикистана- 1985,- №2, - С.25-28.
47. Домуллоджанов Х.Д. Режимы орошения фуражной люцерны в Кулябской области / Х.Д. Домуллоджанов, С.А. Хакбердыев // Сельское хозяйство Таджикистана- 1987,- №3,- С.17-19.
48. Домуллоджанов Х.Д. и др. Рекомендации по режимам орошения сельскохозяйственных культур Таджикской ССР. / Том I, Душанбе, Дониш, 1988, 246с.
49. Домуллоджанов Х.Д. Режимы орошения основных сельскохозяйственных культур в хлопкосеющей зоне Таджикистана. Изд., «Дониш», Душанбе: 1992, -204с.
50. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985, – 368с.
51. Дронова Т. Н. Люцерна на орошении / Т. Н. Дронова // Степные просторы. – 1980, - №8, - С.52-54.

52. Дронова Т. Н. Оптимизация условий выращивания новых сортов люцерны. Оптимизация водного режима почвы при программировании урожая в орошаемом земледелии / Т. Н. Дронова // Сб. науч. Трудов. - Волгоград. – 1989, -С.65-77.
53. Ежеквартальный сборник средних сметных цен на основные строительные ресурсы. III квартал 2021 г. / Центр ценообразования в строительной отрасли Комитета по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан. – Душанбе, 2021, – 478 с.
54. Затицкий С. В. Нормирование орошения сельскохозяйственных культур по доступным влагозапасам расчетного слоя почвы / С. В. Затицкий // Научные проблемы мелиорации и электрификации сельского хозяйства в зоне Нижнего Поволжья. - Саратов, 1999, - С.9-12.
55. Затицкий С. В. Расчетный слой увлажнения почвы, критерии его обоснования / С. В. Затицкий // Организация, технология и механизация производства. - Саратов. – 1993, - С.31 - 38.
56. Зимина Н.И. Изменение физических свойств сероземов под влиянием хлопково-люцернового севооборота и удобрений / Н.И. Зимина // Ж. Почвоведение. №8. 1951, - С.470-480
57. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара. / Н.Н. Иванов //- М.: Из - во АН СССР. Сер. география и геофизика. – 1941, № 3, – С.118-124.
58. Ковда В.А. Пределы токсичности солей в почвах Пахтаарала для люцерны и хлопчатника. / В.А. Ковда // Ж. «Почвоведение». №4. 1939, - С.80–98
59. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. I-II. Москва. 1947- 948с.
60. Ковда В.А. Изменение плодородия почв при неправильном использовании и орошении. В кн. «Орошение и дренаж засоленных почв и их изменение при длительном использовании». Изд. «Наука». Москва. 1967, - 105с.
61. Козлов А.И. Определение радиуса полива струйного дождевального аппарата / А.И. Козлов, М.В. Манасян // Современные методы разработки

- и оценки технологий и технологических средств полива. – Москва, 1986,- С.67-73.
62. Козлов А. И. Оптимизация выбора дождевальных аппаратов с использованием ЭВМ / А.И. Козлов, Е.П. Олефир, А.А. Кристанов, В.В. Вишняков // Современные методы разработки и оценки технологий и технических средств полива. – Москва: ВНИИГиМ, 1986, – С.16.
63. Колпаков В. В. Сельскохозяйственные мелиорации / В. В. Колпаков, И. П. Сухарев. - М.: Колос, 1981, - 327с.
64. Корсак В. В. Автоматизация расчетов дефицитов водного баланса орошаемых культур для Саратовского Заволжья / В. В. Корсак, О. Ю. Холуденева, В. А. Лепина // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: Мат. VI Всероссийской научно-практ. Конф. Часть 1. - ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2012, - С. 275-279.
65. Корсак В. В. Климатические условия и урожайность поливных культур Саратовской области / В. В. Корсак, Р. В. Прокопец, А. Н. Ломовцева, Е. В. Смирнова, Ю. О. Воронина // Научная жизнь. – 2013, - №3, - С.27-33.
66. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. - М.: Сельхозгиз, 6-е изд. Доп. 1960, - 662с.
67. Костин, Б. И. Формирование водного баланса поливных земель при дождевании/ Б. И. Костин М. Я. Фишман // Степные просторы. – 1986, - №5, - С.32-34.
68. Кравчук А. В. Инфильтрация оросительной воды при различных поливных режимах люцерны / А. В. Кравчук // Информационный листок. Саратовской МТЦНТИ. – 1990, - № 23-90, – С.2.
69. Кравчук А. В. Оперативное определение поливной нормы для каштановых и темно-каштановых почв Заволжья / А. В. Кравчук // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007, - №2, - С.42-43.
70. Кравчук А. В. Потери поливной воды с поверхностным стоком на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья. / А. В. Кравчук, Д. И. Шаврин, Р. В. Прокопец. // Вопросы мелиорации и водного хозяйства

- Саратовской области: Сб. науч. Тр. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. - Саратов, 2002, - С.3-6.
71. Кутеминский В.Я., Леонтьева Р.С. Почвы Таджикистана. - Душанбе: Ирфон, 1966,-Вып.Х. -222с.
72. Ларионов А. Г. Пути повышения урожая люцерны / А. Г. Ларионов, В. Т. Морковин // Степные просторы. – 1970, - № 5. - С. 43-45.
73. Ларионов А. Г. Режим орошения люцерны / А. Г. Ларионов // Труды Валуйской опытно-мелиоративной станции. - Волгоград, 1966, - С. 108-131.
74. Лебедев Б.М. Дождевальные машины / Б.М. Лебедев. – Москва: Машиностроение, 1977, - С.244–247
75. Легостаев В.М. - Мелиорация засоленных земель. - Ташкент: Госиздат УзССР, 1959, - 153с.
76. Литвинов В.Н. Интенсификация люцернового клина в хлопково-люцерновом севообороте. / В.Н. Литвинов, Б.С. Сангинов, Т. Гулов // Сельское хозяйство Таджикистана, 1978,- № 3, - С.51-57.
77. Литвинов В.Н. Интенсификация люцернового клина в севообороте Таджикистана / В.Н. Литвинов, М.Н. Сардорев / Обзор. информ. ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1990г, -40с.
78. Лихацевич А. П. Нормированный режим орошения сельскохозяйственных культур / А. П Лихацевич // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005, - №4, - С.18-20.
79. Лысогоров С.Д. Практикум по орошаемому земледелию. / С.Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко /М.: Агропромиздат, 1981, - 129с.
80. Льгов Г.К. Биологические особенности поливного режима сельскохозяйственных культур / Г. К. Льгов // Биологические основы орошаемого земледелия: Сб. научных трудов. - М.: Изд-во АН СССР, 1966, - С.46-57.

81. Лямперт Г.П. Дождевание при ветре ДДН-70 при изменении угла наклона ствола аппарата / Г.П. Лямперт // Новое в технике и технологиях полива. – Москва, 1980,-С. 54–58
82. Мавлянова С. Влияние режим орошения на урожай сена и семян люцерны. Автореферат. Кандидата с-х наук. Ташкент. 1974, -24с.
83. Максумов А.Н. Выращивание люцерны. / А.Н. Максумов, В.Н. Литвинов, С. Имамов/ Душанбе: Ирфон, 1974, - 64с.
84. Малыгин В.С. Мелиорация засоленных земель в Средней Азии. В сб. «Проблемы ирригации республик Средней Азии», под редакцией Л.А. Авербурга, Издание Средазгосплана, Ташкент. 1934, - 255с.
85. Мамбетназаров Б. Режим орошение люцерны в северной зоны хлопкосеяния Каракалпакской АССР. Орошение в хлопководстве (Труды СоюзНИХИ, выпуск XXVII), Ташкент, 1974, - С.127-130.
86. Махамбетов А. Поливной режим люцерны и кукурузы в старой зоне орошения Голодной степи. Автореферат кандидата с-х наук. Ташкент. 1970, -24с.
87. Мелиоративные системы и сооружения. СНиП 2.06.03-85, -М.ЦИТП Госстроя СССР, 1986, - 60с.
88. Морковин В. Т. Расчет экологически безопасных норм водопотребности и режимов орошения сельскохозяйственных культур / В. Т. Морковин, В. В. Иванов, В. В. Корсак // Техническое совершенствование и эксплуатация оросительных систем в засушливой зоне Российской Федерации: Сб. науч. Тр. М.: ЦНТИ Мелиоводинформ, 2000, - С.140-147.
89. Муртазин Р.М. Синхронно-импульсное дождевание на крутых склонах в Гиссарской зоне. Вопросы мелиоративного строительства. / Труды // ТСХИ, Том. 34. Душанбе, 1978, - С.34-37.
90. Николаев А.В. К теории поливных режимов сельскохозяйственных культур. Диссертация доктора сельскохозяйственных наук. Сталинабад: Изд-во Акад. наук Таджик. ССР, 1956, - 268с.

91. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. - М.: ВИНТИ, 1977, - Т.3. - С.11-65.
92. Носенко В.Ф. Оценка гидравлических характеристик ДМ «Кубань» / В.Ф. Носенко, В.Г. Луцкий, С.С. Савушкин // Гидротехника и мелиорация. – 1982, – № 5, - С.41-43.
93. Нурматов Н.К. Технология орошения сельскохозяйственных культур на склоновых землях. Изд. «Ирфон», Душанбе, 1991, - 371с.
94. Овчинников А. Б. Водосберегающие режимы орошения кормовых культур в условиях Саратовского Заволжья / А. Б. Овчинников // Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. С-х наук, Саратов, 2001. - 21с.
95. Олейник А. М. Урожайность сельскохозяйственных культур при проектных режимах орошения / А. М. Олейник, А. Ю. Черемисинов // Орошаемые черноземы и их рациональное использование: Сб. трудов ЮжНИИГиМ. -Новочеркасск, 1990, - С.45-48.
96. Ольгаренко В. И. Информационные технологии планирования водопользования в хозяйствах / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, О. П. Кисаров, В. И. Селюков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012, - № 78, -С.279 – 290.
97. Ольгаренко В. И. Компьютерная технология планирования водопользования в оросительных системах / И. В. Ольгаренко, В. И. Селюков // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012, - № 4, - С.12 - 15.
98. Ольгаренко Г. В. Водосберегающие почвозащитные технологии орошения / Г. В. Ольгаренко, В. И. Ольгаренко // Мелиорация антропогенных ландшафтов. Водосберегающие почвозащитные технологии орошения на Нижнем Дону. - Новочеркасск, 2000, - С.20-24

99. Орлов Н.Б. Урожай семенной люцерны может быть выше. // Хлопководство, 1970, - № 5,- С.27-28.
100. Панкова Т. А. Адаптивное нормирование орошения люцерны на темно-каштановых почвах сухостепного Заволжья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Саратов, 2015, -145с.
101. Панкратов П.А. Гидрогеологическое обоснование ирригационно-мелиоративных мероприятий в Таджикистане. Душанбе. Изд. «Дониш». 1969, -59с.
102. Пронько Н. А. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок. / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, А. С. Фалькович // Мелиорация и водное хозяйство - №4, 2014, - С.16-19.
103. Приклонский В.А. Растительность и грунтовые воды // Гидрогеол. и инж. геология. 1935, Т.1, - С.132-167.
104. Пулатов Я.Э. Научные основы оптимизации режимов орошения основных зерновых культур в Таджикистане: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: Т. 1996, -355с.
105. Пулатов Я.Э. Дождевание люцерны в условиях Центрального Таджикистана /Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н.// Теоретический научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Шириншо Шотемур, Душанбе – 2019, №3-А (84). - С. 207-211.
106. Пулатов Я.Э. Рекомендации по инновационным технологиям орошения сельскохозяйственных культур в условиях климатических изменений Таджикистана / Я.Э. Пулатов, Д.М. Умаров, П.Н. Джабборов, Ҳ. Олимов, Ф.Н. Расулов, Г. Разакова, и др. / Государственное учреждение ТаджикНИИГиМ, Издательство ООО “Ходжи Хасан”, Душанбе.-2021, 40с.
107. Пулатова Ш.С. Влияние гранулометрического состава и влажности почвы на водопотребление озимой и яровой пшеницы в условиях темных сероземов Гиссарской долины Таджикистана: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: Душанбе, 2002. -168с.

108. Пулатов Ш.Я. Повышение равномерности увлажнения при бороздковом поливе хлопчатника в условиях Центрального Таджикистана//Автореферат канд. дисс. М: 2013, - 23с.
109. Раджабов Т. Режим орошения люцерны на такырных почвах Каршинской степи. Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент. 1978, - 22с.
110. Раевская Н. Г. О поливах малыми нормами сельскохозяйственных культур при дождевании на орошаемых землях саратовского Заволжья / Н. Г. Раевская // Повышение эффективности мелиоративных систем: научные труды МГМИ. - М., 1983, - С.83-86.
111. Расулов Ф.Н. Оптимальная водоподача при дождевании люцерны в условиях Гиссарской долины /Расулов Ф.Н.// Теоретический, научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, Душанбе. -2022, №4 (97) – С.140-145.
112. Рахматиллоев Р. Параметры увлажнительной сети при внутрпочвенном капельном орошении хлопчатника. Сборник научных трудов ВНИИГиМ «Новая техника орошения для предгорных районов аридной зоны», Москва, 1983, -С.49-56.
113. Рахматиллоев Р. Технология орошения хлопчатника при интенсивных способах возделывания в Таджикистане. Диссер. на соиск. уч.степени доктор с.-х.н. Москва, 2005, -324с.
114. Рачинский А.А. Результаты изучения режима в Южном Хорезме. Ж. «Хлопководство». №6. 1964, -С.15
115. Рашидов Х.И. Кормовые культуры.// Рашидов Х.И., Сизова В.П. / Сб. науч. трудов Тадж НИИ земледелия. Душанбе, 1974, - Т.5, - С.43-51.
116. Роде А. А. Почвенная влага. - М.: Издательство Академии наук СССР, 1952, - 454 с.
117. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение. Сельхозгиз. Москва, 1956, - 438с.
118. Ротмистров В.Г. Корневая система сельскохозяйственных растений и урожай //Совет.агрономия,- 1939, №8, -С.61-74.

119. Садриддинов А.А. Повышение плодородия эродированных земель//Тезисы докладов республиканской научной конференции «Освоение целинных земель под орошение в Таджикистане» Изд. «Дониш» - Душанбе: 1982, - С.30-33.
120. Савушкин С.С. Обеспечение оптимальных гидравлических характеристик низконапорной дождевальнoй машины «Фрегат» / С.С. Савушкин, И.А. Бобров, Т.М. Некрасов // Оптимизация технических средств и технологии полива. – Москва, 1985, – С.61–65.
121. Сардорoв М. Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность совмещённых посевов люцерны со злаковыми культурами в условиях Центрального Таджикистана: автореф. дис. док. с.-х. наук. - Душанбе, 1997, - 45с.
122. Сатибалдиев С. Влияние глубины расчётного слоя почвы при поливах на водопотребление хлопчатника и урожай в Гиссарской долине. /Сатибалдиев С.// Сборник научных трудов ТНИИЗ, Душанбе, 1973, С.39-54.
123. Храбров М.Ю. Ресурсосберегающие технологии и технические средства орошения. Автореферат дисс. доктора технических наук Москва – 2008, - 46с.
124. Чаповская Е.В. Суммарное испарение с орошаемых земель Гиссарской долины Тадж. ССР. 1968, -С.96-106.
125. Чаповская Е.В. Суммарное испарение сельскохозяйственных культур и возможное участие в нем грунтовых вод. / Чаповская Е.В. // В сб;: Мелиорация орошаемых почв Таджикистана. Душанбе, 1969, -С.127-138.
126. Чумакова Л. Н. Определение испарения различными методами при возделывании кормовых культур / Л.Н. Чумакова, Д.В. Плотников, С.Б. Исхаков // Аграрный научный журнал. – 2012, - №4, - С.36-39.
127. Шабанов В. В. Биоклиматическое обоснование мелиорации. - Л.: Гидрометеoиздат, 1973, - 165с.

128. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб.
/ Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелева /Справочное пособия, 6-е изд. перераб. и
доп. М.: Стройиздат, 1984, –116с.
129. Шейнкин Г.Ю. Новое в технологии проведения механизированных
поливов по бороздам в предгорных условиях аридной зоны. В кн.: Новая
техника орошения для предгорных районов аридной зоны. / Г.Ю.
Шейнкин, В.Б. Гордеев, О.А. Осадчи // - М., ВНИИГиМ, 1983, С.11-23
130. Шодиев О. Статистические итоги второго тура крупномасштабного
почвенного обследования староорошаемых земель хлопковой зоны /
О.Шодиев, Г.Г.Земан и др. /Таджикской ССР: Справочник. -Душанбе,
1985. - 27с.
131. Эшанова З. Люцерна текущего года под покровом зерновых колосовых. /
З.Эшанова // Научно-обоснованная система земледелия Таджикской ССР.
Душанбе, 1984, С.284-285.
132. Belmans C. Simulanion of the water balance of a cropped soil / C. Belmans.,
J.G. Wesseling and R.A. Feddes // SWATRE. J. Hudrol, 1983, - 63, -P.271-286.
133. Bennet O.L. Effect of moisture regume and stage of plant growth on moisture
use by Cotton. Soil science, 1958, - r. 98.
134. Ewerst C. Irrigation in more than changing Water. / C. Ewerst. // Idaho Farmer
Stockman. – 1983, - V. 101. - P. 10-22.
135. Fischbach P. Scheduling key to efficient irrigation / P. Fischbach, G.
Buttermore. // Ranh and Home Quarterly. – 1984, - V.30. - №3a. - P.26-27.
136. <https://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан

[1-А]. Расулов Ф.Н. Обоснование актуальности научных исследований по совершенствованию техники и технологии орошения люцерны, в условиях Центрального Таджикистана / Ф.Н. Расулов // Теоретический, научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, Душанбе. -2025, №4 (109). – С.149-151.

[2-А]. Расулов Ф.Н. Технология полива люцерны дождеванием в условиях Центрального Таджикистана / Ф.Н. Расулов // Теоретический, научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, Душанбе. -2025, №4 (109). – С.151-154.

[3-А]. Расулов Ф.Н. Оптимальная водоподача при дождевании люцерны в условиях Гиссарской долины / Ф.Н. Расулов // Теоретический, научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, Душанбе. -2022, №4 (97). –С.140-145.

[4-А]. Расулов Ф.Н. Дождевание – водосберегающая технология орошения / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов // Водные ресурсы, энергетика и экология. ИВП ГЭиЭ НАНТ, Душанбе.- 2022, Том 2, №1.-С.21-25.

[5-А]. Расулов Ф.Н. Инновационные подходы совершенствования технологии орошения сельскохозяйственных культур в Таджикистане / Я.Э. Пулатов, Ш.Я. Пулатов, Г.Т. Разокова, Ф.Н. Расулов // Мелиорация и водное хозяйство. М. – 2021. – №6. – С. 14–19.

[6-А]. Расулов Ф.Н. Инновационный подход: оптимизация режима водоподачи дождеванием люцерны / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук, Душанбе – 2020, № 4 (66) – С.39 – 42.

[7-А]. Расулов Ф.Н. Дождевание люцерны в условиях Центрального Таджикистана / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов // Теоретический научно-практический журнал “Земледелец” (Кишоварз) Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур, Душанбе – 2019, №3-А (84). - С.207-211.

[8-А]. Расулов Ф.Н. Водосберегающие технологии и продуктивность воды в орошаемом земледелии Таджикистана / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов, Б.С. Сангинова, Г. Разакова // «Наука и инновация» №2, Таджикский национальный Университет, Душанбе: «СИНО» 2017, -С.228-234.

Статьи, опубликованные в научных сборниках, журналах и материалы конференций

[9-А]. Расулов Ф.Н. Техничко-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка / Ф.Н. Расулов / Матер. МНПК “Устойчивое управление водными ресурсами – основа решения стратегической цели по продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата” посвященной всемирному дню воды – 22 марта, ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе.- 2024, -С.143-149.

[10-А]. Расулов Ф.Н. Водосберегающие технологии полива сельскохозяйственных культур / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов, М.Дж. Худоназарова, Г.Т. Разакова, А.А. Розиков / Матер. МНПК “Водные ресурсы Республики Таджикистан, современное состояние в рамках международного десятилетия “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг.” ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе.- 2021, -С.29-35.

[11-А]. Расулов Ф.Н. Инновационные технологии орошения сельскохозяйственных культур и водонормирования в условиях климатических изменений Таджикистана / Я.Э. Пулатов, Х. Олимов, Ф.Н. Расулов, Г. Разакова, Б. Сангинова, Г. Ахмедов, С. Саидмуродов / «Управление водными ресурсами: проблемы и пути устойчивого развития» (Том 4) ГУ «ТаджикНИИГиМ» Душанбе.- 2021, -С.92-97.

[12-А]. Расулов Ф.Н. Водный баланс люцернового поля при поливе дождеванием / Я.Э. Пулатов, Ф.Н. Расулов / Матер. МНПК “Воздействующая роль международного десятилетия действия “Вода для устойчивого развития, 2018-2028” и их влияние на обеспечение эффективности использования, охраны водных и земельных ресурсов в Республике Таджикистан” ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе.- 2020, -С.157-160.

[13-А]. Расулов Ф.Н. Инновационные подходы к проблемам орошения сельскохозяйственных культур / Ф.Н. Расулов, С.С. Сафаров / Респ. НПК “Рациональное управление водными ресурсами - залог устойчивого развития сельского хозяйства”, посв. Международному Десятилетию действий “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг.” ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе.- 2018, С.65-71.

[14-А]. Расулов Ф.Н. Водная и продовольственная безопасность в условиях климатических изменений Таджикистана /Пулатов Я.Э., Расулзода Х.Х., Расулов Ф.Н., Сангинова Б., Сафаров С./ «Управление водными ресурсами: проблемы и пути устойчивого развития» (Том 2) Матер. НПК «Устойчивое использование водных ресурсов и его влияние на отрасли национальной экономики в условиях изменения климата» посв. Международному Десятилетию действий “Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг.” ГУ “ТаджикНИИГиМ”, Душанбе. -2017, -С.19-25.

Рекомендация производству

[15-А]. Расулов Ф.Н. Рекомендации по инновационным технологиям орошения сельскохозяйственных культур в условиях климатических изменений Таджикистана / Я.Э. Пулатов, Д.М. Умаров, П.Н. Джабборов, Ҳ. Олимов, Г. Разакова, и др. / Государственное учреждение ТаджикНИИГиМ, Издательство ООО “Ходжи Хасан”, Душанбе.-2021, 40с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1.

Основные климатические характеристики Гиссарской долины

Метеостанции	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Температура воздуха, °C													
Пахтаабад	1.7	4.6	9.6	15.7	21.3	26.1	27.6	25.6	20.6	14.5	9.0	3.4	15.1
Шахринау	1,0	3,6	8,4	14,7	20,1	24,9	28,1	26,1	21,7	15,4	9,3	4,3	14,9
Гиссар	0,7	3,7	8,7	14,9	19,7	24,3	27,0	25,1	19,9	13,8	8,7	4,1	14,4
Душанбе, агро	0,8	3,6	8,8	14,9	19,8	24,3	27,0	25,1	19,9	13,7	8,7	2,7	14,1
Вахдат	0.3	2,8	8,3	14,7	19,9	25,2	28,2	26,2	20,7	14,1	8,5	4,0	14,4
Файзабад	0	0,9	5,6	12,6	17,9	22,5	28,2	26,2	19,8	13,7	7,3	2,1	12,8
Осадки, мм													
Пахтаабад	58	69	94	83	51	10	0	0	0	15	40	55	475
Шахринау	70	84	95	112	66	13	0	1	0	19	51	68	609
Гиссар	66	73	116	113	85	17	0	0	0	21	41	63	595
Душанбе, агро	66	73	116	113	75	17	0	0	0	21	51	63	595
Вахдат	76	85	140	136	91	21	0	0	0	25	58	73	705
Файзабад	79	87	168	163	109	25	0	0	0	30	60	70	795

Продолжение приложение 1.

Относительная влажность воздуха, %													
Пахтаабад	62	61	62	58	50	39	42	48	47	47	54	67	53
Шахринау	57	57	59	54	48	33	32	36	32	35	46	63	46
Гиссар	75	71	70	65	61	45	40	42	45	54	64	76	59
Душанбе, агро	62	51	61	56	53	39	37	42	40	44	54	62	50
Вахдат	57	56	60	54	50	37	31	36	35	42	53	66	47
Файзабад	54	65	54	55	52	41	40	35	52	41	45	50	47
Испаряемость по Н.Н. Иванову [57, с.118-124] с поправочным коэффициентом 0,8													
Пахтаабад	39,2	49,2	65,5	100,2	154,3	229,4	231,1	191,7	158,7	119,1	76,6	42,2	1457
Шахринау	41,8	50,6	65,9	104,4	152,3	240,2	276,1	245,4	213,6	152,8	91,5	45,7	1680
Гиссар	23,8	34,4	49,1	80,2	140,3	192,5	233,6	209,6	159,7	99,7	58,9	29,3	1311
Душанбе, агро	36,4	57,7	64,2	100,9	135,8	213,5	245,3	209,6	174,2	120,8	75,2	42,0	1476
Вахдат	39,6	49,0	63,9	126,3	145,2	228,6	281,2	241,6	177,1	127,7	76,0	41,2	1597
Файзабад	41,4	33,8	62,0	91,6	127,2	191,7	244,5	245,4	196,5	127,2	82,6	52,9	1497

Приложение 2. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 1)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=48мм (45)	п.м	5904	66	389664						
6	то же d=88мм (84)	п.м	300	127	38100						
7	то же d=127мм (122)	п.м	320	187	59840						
8	то же d=140мм (136)	п.м	720	205	147600						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=22мм	п.м	1512	27	40824						
11	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
12	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 684008x10%				68400,8						
13	Задвижка d=140мм, P=10атм	шт	10	350	3500						
	Итого:				786674	1	2	3	7866,74	15733,5	23600,2
14	Установка насосный агрегат 1K100-65-250	шт	2	20000	40000	3	5	8	1200	2000	3200
15	Здание насосной станции	шт	1		40000	1	2	2	400	800	800
	Итого:				866674				9466,74	18533,5	27600,2
	На 1 га				86667,4						

Приложение 2.1. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 2)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=20мм (18)	п.м	5904	27	159408						
6	то же d=75мм (70)	п.м	300	95	28500						
7	то же d=110мм (106)	п.м	320	118	37760						
8	то же d=127мм (122)	п.м	720	177	127440						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=16мм	п.м	1512	22	33264						
	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
11	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 394352х10%				39435,2						
12	Задвижка d=132мм, Р=10атм	шт	10	300	3000						
	Итого:				467552	1	2	3	4675,52	9351,04	14026,6
13	Установка насосный агрегат 1К100-65-250	шт	8	20000	160000	3	5	8	4800	8000	12800
14	Здание насосной станции	шт	4		160000	1	2	2	1600	3200	3200
	Итого:				787552				11075,5	20551	30026,6
	На 1га				78755,2						

Приложение 2.2. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 3)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортиз- ация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Аморти- зация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=42мм (40)	п.м	5904	58	342432						
6	то же d=80мм (76)	п.м	300	102	30600						
7	то же d=114мм (108)	п.м	320	123	39360						
8	то же d=132мм (127)	п.м	720	184	132480						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=18мм	п.м	1512	25	37800						
11	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
12	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 585612х10%				58561,2						
13	Задвижка d=132мм, Р=10атм	шт	10	300	3000						
	Итого:				682978,2	1	2	3	6829,78	13659,6	20489,3
14	Установка насосный агрегат 1К100-65-250	шт	2	20000	40000	3	5	8	1200	2000	3200
15	Здание насосной станции	шт	1		40000	1	2	2	400	800	800
	Итого:				762978,2				8429,78	16459,6	24489,3
	На 1га				76297,82						

Приложение 2.3. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 4)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=63,5мм (60)	п.м	5904	74	436896						
6	то же d=95мм (91)	п.м	300	137	41100						
7	то же d=140мм (136)	п.м	320	205	65600						
8	то же d=152мм (148)	п.м	720	224	161280						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=24мм	п.м	1512	30	45360						
11	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
12	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 758216x10%				75821,6						
13	Задвижка d=152мм, Р=10атм	шт	10	400	4000						
	Итого:				868803	1	2	3	8688,026	17376,1	26064,1
14	Установка насосный агрегат 1K100-65-200	шт	2	20000	40000	3	5	8	1200	2000	3200
15	Здание насосной станции	шт	1		40000	1	2	2	400	800	800
	Итого:				948803				10288,026	20176,1	30064,1
	На 1га				94880,3						

Приложение 2.4. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 5)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=73мм (70)	п.м	5904	80	472320						
6	то же d=105мм (102)	п.м	300	152	45600						
7	то же d=156мм (152)	п.м	320	230	73600						
8	то же d=163мм (159)	п.м	720	240	172800						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=26мм	п.м	1512	32	48384						
11	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
12	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 820684х10%				82068,4						
13	Задвижка d=163мм, Р=10атм	шт	10	500	5000						
	Итого:				938517	1	2	3	9385,17	18770,3	28155,5
14	Установка насосный агрегат 1К100-65-200	шт	2	20000	40000	3	5	8	1200	2000	3200
15	Здание насосной станции	шт	1		40000	1	2	2	400	800	800
	Итого:				1018517				10985,2	21570,3	32155,5
	На 1га				101852						

Приложение 2.5. Расчет капитальных затрат на строительство модульного участка (вариант 6)

Показатели						Нормы отчисления, %			Годовая сумма отчисления, сом		
№ п/п	Наименование работ	Единиц. Изм.	Кол-во	Стоим. Ед.	Общ. Стоим.	Тек. Рем.	Кап. ремонт	Амортизация	Тек. ремонт	Кап. ремонт	Амортизация
1	Разработка грунта в траншее глубиной до 2м экскаватором	м3	2550	6	15300						
2	Дороботка грунта в ручную	м3	255	28	7140						
3	Обратная засыпка грунта	м3	725	9	6525						
4	Обратная засыпка грунта бульдозером с перемещением до 5м	м3	1800	1	1800						
5	Укладка металлических труб d=76мм (73)	п.м	5904	84	495936						
6	то же d=114мм (108)	п.м	300	166	49800						
7	то же d=163мм (159)	п.м	320	240	76800						
8	то же d=168мм (163)	п.м	720	246	177120						
9	то же d=160мм	п.м	12	245	2940						
10	Установка стояк из металлических труб d=28мм	п.м	1512	35	52920						
11	Дождевальнй аппарат 5022SD	шт	504	10	5040						
12	Установка фасонных частей 10% от стоимости труб 860556x10%				86056						
13	Задвижка d=168мм, Р=10атм	шт	10	500	5000						
	Итого:				982377	1	2	3	9823,766	19647,532	29471,298
14	Установка насос. агрегат 1К100-65-200	шт	2	20000	40000	3	5	8	1200	2000	3200
15	Здание насосной станции	шт	1		40000	1	2	2	400	800	800
	Итого:				1062377				11423,766	22447,532	33471,298
	На 1га				106238						

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор ИВПГЭ, ЭНАНТ
 д.т.н., доцент _____ Амирзода О.Х.
 от «22» _____ 2023 г.

СПРАВКА

**о внедрении результатов диссертационной работы Расулова Ф.Н.
 «Оптимизация режима водоподачи при дождевании люцерны в
 условиях Центрального Таджикистана»**

Мы, в составе: Пулатов Я.Э.-д.с.-х.н., профессор, заведующий отделом инновационных технологий и научно-образовательных исследований, руководитель регионального проекта; Носиров Н.К., - д.т.н., научный консультант института, участник проекта; Ниязов Дж.Б. – к.и.н., заведующий лабораторией климатологии, гляциологии и моделирования водных ресурсов, участник проекта подтверждаем, что диссертационная работа Расулова Ф.Н. на тему «Оптимизация режима водоподачи при дождевании люцерны в условиях Центрального Таджикистана» выполнена на актуальную тему, представляет практический интерес и результаты её были использованы при реализации проекта Международного научно-технического Центра (МНТЦ) ТЖ-2412 «Оценка водных и земельных ресурсов в малых трансграничных реках бассейна реки Амударья с использованием данных дистанционного зондирования земли», который реализован Институтом водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана.

Результаты исследований были использованы при оценке водно-земельных ресурсов и их рационализации, разработке водосберегающих технологий орошения, а также в учебном процессе для магистров и докторантов по специальности «Водные ресурсы и водопользования».

Справка дана для представления в диссертационной Совет по защите кандидатской диссертации.

Пулатов Я.Э. -д.с.-х.н., _____
 Носиров Н.К., - д.т.н., _____
 Ниязов Дж.Б. – к.и.н., _____



**Министерство энергетики и водных ресурсов
Республики Таджикистан**

Государственное учреждение «ТаджикНИИГиМ»

734064, г. Душанбе, ул. Шамси 5/1,
Тел: +992 37 236 59 40, факс: +992 37 235 35 23
E-mail: info@niigim.tj, web: www.niigim.tj

№ 45
от «28» апреля 2023 г.

Справка

Настоящая справка дана Расулову Ф.Н. о том, что разработанная им технология дождевания люцерны используется в Гиссарском научно-исследовательском центре ГУ «ТаджикНИИГиМ» на площади 2,7 га с 2018 года.

Результаты внедрения в производство технологии дождевания люцерны показали, что урожайность сена люцерны с этой площади составила 25 т/га при пяти укосах. Экономический эффект от внедрения этой технологии по сравнению с поливами по полосам составил 4390 сомони/га, экономия воды на 1 т сена люцерны 220 м³.

Справка дана для представления в диссертационный совет по защите кандидатской диссертации.

С уважением,
генеральный директор

Умаров Д.М.

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҲИ
АГРАРИИ ТОҶИКИСТОН
БА НОМИ ШИРИНШОҲ ШОҲТЕМУР



РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ТАДЖИКСКИЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ШИРИНШОХ ШОТЕМУР

734003, Ҷумҳурии Тоҷикистон ш. Душанбе, хиббони Рӯдакӣ, 146	TALIK AGRARIAN UNIVERSITY named after SHIRINSHO SHOTEMUR 146, Rudaki av., Dushanbe, Tajikistan, 734003	734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 146
--	--	--

Tel. / Fax: (992-37) 224 72 07 // E-mail: rectortau31@mail.ru // www.tajagroun.tj

№ 01/004 « 01 » 12 2023

Справка о внедрение результатов научной работы аспиранта Расулова Ф.Н. на тему: **“Оптимизация режима водоподачи при дождевании люцерны в условиях Центрального Таджикистана”** в процессе обучения студентов Таджикского аграрного Университета имени Шириншоха Шотемур

Результаты научной работы Расулова Фируза Нематиллоевича на тему: **“Оптимизация режима водоподачи при дождевании люцерны в условиях Центрального Таджикистана”** используется в ходе лекционных и теоретических занятий на тему проектирование, строительство и эксплуатация дождевальной систем на кафедрах Мелиорации, рекультивации и охраны земель, Строительной механики и гидротехнических сооружений и Эксплуатации гидромелиоративных систем Гидромелиоративного факультета.

Ректор, профессор



Махмадёрзода У.М.

Приложение 6. Взятие почвенных образцов



Приложение 7. Определение влажности почвы термостатно-весовым методом



Приложение 8. Определение водопроницаемости почвы



Приложение 9. Учет воды при бороздковом поливе и дождевании люцерны



Приложение 10. Определение биомассы и урожайности люцерны



Приложение 11. Апробация проведения опыта

