

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

УДК 631.674.5:631.671.1 (575.3)

На правах рукописи



РАСУЛОВ Фируз Нематиллоевич

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

ДИССЕРТАЦИЯ

**на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 06.01.02. – мелиорация, рекультивация и охрана
земель.**

Научный руководитель:
Иностраный член РАН, доктор
сельскохозяйственных наук,
профессор Пулатов Я.Э.

ДУШАНБЕ – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Состояние изученности вопроса (обзор литературы).....	10
1.1. Техника и технология орошения дождеванием.....	10
1.1.1. Виды дождевания и их классификация.....	10
1.1.2. Особенности орошения дождеванием.....	13
1.1.3. Поливная техника при дождевании сельскохозяйственных культур.....	16
1.2. Режим предполивной влажности почвы, нормы поливов и водопотребление люцерны.....	22
Глава II. Краткая почвенно-климатическая характеристика Центрального Таджикистана.....	34
2.1. Климатические условия районов Центрального Таджикистана.....	34
2.2. Почвенные условия Центрального Таджикистана.....	37
Глава III. Методика и объект исследований.....	41
Глава IV. Результаты исследований.....	49
4.1. Водно-физические свойства почв.....	49
4.2. Полив люцерны напуском.....	59
4.3. Оптимизация режима водоподдачи при дождевании и сравнительная оценка способов полива люцерны.....	67
4.4. Влияние способов полива на продуктивность люцерны.....	71
4.5. Водный баланс люцернового поля при различных способах полива.....	75
4.6. Технико-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка.....	88
4.7. Технологическая карта возделывания люцерны при дождевании в условиях Центрального Таджикистана.....	111
4.8. Экономическая эффективность технологии полива люцерны дождеванием.....	115
Заключение.....	123
Рекомендации производству.....	126
Список использованной литературы.....	127
Приложение.....	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Оптимальное водообеспечение орошаемых земель является лимитирующим фактором производства сельскохозяйственной продукции в условиях аридного климата. Роль воды в процессе формирования агробиоценоза, получения максимального урожая сельскохозяйственных культур и обеспечения продовольственной безопасности страны очень велик, и имеет важное экономическое, социальное и политическое значение.

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.

Развитие орошаемого земледелия – основного водопотребителя, где используются более 90% водных ресурсов и других секторов экономики (питьевое водоснабжение, промышленность, рыбное хозяйство и др.), при бурном демографическом приросте населения на фоне климатических изменений, наращивают нагрузки на водные ресурсы и, в перспективе, надвигает водный кризис в регионе.

Эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель зависит не только от уровня залегания и минерализации грунтовых вод, но и от процесса проведения поливов и их качества, которые зависят от выбора техники и их технологии. В настоящее время, в Таджикистане на 99% орошаемых земель применяется бороздковый полив сельскохозяйственных культур, который имеет следующие недостатки: большой поверхностный сброс; низкая производительность поливальщика; 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. Применение дождевания позволит значительно увеличить урожайность люцерны, тем самым обеспечить кормовую базу животноводства и способствовать решению продовольственной безопасности Таджикистана.

«Люцерна может возделываться при любых способах орошения, но наиболее эффективный - дождевание. Однако низкая водо-впитывающая способность темно-серозёмных почв и сравнительно высокая интенсивность дождя у существующих дождевальных машин приводят к возникновению неуправляемого поверхностного стока при поливах, что вызывает смыв почвы, неравномерность увлажнения, потери воды на стоке и инфильтрацию, и, в итоге, снижение почвенного плодородия и интенсивности орошения» [198].

Для обеспечения населения республики продуктами питания и дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в республике, необходимо до 2030 года дополнительно ввести в эксплуатацию 150 тыс./га новых земель. 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. Экономии такого количества поливной воды можно достигнуть за счет применения инновационных, водосберегающих технологий, реконструкции оросительных систем, внедрения экономических методов ведения водного хозяйства и мелиорации земель, нетрадиционного орошения, включая платное водопользование.

Таким образом, в условиях лимитированного водопользования и надвигающегося дефицита водных ресурсов, необходимость разработки и внедрения инновационных способов техники и технологии орошения сельскохозяйственных культур, и улучшения мелиоративного состояния земель, обеспечивающих повышение их урожайности, и введение в оборот новых орошаемых земель, имеет важное научно-практическое значение.

Настоящая диссертационная работа направлена на решение проблем высокоэффективного использования оросительной воды, путем применения метода дождевания, совершенствования норм орошения, сравнительной оценки методов полива, установления водопотребления и повышения урожайности люцерны в условиях Центрального Таджикистана.

Связь темы диссертации с крупными научными программами.

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., ГР 01011ТД24.) и «Разработка инновационных технологий орошения сельскохозяйственных культур и водонормирования в условиях климатических изменений Таджикистана» (2016-2020 г. г., ГРН№0116ТJ00580).

Объекты 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.

Цель и задачи исследований. Основной целью запланированных теоретических и экспериментальных исследований является оптимизация режима водоподачи и элементов технологии полива дождеванием люцерны на темных сероземах Центрального Таджикистана, обеспечивающие сохранение почвенного плодородия, рациональное использование водных ресурсов, экономию оросительной воды и повышение урожайности сена люцерны.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- Анализировать и оценить существующую технологию орошения люцерны при поливе 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.

Методы исследования. Научная методология основывается на системном и последовательном подходе к изучаемой проблеме. В работе были использованы общепринятые методы по проведению полевых и лабораторных исследований. Результаты экспериментов использованы в

качестве источника теоретических построений, а также критерия достоверности фундаментальных обобщений. В процессе выполнения работы применялись методы инженерно-технического и экономического исследования.

Научная новизна. Впервые, применительно к условиям Центрального Таджикистана, установлены оптимальные нормы водоподачи дождеванием люцерны, выявлены основные водно-физические особенности темных серозёмов, 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, разработаны оптимальные диаметры труб для дождевальной системы, дана технико-экономическая обоснованность модульного участка, разработана технологическая карта возделывания люцерны при дождевании, оценена экономическая эффективность полива дождеванием люцерны.

Практическая ценность работы. 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 полива 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.

Реализация полученных результатов. Результаты исследований в период 2016-2018 годы прошли производственные испытания на площади 2,7 гектаров на Гиссарском полигоне ГУ «ТаджикНИИГиМ» (приложение 2). Результаты диссертационной работы использованы при планировании внедрения инновационных водосберегающих технологий полива люцерны в

условиях Центрального Таджикистана, разработке научно-обоснованного ведения земледелия в Гиссарской долине, а также при реализации проекта Международного научно-технического Центра (МНТЦ) ТЈ-2412 «Оценка водных и земельных ресурсов в малых трансграничных реках бассейна реки Амударья, с использованием данных дистанционного зондирования земли», реализуемой Институтом водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана (приложение 3).

Результаты исследований, как нормативный документ, используются при разработке зональной системы земледелия и составлении планов водопользования в хозяйствах, оросительных системах и проектными организациями. Результаты исследований используются в учебном процессе Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур (приложение 4).

Основные положения, выносимые на защиту:

- Оценка полива напуском и дождеванием;
- Технология орошения люцерны дождеванием;
- Нормы водоподачи и влияние их на продуктивность люцерны;
- Водный баланс и общее водопотребление люцерны;
- Модульный участок дождевания люцерны.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом многолетних (2014-2016 г.г.) исследований автора, проведённых 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 работы. 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. Основное содержание диссертационной работы изложено в 11 научных статьях, из которых 3 опубликованы в рекомендуемых изданиях ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из: введения, четырех глав, основных выводов и рекомендации производству, и приложения, объемом 149 страницы, включая 15 рисунок и 44 таблиц, списка литературы из 198 наименований и приложения на 7 страницах. Основной текст диссертации изложен на 126 страницах.

ГЛАВА I. 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, воду подают на поля с интервалом - 6-12 суток в виде дождя, для смягчения микроклимата приземного слоя воздуха и создания в активном слое почвы 0-50 см. оптимальных запасов влаги.

«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» (www.cawater-info.net)».

«**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» (www.cawater-info.net).

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» (www.cawater-info.net).

«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» (www.cawater-info.net)».

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.

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;
- импульсно, с короткими паузами» [198].

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 [198].

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 обработки почвы;
- возможность проведения полива сельскохозяйственных культур в любое время суток, полива с меньшими нормами;
- возможность регулирования влажности почвы перед поливами и обеспечить оптимальную предполивную влажность корнеобитаемого слоя почвы;
- 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 производственным 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, в том числе, изучением характера движения дождевальных струй, условиями их распада, движения капель в воздушной среде. Ученые исследователи Б.М. Лебедев, Ф.И. Козлов [100, 83] предложили формулы для определения радиуса действия дождевального аппарата.

Предложенная А.И. Козловым и М.В. Манасяном, представляет особый интерес [82]. «Они отмечают, что при давлении более 0,3 МПа не наблюдается увеличения радиуса полива аппаратами типа "Роса" и "Фрегат", очевидно вследствие значительного уменьшения размеров капель, т.е. кинетической энергии. Ими получена зависимость радиуса полива от рабочего давления, коэффициента расхода, диаметра сопла, угла наклона ствола, скорости ветра и высоты расположения аппарата. Предложенная формула достаточно универсальна, но, при построении модели, можно пользоваться более простой зависимостью радиуса полива от скорости и направления ветра» (А.И. Козлов и М.В. Манасян) [82].

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.

Исследователями выявлено, что один из недостатков полива дождеванием сельскохозяйственных культур является «неравномерное распределение воды (струи), за счет сноса ее ветром за пределы орошаемого поля. Эти потери воды зависят от типа дождевального аппарата, скорости ветра, его ориентации и других» [21, 29, 35, 36, 38]. «Ухудшение равномерности распределения осадков приводит, в свою очередь, к уменьшению урожайности, так как урожай на площади орошения есть сумма слагаемых урожаев, полученных на элементарных площадях, примерно равных площади питания одного растения» [50]. «При прочих равных условиях возделывания культуры, равномерность распределения поливной воды является определяющим фактором создания урожая, величина которого изменяется в зависимости от влагообеспечения этих элементарных площадей. Влияние ветра на качество полива дождевальных аппаратов, одним из первых отечественных ученых в 1972 году рассматривал Н.П. Бредихин. Исследованиями ветроустойчивости струйных аппаратов, в основе которых лежит теория, предложенная Н.П. Бредихиным, занимались в ЮжНИИГиМе, АзНИИГиМе, ВИСХОМе» [29].

В Грузинском сельскохозяйственном институте ученые занимались выявлением характеристики дождевальных струй, расстановкой и подбором дождевальных агрегатов, в условиях горных склонов. В этих условиях, в зависимости от уклона орошаемых земель, установлены рациональные параметры компоновки аппаратов [38, 127].

Установлено, что при скорости ветра более 3 м/с, дождевание машин со среднеструйными дождевальными аппаратами, коэффициент использования земли (КЗИ) уменьшается на 30...60%, интенсивность дождя увеличивается в 1,5–2 раза, а также увеличивается неравномерность полива. «Производительность дождевальных машин фронтального действия

снижается на 15...20%, следовательно, из-за влияния ветра, рекомендуется работать при скорости ветра не более 2...2,5 м/с» [35]».

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

1. Коэффициент изменения секторных площадей, как отношение площади максимального сектора (F_{\max}) к площади минимального сектора (F_{\min})» [29]».

$$K_n = \frac{F_{\min}}{F_{\max}}, \quad (1.1)$$

2. Коэффициент ухудшения равномерности полива (K_u). Он определяется как отношение наименьшей среднеэффективной интенсивности сектора (I_{\max}) к наибольшей среднеэффективной интенсивности сектора (I_{\min}).

$$K_u = \frac{I_{\min}}{I_{\max}}, \quad (1.2)$$

Гусейн-Заде [50, 51, 52] рекомендует, в зависимости от скорости ветра, значительно уменьшить расстояние между позициями дождевальных аппаратов.

«Наибольшее количество модификаций имеют одни из самых распространенных дождевальных машин типа "Фрегат", "Кубань". В последнее время, сконструированы 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, В.Ф. Носенко, С.С. Савушкина и других» [110, 127, 165]».

В приложении диссертации приводятся технические характеристики среднеструйных, дальнеструйных дождевальных аппаратов, ДА "Фрегат". "Волжанка" «Днепр» (Таблица 1.1.-1.6.).

**Таблица 1.1. Технические характеристики среднеструйных
дождевальных аппаратов**

Параметры	Роса-1	Роса-2	Роса-3	ДКШ-64
Расход, л/с	0,45÷1,25	1÷3,4	2,5÷9,5	1
Напор, м	20÷50	20÷50	25÷60	35÷40
Дальность полёта струи, м	13÷21	15÷28	23÷35	18÷23
Интенсивность дождя (без учета перекрытий), мм/мин	~0,052	~0,084	0,09÷0,15	0,053÷0,059
Частота вращения, об/мин	0,25÷0,5	0,25÷0,5	0,25÷1,0	0,5÷0,75
Диаметр насадков, мм				
Основного	6÷8	5÷9	10÷18	7
Вспомогательных	-	7 и 4	7 и 4	3

Таблица 1.2. Технические характеристики ДА “Фрегат”

Параметры	№1	№2	№3	№4	Концевой
Расход, л/с	0,09÷0,57	0,28÷1,0	0,82÷2,75	2,16÷3,9	5,4÷14,2
Дальность полета струи, м	11÷13	13÷17	14÷16	20÷30	32÷36
Интенсивность дождя, мм/мин (без учета перекрытий),	0,077÷0,092	0,045÷0,06	0,06÷0,094	0,08÷0,1	0,1÷0,22
Частота вращения, об/мин	0,75÷1,0	0,25÷0,5	0,25÷0,5	0,25÷0,5	-
Диаметры насадков, мм					
основного	2,8; 3,2	3,6÷5,6	5,6÷9,5	9,5÷11,9	12,7÷17,5
вспомогательных	-	2,4; 3,2	4,3÷5,6	5,6	6,3÷9,5

**Таблица 1.3. Технические характеристики дальнеструйных
дождевальных аппаратов**

Параметры	ДА-2	ДД-15	ДД-30	ДД-50	ДД-80
Расход, л/с	11÷20	5÷15	15÷30	38÷55	55÷85
Напор, м	50÷60	50÷60	50÷60	50÷70	50÷70
Дальность полета струи, м	35÷45	35÷50	40÷60	45÷70	55÷80
Интенсивность дождя, мм/ мин. (без учета перекрытий)	0,17÷0,19	0,07÷0,11	0,11÷0,12	0,13÷0,2	0,20÷0,24
Частота вращения, об/мин	0,35÷0,5	0,15÷0,2	0,15÷0,2	0,2	0,2
Диаметры насадков, мм Основного Вспомогательных	22÷28 - -	16÷26 - -	26÷34 - -	32÷40 16	40÷52 16
Характер работы	по кругу	по кругу и сектору			

**Таблица 1.4. Технические характеристики модификаций машины
“Волжанка”**

Марка машины Параметры	ДКШ- 64-800 (базисная)	ДКШ- 56-700	ДКШ- 56-700	ДКШ- 40-500	ДКШ- 32-400	ДКШ- 24-300
Ширина захвата, м	800	700	600	500	400	300
Расход, л/с;	64	56	48	40	32	24
Напор при нулевом поперечном уклоне, м	40	40	39	38	37	36
Средняя интенсивность дождя с учетом перекрытий, 0,27 мм/мин						
Площадь орошения с одной позиции, га	1,44	1,26	1,08	0,90	0,72	0,54
Затраты времени на смену позиции, 45 мин.						
Максимальная производи-тельность, га за 1 час чистой работы при $m=600\text{м}^3/\text{га}$	0,38	0,34	0,29	0,24	0,19	0,14
Сезонная нагрузка, га	80	70	60	50	40	30

**Таблица 1.5. Технические характеристики модификаций машины
“Днепр”**

Модификация машины	ДФ-120	ДФ-120 -01	ДФ-120 -02	ДФ-120 -03	ДФ-120 -04
Расход, л/с	120	113	106	99	92
Напор, м	45				
Кол-во опорных тележек, шт	17	16	15	14	13
Ширина захвата, м	460	433	406	379	352
Средняя интенсивность дождя с учетом перекрытий, мм/мин	0,29				
Максимальная производи- тельность за 1 час чистой работы, га	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55
сезонная нагрузка при m=600м ³ /га	132	124	116	109	101

**Таблица 1.6. Технические характеристики модификаций ЭДМФ
“Кубань”**

Параметры	“Кубань - Л”	“Кубань - М”
Расход, л/с	200	185
Напор, м	36	37
Интенсивность дождя, мм/мин	1,3	1,0÷1,1
Слой дождя за проход, мм	7,9÷79,0	6÷60
Число опорных тележек, шт	18	16
Число дождевальных аппаратов, шт	303	298
Уклон поверхности		
Вдоль канала	0,0001÷0,003	0,0001
Вдоль машины	0,015÷0,020	0,007
Производительность за час чистой работы при m=600м ³ /га, га	1,2	1,11

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 С. Н. Рыжова [161], Ф. Ю. Гельцер и Л. Т. Ласуковой [39], И. А. Дормана [63], М. Н. Рождественского [157], М. В. Махамеджанова [119], В. Н. Фурсова [171], Панковой Т.А. [136] 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% [71].

Положительное влияние возделывания люцерны в условиях орошаемого земледелия на физические свойства почв доказывается работами М. М. Бушуева [32], С. А. Кудрина [96], С. Н. Рыжова [162], Ф. Ю. Гельцер [40], Н. И. Зиминой [71], З. С. Турсунходжаева [170], Н. Ф. Беспалова [25] 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 [114] 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 [89] говорил, что для этого необходимо «введение правильных севооборотов и соответствующей агротехники».

З. С. Турсунходжаев [170] отметил, что «в улучшении водно-солевого режима и регулирования грунтовых вод, существенное влияние оказывает

исключительно высокая транспирационная способность люцерны, благодаря чему уровень грунтовых вод на люцерновом поле всегда ниже, чем на поле, занятом хлопчатником».

Люцерна способствует снижению уровня грунтовых вод и выщелачиванию солей из поверхностных горизонтов почвы. Обусловлено это (В. А. Ковды [80]; А. Н. Розанова [158]; В. С. Малыгина [114, 115]; Л. П. Розова [159]; В. М. Легостаева [101]; Л. П. Белякова [24]; Н. Ф. Беспалова [26] 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.

По данным А. Ф. Сляднева [168], величина транспирации для люцерны за год, при залегании уровня грунтовых вод 1,5-1,7 м, составила 12324 м³/га.

Согласно данным В. А. Приклонского [141], люцерна может транспирировать в течение года свыше 300 мм.

В. А. Ковда [79] 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 [101].

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 [80], Б. С. Конькова [86], И. С. Рабочего [147] 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 [80] и В. М. Легостаева [102] повышение концентрации почвенного раствора замедляет поступление в растение таких важных элементов, как: кальций, калий, железо и др.

В. А. Ковда [81] 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 [25], 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 [25].

Большие работы, проведенные с хлопчатником, люцерной и другими культурами, В. Г. Ротмистровым [160], В. И. Цивинским [175] 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.

По данным Е. Г. Петрова [138], при влагоемкости 55% от НВ, корни люцерны в поисках влаги достигали двух метров глубины. При влажности почвы 65-75% от ПВ было обнаружено большее количество боковых придаточных корней, чем при влажности почвы 55% от ПВ.

На основании результатов исследований, А. К. Кашкаров [77] пришел к выводу, что, для получения высокого урожая сена люцерны, нужно влажность почвы поддерживать в пределах 60-70%, от ПВ.

Уменьшение влажности почвы ниже 60-70% сильно снижает урожай сена как в первый, так и на второй годы его произрастания.

Bennet O. L. [193] 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.

Такого же мнения придерживается Bryan and Broun [194], который считает, что при орошении из слоя 0-15 см расходуется до 50%, от общего расхода воды из корнеобитаемого слоя 0-60 см.

О. Г. Грамматикати [45] 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 [89] 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 [41], С. Мавляновой [112]. 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.

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 [26], 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 [118] 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 уровне грунтовых вод 3-4 м - соответственно, - 5000 и 7000 м³/га.

По данным Б. Алмаханова [7] на семенной люцерне, в засушливые годы, на светлокаштановых почвах Алма-Атинской области, необходимо 2 полива с оросительной нормой 1500-1600 м³/га, а в обычные годы - один полив, нормой 1100-1300 м³/га.

А. Д. Чурляев [180] считает, что оросительная норма люцерны зависит от почвенно-климатической зоны. В Ферганской долине он выделил 3 зоны: зону пустынных почв, пояс светлых и пояс типичных сероземов. Оптимальные размеры орошения люцерны в первой зоне наблюдаются от 3900 до 11900, во второй - от 3700 до 10800 и в третьей - от 3300 до 9500 м³/га.

А. Каримов [76], изучая размер орошения люцерны в Бухарском оазисе, пришел к выводу, что при залегании грунтовых вод на глубине 1,5-2,0 оросительная норма составляет 4-5 тыс. м³/га, а при глубине 3 м - 7-8 тыс. м³/га.

На землях Мургабского и Теджентского оазисов Туркмении, поливные нормы 600-700 м³/га при первом 900-1000 м³/га - при последующих, Ф. Н. Самаркин [164] считает оптимальным для люцерны.

Сходного мнения придерживается Л. А. Панкратов [137], который считает, что в большинстве орошаемых районов целесообразно придерживаться промывного режима орошения, обеспечивающего в вертикальном водообмене переваливание нисходящих токов воды.

П. С. Колюжной и Ю. С. Трегулов [85], для целинных земель Голодной степи, рекомендуют поливные нормы для люцерны в пределах от 1100 до 1500 м³/га.

А. А. Рачинский [154] 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.

Повышенные поливные нормы для засоленных земель Хорезмской области рекомендует также Ахмедов Х. А. [16]. При глубине грунтовых вод - до 1400 м³/га, а при глубине 1-2 м - от 800 до 1100 м³/га.

Опыты А. Махамбетова [117], 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.

В. М. Легостаев и Б. С. Коньков [102] рекомендуют для люцерны поливные нормы 800-1000 м³/га, а на засоленных землях, для снижения высокой концентрации почвенного раствора, несколько повышенные поливные нормы против расчетных (на 10%).

Дифференцировать размер поливных норм по почвенным условиям рекомендовали Hanson and Russel [197].

Х. А. Ахмедов [16] 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: А. К. Кашкаров [78], П. И. Литвиненко [103], В. И. Букин [30], Ф. Н. Бухарев [31], А. И. Белов [23], В. Голодовский и Х. Азимов [42], А. А. Мавлянов, М. С. Истомин, А. Х. Валиулин [111], С. Азимов [3] 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. Маметназарова [116], проведенных на луговых почвах с верной зоны хлопкосеяния Каракалпакской АССР было выявлено, что на неоднородных по характеру строения и сложения почвогрунта в слое аэрации слабозасоленной почве с уровнем грунтовых вод в период вегетации 1,6-3,0 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 последующий укосы с повышением поливных норм в 1,5 раза, против дефицита влаги в почве в слое 0-100 см. Для получения высокого урожая сена люцерны второго и третьего года произрастания, оптимальной предполивной

влажностью почвы является 75% от ППВ в слое 70 см с повышением поливных норм в 1,5 раза, против дефицита влаги в почве в слое 0-100 см. Для получения урожая семян люцерны с первого укоса в пределах 5-6 ц/га, 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.

По данным Раджабова Т. [148], независимо от года стояния фуражной люцерны на такырных почвах Каршинской степи, с залеганием грунтовых вод 3-4 м, 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 годах произрастания. При этом, дается 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 исследованиях Азимова С. [3], для условий Бухарского оазиса, оптимальным режимом орошения семенной люцерны является один полив при определении с нормой 1200 м³/га и влажности почвы метрового слоя, по фазам развития в отрастании - 90-100, бутонизации - 70-75, цветении - 60-65, созревании - 50%, от ППВ.

В Таджикистане первый полевой опыт, по изучению режима орошения люцерны, провел А. В. Николаев [125]. 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 [125] 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 [54]. 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 [176] провела лизиметрические исследования на темном сероземе и коричневых карбонатных почвах (1966-1963 г.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 (Орлов Н.Б., 1970; Литвинов В.Н., Сангинов Б.С., Гулов Т., 1978; Максумов А.Н., Имамов С., 1974; Рашидов Х.И., Сизова В.П., 1974; Гулов, 1999; Сардорев, 1997; Эшанова, 1984 и др.)

Вопросами оптимизации режимов орошения люцерны для условий сухостепного Заволжья занимались: В.И. Ольгаренко [131, 132], М.С. Григоров [46, 48], Н.А. Пронько [139, 140] и др., В. В. Корсак и др. [87, 88], А. В. Кравчук [93, 95], Л. Н. Чумакова [178, 189], Т. Н. Дронова [65, 66], А. Г. Ларионов [98, 99], В. Т. Морковин [121, 122], Б. П. Барцев [22], Б. И. Костин [91], И. С. Костин [92], А. Н. Шувалов [188], Е. В. Аржанухина [13], А. Б. Овчинников [129] и др.

«Основные принципы научного обоснования режимов орошения сформулированы в работах И. П. Айдарова [4, 5], А. М. Алпатьева [8, 9], С. М. Алпатьева [10, 11], М. С. Григорова [46, 47], Г. В. Ольгаренко [133, 134], А. И. Голованова [43], В. В. Шабанова [181, 182], В. В. Колпакова и И. П. Сухарева [84], Г. А. Гарюгина [37], С. Ewersta [195], С. Belmansa [192]».

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). Однако применение этого метода связано с большими затратами труда, средств и времени.

«Режим орошения сельскохозяйственных культур включает в себя поливные нормы, сроки, количество поливов 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» [15, 37, 146, 172].

«Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, должно быть направлено на рациональное использование поливной воды, сохранение почвенного плодородия и назначение режима увлажнения активного корнеобитаемого слоя почвы» (Н. Г. Воронин [34], Б. А. Шумаков [189], Н. Г. Раевская [149], А. Д. Ахмедов [17], А. В. Кравчук [95], С. В. Затицацкий [68, 69, 70], Е. В. Аржанухина [13], А. П. Лихацевич [106], И. И. Судницин [169], Р. Fischbach [196])».

По результатам исследований, А. Н. Костякова [90], С. М. Алпатьева [10], А. А. Роде [156], А. В. Кравчука [94], С. В. Затицацкого [68, 69] и др.

выявлено, что верхней границей оптимальной влажности почвы является наименьшая влагоемкость (НВ) почвы и самой подвижной, и легко доступной является влажность почвы в интервале 65...75 от НВ.

«Многие исследователи (О. Г. Грамматикати [45], С. Д. Лысогоров [107], З.М. Ионова [73]) рекомендуют поддержание нижнего порога оптимальной влажности активного слоя почвы, для каждой культуры, на определенном уровне. Пределы регулирования верхнего и предполивного порога влажности почвы зависят от следующих факторов: мощности корнеобитаемого слоя, почвенных, климатических условий, уровня залегания грунтовых вод, плодородия почвы, агротехники и т.д. По данным В. В. Шабанова [181], характерная влажность почвы, для получения максимального урожая люцерны, находится около 80 % от НВ, следовательно, для получения максимально возможного урожая культуры необходимо поддерживать влажность почвы 70 – 80 % от НВ. Исследованиями А. В. Кравчука [95] и Е. В. Аржанухиной [13] установлено, что наибольшая урожайность сена люцерны может быть достигнута при предполивной влажности корнеобитаемого слоя не ниже 70 – 75 % от НВ. По данным А. Б. Овчинникова [129], необходимо поддерживать влажность активного слоя на уровне 75 – 80 % НВ. Б. А. Шумаков [190], М. Н. Багров [19, 20], Г. К. Льгов [109], считают необходимым проведение влагозарядкового полива под люцерну в конце сентября или в начале октября, поливной нормой от 800 – 1200 м³/га. На летних посевах проводят 2 – 3 полива по 300 – 350 м³/га. По данным А. М. Олейника [130], эффективно проведение весенних влагозарядковых поливов нормой 600 – 800 м³/га. Такие поливы на люцерне второго года вегетации способствуют уменьшению количества вегетационных поливов на 1 – 2 и увеличению урожайности сена» [130]».

Выводы

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.

Дождевание способствует повышению равномерности полива, увеличению урожайности люцерны и снижению себестоимости урожая, за счет уменьшения непроизводительного расхода воды.

Из приведенных 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 дождевание) и оптимизации нормы водоподачи при дождевании люцерны.

ГЛАВА II. КРАТКАЯ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА.

2.1. Климатические условия районов Центрального Таджикистана.

В административном плане, в состав Центрального Таджикистана входят Турсунзадевский, Шахринавский, Гиссарский (ныне г. Гиссар), Рудакинский, Вахдатский, Варзобский и Файзабадский районы, они являются районами республиканского подчинения (РРП).

В географическом отношении, эти районы относятся к Гиссарской долине, которая расположена на высоте 640...1215 м. над уровнем моря и является зоной развитого орошаемого и богарного земледелия. Гиссарская долина имеет длину 115 км, а ширина варьирует в пределах 2...18 км и представляет межгорную впадину с востока на запад.

По агроклиматическому районированию территории Таджикистана, выполненную Л.Н.Бабушкиным (1960), она относится к VI-му району. По гидромодульному районированию территории, она относится к Гиссарской природно-хозяйственной области (ПХО).

Долина защищена от зимних холодных потоков воздуха, её климат из-за южного расположения, относится к субтропическому.

Климатическая характеристика районов Центрального Таджикистана основывается на данных шести метеорологических станций: «Пахтаабад»; «Шахринав»; «Гиссар»; «Душанбе-агро»; «Вахдат»; «Файзабад» (приложение 1).

Согласно данным метеостанций, по показателям теплообеспеченности, Гиссарская долина (Центральный Таджикистан) относится к жаркой зоне, с повышением высоты расположения местности до 1600 метров, продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°C уменьшается - от 300 до 240 дней.

«В долине, максимальная температура воздуха в июле достигает 43-44°C, минимальная – минус 24-30°C. Самым жарким месяцем является июль,

когда среднемесячная температура воздуха составляет 27,0-28,2⁰С, и самый холодный – январь с положительной температурой 5⁰С.

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 0⁰ С около 5000⁰С (табл.2.1.1).

С увеличением высоты она уменьшается и, в пределах верхней границы возможного земледелия, составляет всего лишь 4070⁰С.» [1, 2].

Таблица 2.1. Продолжительность периодов с температурой 0⁰, 5⁰С, 10⁰С в условиях Центрального Таджикистана

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

Таблица 2.2. Сумма активных и эффективных температур воздуха в условиях Центрального Таджикистана

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

Видно (табл. 2.1.), что параметры температуры воздуха в пределах высот 600-1000 метров очень высокие, и это позволяет в долине заниматься наращиванием интенсивных методов ведения сельского хозяйства, особенно создаёт условия для получения за год двух полноценных урожаев сельскохозяйственных культур. В этих условиях можно получить высокие урожаи кормовых, зерновых, овощных, технических и других культур, особенно пожнивные и повторные посевы имеют большую перспективу.

Влагообеспеченность районов Центрального Таджикистана характеризуется следующими показателями:

- Годовая величина осадков изменяется в пределах от 475...797 мм (в сред. 629 мм);
- Период март - апрель являются самыми дождливыми, 80% осадков выпадает в зимний и весенний периоды;
- Безморозный период длится - 225...240 дней (сред. 232дня);
- Коэффициент увлажнения варьирует в пределах 0,32...до 0,46 (сред. 0,40);
- Относительная влажность воздух в среднем изменяется от 46 (м/с «Шахринав») до 59% (м/с «Гиссар»);
- В июне-июле наступает почвенная засуха, влажные месяцы считаются с декабря по апрель. Это позволяет без искусственного орошения получать стабильные урожаи зерновых культур, особенно в условиях богарного земледелия;
- Параметры, характеризующие гидротермические условия, вполне оптимальны для развития растениеводства.

Основным комплексным показателем, оценивающим состояние водного баланса и влагообеспеченности посевов, является – испаряемость (испарение с открытой водной поверхности). Для аридного климата Центральной Азии, в том числе Таджикистана, принято вычислять значение испаряемости по формуле, предложенной Н.Н.Ивановым (1941) с поправочным коэффициентом - 0,8 (коэффициент Молчанова):

$$E_0 = 0,0018 (100-f) \times (25+t)^2 \cdot 0,8 \quad (2.1)$$

Расчет испаряемости показал, что она по районам Центрального Таджикистана, согласно данным метеостанций, за год составляет: «Пахтаабд» - 1457 мм; «Шахринав» - 1680; «Гиссар» - 1311; «Душанбе, агро» - 1476; «Вахдат» - 1597 и «Файзабад» - 1497 мм.

Дефицит водного баланса (ДВБ) (испаряемость минус осадки) в год, по районам долины составляет 874 мм. Максимальное значение ДВБ выявлено в Шахринавском районе - 1071 мм и минимальное в Файзабадском районе -

700 мм. Существующие различия между районами, по показателю испаряемости, указывают на неприемлемость применения одинаковой агротехники, особенно режима орошения сельскохозяйственных культур, по всем районам Центрального Таджикистана.

Скорость ветра, также является основным показателем, влияющим на процесс испарения влаги и развитие растений. Ветры имеют северный и северо-восточный характер и, по данным метеостанций, среднегодовое их значение варьирует в пределах 1,5...2,8 м/с.

2.2. Почвенные условия Центрального Таджикистана.

В районах Центрального Таджикистана, по результатам почвенного обследования, проведенного И.Н. Антипов - Каратаевым (1949), В.Я. Кутеминским и Р.С. Леонтьевым (1966), выявлена распространенность горных, коричнево-карбонатных почв, лугово-сероземных, сероземно-луговых, лугово-болотных (небольшие участки), сероземных (типичные, темные и светлые) почв.

Обыкновенные сероземы распространены на высотах 600-900 метров над уровнем моря и содержание гумуса в верхних горизонтах составляет 1,5-2 %. Типичные и темные сероземы встречаются в пределах высот 800...1500 метров, по мере повышения вертикальности зон, типичные сероземы постепенно переходят к темным сероземам и коричнево-карбонатным. На этих почвах содержание гумуса в верхних горизонтах достигает 2,5-4 %, что на 2 раза, в среднем, больше, чем на обыкновенных сероземах.

Согласно материалам почвенного обследования и картирования почв районов Центрального Таджикистана (Гиссарская долина), проведенного Институтом «Таджикгипрозем» (1985), общая используемая площадь равна 78 тыс. га и на этой площади ведется сельскохозяйственная производственная деятельность. По данным Шодиева О. и других (1985), на 52,1% от общей площади распространены темные сероземы, сероземно-луговые почвы - на 23,3 %, коричнево-карбонатные почвы - на 20,4%,

аллювиально-луговые - на 2,5 %, коричневые темные - 1,16%, коричнево-карбонатные луговые - 0,33%, лугово-болотные - 0,21%.

По данным В.Я. Кутеминского и Р.С. Леонтьева (1966), почвенный покров долины характеризуется низким содержанием гумуса, в горизонте 0-30 см составляет 0,8-1,98% и с глубиной уменьшается, в подпахотном слое он составляет всего 0,20-0,24 %. Почвы районов Центрального Таджикистана имеют высокую пористость и слабую структурность, и существенно отличаются водно-физическими, агрохимическими и другими свойствами.

В соответствии с классификацией почв по содержанию питательных веществ (подвижных форм азота, фосфора и калия), они относятся к категории (группе) слабообеспеченных и необеспеченных.

Анализ изучения расположения уровня грунтовых вод (УГВ) показал, что из площади обследования (59 тыс. га.) автоморфные почвы (УГВ больше 3 м) составляют – 79,9%, полугидроморфные (УГВ 2-3 м) – 11,8 % и гидроморфные (УГВ 1 м) – 5,8 %.

Анализ, проведенный по микроагрегатному и гранулометрическому (механическому) составу почвы показал, что среднесуглинистые почвы распространены на 52,4 %, тяжелосуглинистые –36,4%, легкосуглинистые – 7,1 %, песчаные и супесчаные –3,3% глинистые – 0,94%, от обследованной площади.

По рельефным условиям, территория Центрального Таджикистана делится на горную, предгорную и равнинную области.

Согласно существующим статистическим данным, общая площадь пашни в районах Центрального Таджикистана составляет 113 тыс. га, в том числе используемые орошаемые земли колеблются, в среднем, в пределах 79,6...83,5 тыс. гектаров. В предгорной части долины орошение (водоподача) осуществляется при помощи насосных станций, на остальной территории орошение - самотечное. Коэффициент полезного действия (КПД) оросительных систем в среднем составляет–0,55, то есть непроизводительные потери (сброс, фильтрация, испарение) составляют 45%.

Основным водным источником для орошаемого земледелия и других секторов экономики являются водные ресурсы реки Кафирниган с основными притоками Варзоб, Ханака, Лучоб, Иляк. Водные ресурсы рек Каратаг и Ширкент, как межгосударственные (трансграничные) водные объекты, также используются в целях орошения и водоснабжения Шахринавского и Турсунзадевского районов Центрального Таджикистана, и Сурхандаринской области Узбекистана.

Качество воды в этих реках благоприятное, химический состав вод относится к гидрокарбонатно - кальциевого содержания и характеризуется невысокой минерализацией – 0,12 – 0,15 мг/л.

В целом, территория центральной части Таджикистана является благоприятной земледельческой зоной, с достаточной влагообеспеченностью (достаточное количество осадков) и теплообеспеченности для возделывания кормовых, зерновых и других сельскохозяйственных культур. Долина имеет высокий биоклиматический потенциал, который позволяет заниматься круглогодичным использованием орошаемой пашни, для получения двух и более урожаев, обеспечить внедрение интенсивных методов перехода к «зеленой экономике» с применением инновационных технологий, особенно в области орошения.

Анализ показал, что почвенно-климатические условия, наряду с агротехническими, сортовыми, биологическими и физиологическими особенностями, являются определяющим фактором продуктивности сельскохозяйственных культур.

Следовательно, установление параметров продуктивности люцерны, в зависимости от водообеспеченности посевов, не только имеет научное, но и прикладное значение.

Выводы по главе 2:

1. Районы Центрального Таджикистана обеспечены высокой степенью теплообеспеченности и влагообеспеченности, имеют высокий биоклиматический потенциал, который позволяют получать два и более урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, в настоящее время их продуктивность составляет в среднем 50%, от максимально возможного уровня урожайности. Отмечается, в среднем, низким процентом использования КПД ФАР (до 2%).
2. Центральная часть Таджикистана по климатическим условиям (по теплообеспеченности) относится к жаркой зоне и дефицит водного баланса составляет в год 874 мм, или 8740 м³/га. Следовательно, основным фактором получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является искусственное орошение.
3. Выявлено, что, в процессе сельскохозяйственного производства, использование водно-земельных и других ресурсов имеет низкие показатели, наблюдаются агротехнические нарушения при возделывании сельскохозяйственных культур, особенно не соблюдаются оптимальные сроки и нормы водно-питательного режима и при этом работа проводится визуально, без учета сортовых и биологических особенностей растений.
4. Установлено, что коэффициент полезного действия (КПД) оросительных систем низкий – 0,55, наблюдаются большие непроизводительные потери воды, из-за отсутствия водоучета и их распределения между дехканскими хозяйствами и водопоставщиками существуют конфликты, не соблюдаются элементы техники и технологии орошения сельскохозяйственных культур.
5. Таким образом, наряду с агротехническими, сортовыми и биологическими особенностями растений, определяющим фактором продуктивности сельскохозяйственных культур являются почвенно-климатические условия. Следовательно, установление параметров продуктивности люцерны, в зависимости от водообеспеченности посевов, имеет важное научно-практическое значение.

ГЛАВА III. МЕТОДИКА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Теоретические исследования для обоснования необходимости совершенствования элементов техники и технологии орошения люцерны, и их оценки при различных способах полива, велись с использованием материалов научно-технических библиотек, фондовых материалов научно-исследовательских и проектных институтов, а также материалов интернет-сайтов.

На основе существующих методик, определены основные водно-физические свойства почвы, элементы техники полива, режима орошения и т. д. Для решения поставленных задач приняты лабораторные и полевые методы исследования. Результаты экспериментов использованы в качестве источника теоретических построений, а также критерия достоверности фундаментальных обобщений. В процессе выполнения работы применялись методы инженерно-технические и экономические исследования.

Полевые исследования, по совершенствованию техники и технологии орошения люцерны, проводились на темных сероземах Гиссарской долины Таджикистана. По шкале гидромодульного районирования орошаемой территории Таджикистана опытный участок относится к III- ому гидромодульному району. Объектом исследований являлись различные способы (полив напуском, дождевание) полива люцерны. Уклон орошаемого участка 0,008-0,02. Залегание уровня грунтовых вод ниже 3-х метров.

Полевые опыты были заложены в течение 3-х лет (2014-2016гг.) на среднесуглинистых почвах ГНИП-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.	Технология полива люцерны, принятая в хозяйстве (полив напуском, контроль)	-
2.	Способ полива – дождевание. Режим водоподдачи, обеспечивающий регулирование влажности расчетного слоя почвы в пределах (0,7-1,0) НВ (вариант-В2, оросительная норма М)	5500
3.	Режим водоподдачи по В2, с оросительной нормой 0,4 М	2000
4.	Режим водоподдачи по В2, с оросительной нормой 0,6 М	3000
5.	Режим водоподдачи по В2, с оросительной нормой 0,8 М	4500
6.	Режим водоподдачи по варианту В2, с оросительной нормой 1,3 М	7000

При поливе напуском (поверхностный бороздковый полив), сроки и нормы проведения поливов рекомендованы в соответствии с действующими «Рекомендациями по режиму орошения сельскохозяйственных культур для Таджикской ССР» (Душанбе, 1988) [61].

«Перед закладкой полевого опыта на участке проведены следующие учеты:

- В двух шурфах до глубины два (0-200см.) метра проведено морфологическое описание почвы (Рис. 3.1.);
- Гранулометрический (механический) состав почвы определили методом П.А. Качинского;
- Объемная масса почвы определена методом цилиндров (объем цилиндра - 502,4см³). Пробы отбирали через каждые 10см на глубине до 2 метров;
- Удельная масса почвы определена пикнометрическим методом на тех же точках и слоях почвы как объемная масса;

- Общая скважность определялась по данным объемной и удельной массы почвы;
- Водопроницаемость определялась в начале вегетации в 2-кратной повторности, методом рам;
- Максимальная гигроскопичность определялась по методу А.В. Николаева (1974);
- Предельно-полевая влагоемкости почвы (ППВ) или НВ установлена весной, методом Л.А. Розова (метод заливки площадок). Образцы отбирались в 5-кратной повторности, послойно, через каждые 10см, на глубине до 2-х метров;
- Влажность почвы перед и после поливов определялись термостатно-весовым методом в 4-х кратной повторности;
- Учет оросительной воды осуществлялся по водосливам Чиполетти (с трапецеидальным сечением);
- Учет сбросных вод вели по водосливам Томсона (треугольное сечение) с углом 90^0 . Замеры воды проводились в дневное время, через каждый час, в ночное время - через каждые два часа» [64].
- Статистическая обработка полученных опытных данных по фенологическим наблюдениям проводилась дробным методом. Данные по урожаю люцерны обрабатывались методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1979), также использовались компьютерные программы.
- Производственное испытание и внедрение разработанной технологии орошения люцерны осуществляется в любом хозяйстве Гиссарской долины;
- Климатические условия характеризуются по данным агрометеостанции «Гиссар»;
- При возделывании люцерны, все агротехнологические мероприятия (кроме поливов) осуществлялись в соответствии с рекомендациями Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан.



Рисунок 3.1. Взятие почвенных образцов

Равномерность увлажнения почвы по длине полосы устанавливается путем определения влажности почвы, взятой на глубине 20, 40, 60, 80 и 100 см в начале, середине и конце борозды в четырехкратной повторности. При изучении контуров промачивания, влажность почвы определяется до и после полива в центре полосы, влево и вправо от её оси на 15, 35 и 50 см.

Объект исследований. Люцерна относится к семейству бобовых. 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 – средние. 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°С, а отрастание люцерны прошлых лет наблюдается при устойчивом переходе среднесуточной температуры воздуха через плюс 5°С (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, °С	
	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 укосов по зонам республики.

Во всех зонах республики, на втором и третьем годах произрастания люцерны, число укосов увеличивается на один, по сравнению с годом её посева [57]. Хлопкосеющие районы Таджикистана характеризуются

высокими показателями прихода фотосинтетической активной радиации (ФАР) [126]. Согласно существующей шкале [166], даже при коэффициенте использования ФАР на 1%, можно практически удвоить урожай сена на обычных хозяйственных посевах. Следовательно, комплекс агротехнических мероприятий, особенно поливы [63], 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 [166], 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.

«Люцерна обладает высокой питательной ценностью и содержит: протеина - 18-22 % от абсолютно сухого вещества, белка - 12-18, жира - 2,4-4,5, клетчатки - 22,7-30 %. Зеленая масса люцерны широко используется для заготовки сена, сенажа, травяной муки и силоса. Травостой люцерны оставляет в почве более 50-80 ц/га корневых и пожнивных остатков, содержащих более 100-150 кг азота. 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» [23]. «Люцерна улучшает структуру почвы. В сочетании с одновременным проведением мелиоративных работ (промывкой

засоленных почв, дренированием и т.д.), выращивание люцерны способствует рассолению почвы» (Литвинов В.Н., Сардорев М.Н., 1990)».

В Таджикистане, люцерна возделывается на орошаемых и обеспеченных осадками богарных землях. Урожай сена люцерны на орошаемых землях юга Таджикистана может достигать 300 ц/га. (Гулов Т., 1999, Нарзуллаев М., 2012).

«Люцерна является неотъемлемой частью хлопково-люцернового и зернового севооборотов. 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» (Литвинов, 1978)».

В условиях Таджикистана, по потребности в воде, люцерна занимает первое место после риса и цитрусовых. 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 IV. 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 (1956), Е.В. Чаповской (1969), В.Я. Кутеминским и Р.С. Леонтьевым (1966), С. Сатибалдиевым (1973), Х.Д. Домуллоджоновым (1984, 1985, 1989), А.А. Садриддиновым (1982), Я.Э. Пулатовым (1997), Н.К. Нурматовым (1991), А. Акрамовым (1992), Пулатовой Ш.С. (2002) 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 (Рис. 4.1).

В настоящем разделе особое внимание уделено характеристике водно-физических свойств почвы, которые изучены в полевых, лизиметрических и вегетационных опытах.

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).

Морфологическая характеристика почвы по горизонтам представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Результаты морфологического описания почвы

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

«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» [144].

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%.

Способность почвы удерживать влагу оценивается наименьшей влагоемкостью (НВ), она в слое 0-200см изменяется от 23,0 до 28,6%, от массы абсолютно сухой почвы. «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» [144] соответственно (табл. 4.2.).

Влажность завядания (ВЗ) определялась по формуле:

$$ВЗ=1,5 МГ, \quad (4.1)$$

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 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» [144]».

Таблица 4.2. Показатели водных и физических свойств почвы темных сероземов (Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н.)

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	1,20	2,62	54,2	28,6	343	4,04	6,06	19,9
10-20	1,26	2,63	52,1	25,6	223	4,14	6,21	19,8
20-30	1,30	2,63	50,6	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	1,25	2,63	52,3	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



Рисунок 4.1. Определение влажности почвы термостатно-весовым методом

Водопроницаемость почвы.

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

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

Водопроницаемость почвы по существующей классификации С.В. Астапова (1958), относится к «слабо водопроницаемой».

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

Для изучения характера изменения водопроницаемости почв, наблюдения проведены за 6 часов, и результаты представлены на рисунке 4.2.

Водоотдача почв. 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. На основании полученных данных, обнаружены две переломные точки, которые характеризуют «подвижность почвенной влаги» и её доступность растениям.

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

Для среднесуглинистой почвы, первая точка, то есть влажность разрыва капилляров составила 16,0%; вторая – 23,1%, от массы абсолютно сухой почвы. При влажности, соответствующей ВРК, скорость водоотдачи почвы составляет 0,046-0,050, а при НВ – от 0,090-0,105 г/см²/час. (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.

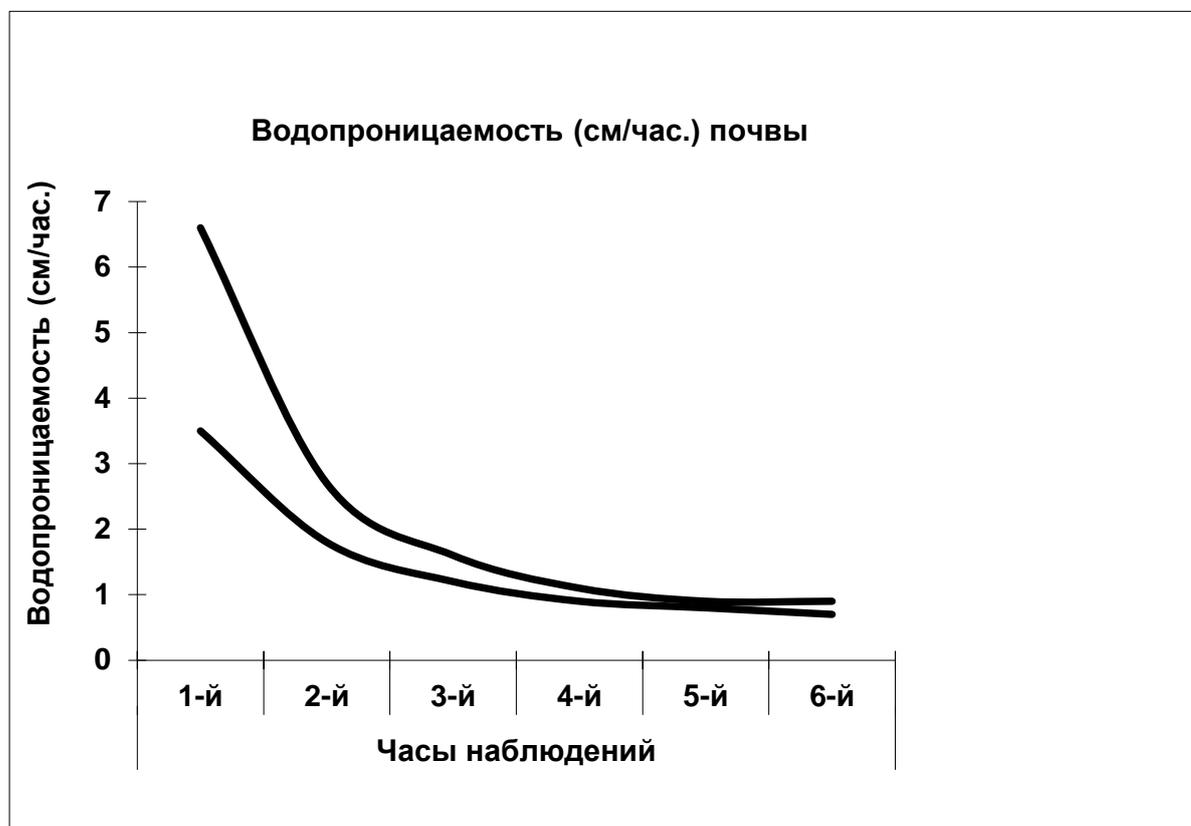


Рис.4.2. Водопроницаемость среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почв Центрального Таджикистана

Таблица 4.4. «Водопроницаемость (см/час), в зависимости от гранулометрического состава почвы» [143, 145]

Гранулометрический состав почвы	Содержание частиц <0,01, %	Часы наблюдений						За 6 часов, м ³ /га	Степень водопроницаемости
		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» [143]

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		

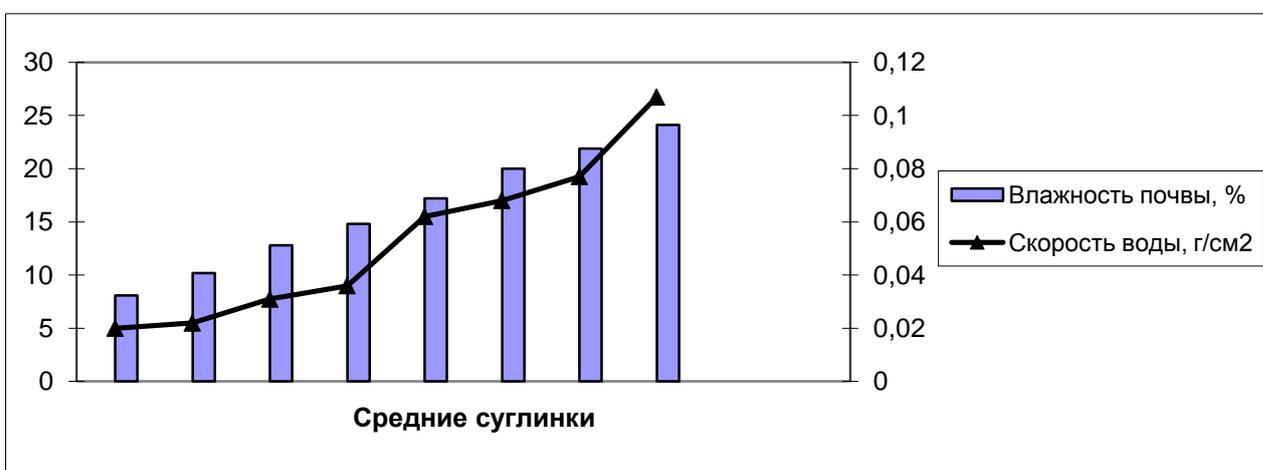
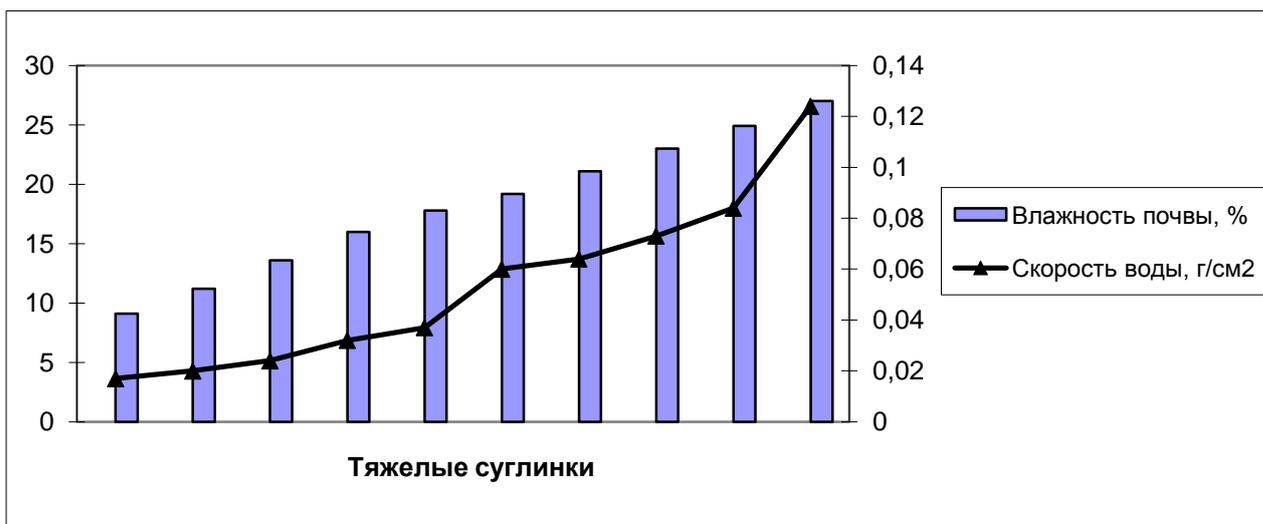


Рисунок 4.3. Изменение скорости водоотдачи и влажности почвы



Рисунок 4.4. Определение водопроницаемости 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 (Битюков К.К., Дорожко П.П, 1965) считают, что эта величина составляет 75-120, другие (Величко Е.Б., 1969) - 125, третьи (Гарюгин Г.А., 1979) - 160 см. По мнению авторов (Гарюгин Г.А., 1979; Джулай А. П., 1970; Лысогоров С.Д., 1981; Льгов Г.К., 1967), 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. Как отмечалось, в конце вегетации года посева корни, у люцерны достигают глубины 180, в конце второго года произрастания - 300 и третьего – 360 см (Маметназаров Б.С., 1977).

По данным Домуллоджанова Х.Д., Сатибалдиева С. (1984), 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 (1984) 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. 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, согласно нормативу «Мелиоративные системы и сооружения, СНиП 2.06.03-85» [120], составляет 30%. 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 (м³/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 - 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., 1983; Домуллоджанов Х.Д., Сатибалдиев С., 1984; Домуллоджанов Х.Д., Рахмонов О., 1985; Домуллоджанов Х.Д., Хакбердыев С.А. 1987).

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. [61].

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 52, 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 большими поливными нормами 1555-1975 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%. Выявлено, что в условиях производства, поливы проведены с большими нормами и с растянутыми (длинными) промежутками между поливами. Кроме этих агронарушений, 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 объема поданной воды.

Учеты и наблюдения за процессом организации поливов люцерны в хозяйственных условиях 2016 года (Вариант «Производственный - контроль») показали, что за вегетацию проведены 5 поливов, со 2 июня по 5 октября, при этом межполивной период составил от 25 до 35 дней. Влажность почвы перед поливами изменилась в пределах 60,2...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.

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, %» [15, 193].	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, %» [15, 193].	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» [15, 193].	1285	1730	1485	1835	1105			7440
Поверхностный сброс, %	21	30	25	29	22			



Рисунок 4.5. Учет воды при бороздковом поливе и дождевании люцерны

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, фактически проведены 4 полива с оросительной нормой 6880 м³/га. Средняя поливная норма брутто при таком режиме орошения 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.)» [143, 144, 150].

«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» [143, 144, 150].	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, количество поливов составило - 4 раза с фактической нормой орошения 7026 м³/га и это способствовало получению 192 ц/га урожая сена люцерны.

Результаты исследований показали, что при дождевании люцерны, за её вегетацию 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. 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» [143, 144, 150].

(Опыт 2015 г.)

«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 относительно «дождевания»	ц/га	-95,0	-132,3	-90,3	-25,5	0	+14,1
	%	-33,1	-46,1	-31,6	-8,9	0	+5,0
Удельные затраты воды на 1 ц. сена люцерны» [143, 144, 150].	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» [143, 144, 150], (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 [143, 144, 150]	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 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 (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.)» [143, 144, 150].

«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» [143, 144, 150].	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 128,3 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»
[143, 144, 150] 2014-2016гг.**

№	«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» [143, 144, 150].	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 нормой 7115 м³/га, соответственно – 182 ц/га.

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

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 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 влияние степени водообеспеченности посевов при дождевании люцерны на её урожайность, выявлено, что уменьшение нормы орошения (оросительной нормы) на 20, 40, 60% приводит 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 %. По условиям оптимальной влагообеспеченности при дождевании, предполивная влажность почвы не ниже 75-80% от НВ - является рациональным режимом орошения.

Основные выводы:

1. В условиях Центрального Таджикистана, экономически целесообразным вариантом орошения люцерны 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 на единицу урожая сена люцерны составили, соответственно, 16,7 и 39,1 м³/ц.
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 %. По условиям оптимальной влагообеспеченности при дождевании, предполивная влажность почвы не ниже 75-80% от НВ - является рациональным режимом орошения.

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, по потребности в воде, люцерна занимает первое место после риса и цитрусовых. 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.

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 физическим испарением с поверхности почвы и транспирация растений. В условиях автоморфного режима залегания грунтовых вод, суммарное испарение (E) складывается из использования люцерной влаги из запасов почвы, оросительной нормы и выпавших атмосферных осадков 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 [56, 57, 58, 59, 60]. 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%. [58, 59].

По Х. Д. Домуллоджанову (1985, 1989), 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 четвертый 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 укусов 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_{II} составляет суммарное испарение или суммарное водопотребление люцерны:

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

Определение доли транспирации E_T и испарения с почвы E_{II} в водопотреблении сложно, поэтому их обычно определяют, как единое целое.

Для определения суммарного водопотребления (испарения) существует много методов. Надежным и достоверным методом определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур (хотя он трудоемкий) является экспериментальный метод, то есть путем проведения полевых опытов, получения фактических данных и составлением водного баланса орошаемого массива. Для этого используются водно-балансовое уравнение для орошаемого поля:

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

«где: E – суммарное испарение (водопотребление), мм;

aP – используемые растением осадки за вегетационный период, мм;

a – коэффициент, учитывающий долю осадков, используемых растением;

P – осадки, выпадающие за вегетационный период, мм;

M – оросительная норма брутто поля, мм;

W_p – количество воды, 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 корнеобитаемом слое соответственно 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» [143, 144, 150].

При автоморфном режиме залегания грунтовых вод (Ш-гидромодульный район), суммарное испарение люцернового поля складывается из величин запасов почвенной влаги, атмосферных осадков, оросительной нормы и определяется формулой:

$$E = aP + M + W_p \quad (4.5)$$

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

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.

Составляющими суммарного испарения (эвапотранспирация, суммарное водопотребление, общее водопотребление, водопотребление, общий расход

воды) являются физическое испарение с поверхности почвы и транспирация растений.

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

Результаты исследований свидетельствуют о том, что чем выше норма водоподачи, тем выше расход оросительной воды и чем ниже нормы орошения, тем больше люцерна использует почвенную влагу.

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	м ³ /га	<u>218</u>	<u>1005</u>	<u>624</u>	<u>508</u>	<u>232</u>	<u>84</u>
	%	2,3	18,5	10,7	7,4	3,1	0,9
Атмосферные осадки в вегетационный период	м ³ /га	<u>2422</u>	<u>2422</u>	<u>2422</u>	<u>2422</u>	<u>2422</u>	<u>2422</u>
		25,4	44,7	41,8	35,2	32,0	27,1
Оросительная норма, фактическая	м ³ /га	<u>6880</u>	<u>1990</u>	<u>2755</u>	<u>3940</u>	<u>4910</u>	<u>6425</u>
	%	72,3	36,7	47,50	57,35	64,9	71,94
Суммарное испарение	м ³ /га	<u>9520</u>	<u>5417</u>	<u>5801</u>	<u>6870</u>	<u>7564</u>	<u>8931</u>
	%	100	100	100	100	100	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» [143, 144, 150]	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 $K=0,5$, $P=242,2$ мм.

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

Выявлено, что при способе полива люцерны дождеванием, по мере повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, фактическая оросительная норма повышается от 1990 до $6425 \text{ м}^3/\text{га}$, при этом удельные затраты воды на получении 1 центнера сена люцерны варьировались от 15,0 до $24,6 \text{ м}^3/\text{ц}$, а коэффициент водопотребления от 40,7 до $34,2 \text{ м}^3/\text{ц}$, 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 $55,9 \text{ м}^3/\text{ц}$.

Результаты исследований, проведенные в условиях 2015 года, показали, что в начале вегетации (1 марта 2015г.) запасы влаги составили в слое 0-200 см - $5840 \text{ м}^3/\text{га}$, а в конце вегетации, в зависимости от способа полива и режима водоподачи, они изменились от 3815 до $5430 \text{ м}^3/\text{га}$. 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.). Выявлено, что в структуре водного баланса, при дождевании люцерны, по мере повышения нормы водоподачи, уменьшается доля использования почвенной влаги, от 2025 до $410 \text{ м}^3/\text{га}$, 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 $1345 \text{ м}^3/\text{га}$ 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» [143, 144, 150].	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	м ³ /га %	<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	м ³ /га %	<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» [143, 144, 150].	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 учета	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	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 [143, 144, 150].	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 межукового 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.

По результатам трёхлетних (2014-2016 гг.) исследований выявлено, что на варианте (контроль), где поливы проводились напуском, суммарное испарение за вегетацию было максимальным – в среднем за 3 года исследований составило 9755 м³/га, а доля оросительной воды в структуре суммарного водопотребления составила, в среднем, 72,9 %. При дождевании люцерны, по мере повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, суммарное испарение (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.

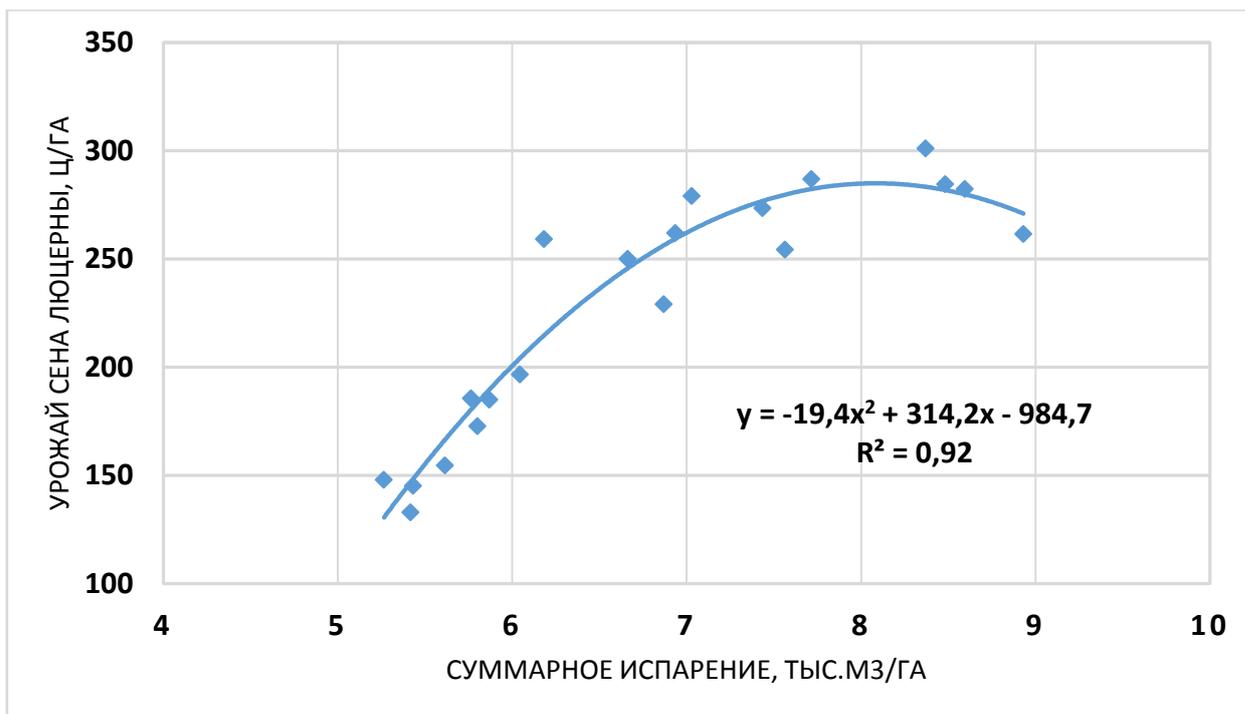


Рисунок 4.6. Зависимость урожая сена люцерны (Y, ц/га) от суммарного водопотребления (E, тыс. м³/га)

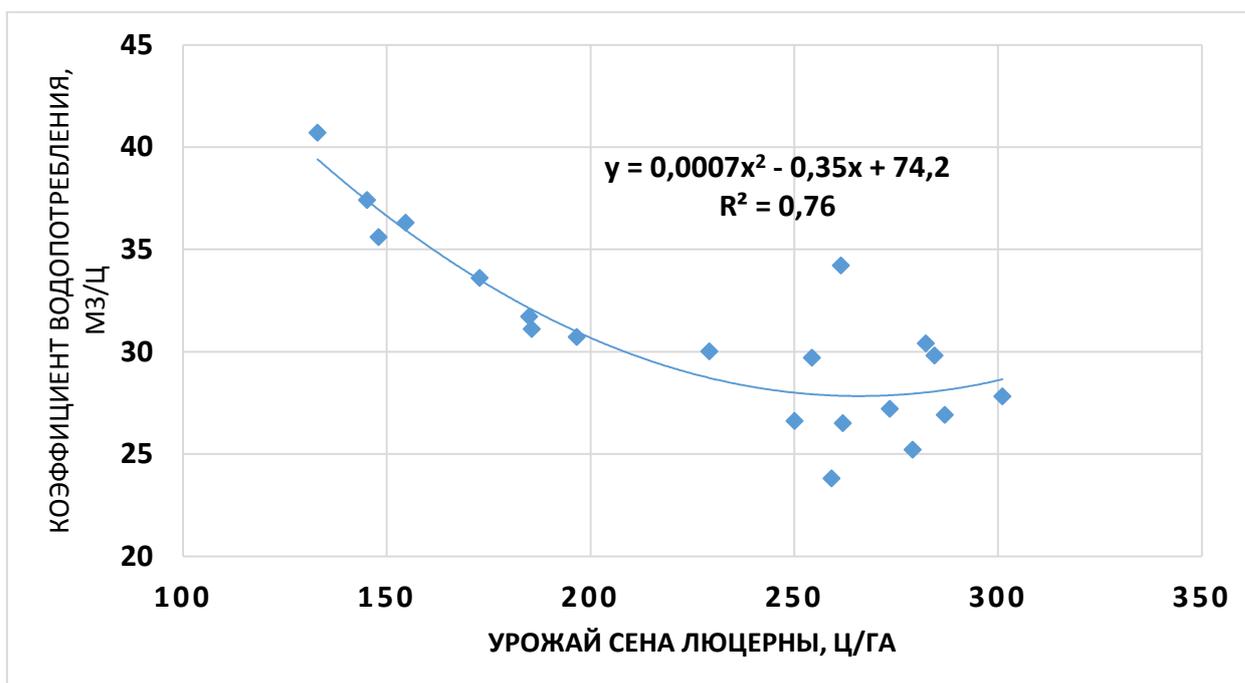


Рисунок 4.7. Зависимость коэффициента водопотребления (Кв, м³/ц) от урожая сена люцерны (Y, ц/га)

«В нашем опыте (рис. 4.6.), 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» (Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н, 2019; Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н, 2020; Расулов Ф.Н, 2022)».

«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. 4.7.):

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

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» (Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н, 2019; Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н, 2020; Расулов Ф.Н., 2022)».



Рисунок 4.8. Определение биомассы и урожайности люцерны

4.6. Техничко-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка

Рациональная схема модульного участка площадью около 8-10 гектаров, при различных способах орошения, установлена многочисленными исследованиями по технике и технологии полива сельскохозяйственных культур (Бороздковый полив, капельное, внутрпочвенное орошение, микродождевания: Г.Ю. Шейнкин, Х.Д. Домуллоджанов, Р. Рахматиллоев, Я.Э.Пулатов, А.А. Акрамов, М. Ю. Храбров, Р.М. Муртазин, А.Камолитдинов и др.). Исходя из вышеизложенного, для оптимизации основных параметров дождевания люцерны, нами поставлена задача - определить для модульного участка, при оптимальном режиме водоподочи, диаметры трубопроводов разного порядка (поливные, распределительные и магистральные), а также произвести выбор насосного агрегата.

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 250x400м, площади которых равны, соответственно, 10 гектарам» [163] (рис. 4.9).

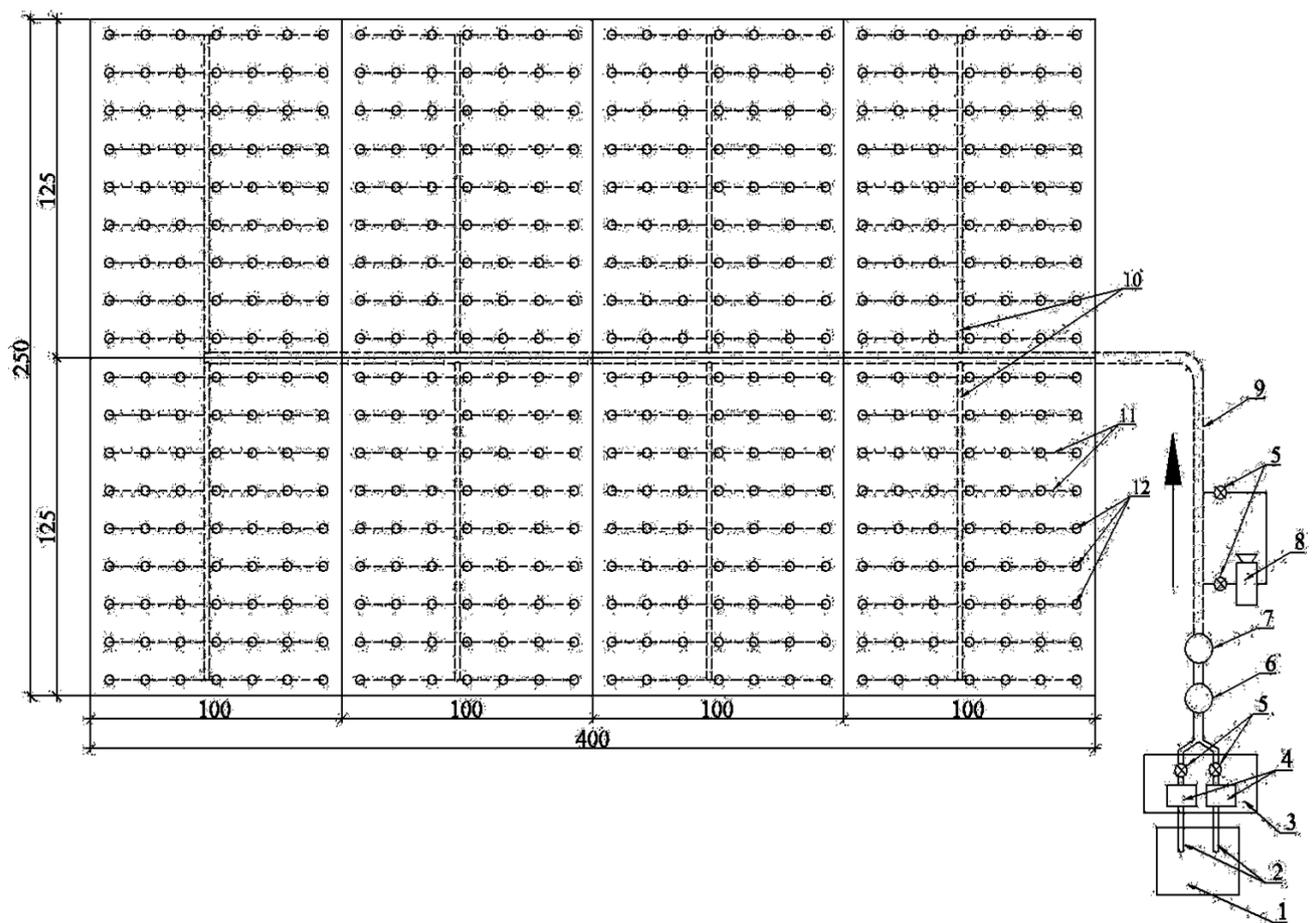


Рисунок 4.9. Принципиальная схема модульного участка стационарного дождевания люцерны

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 аппарат.

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. 4.10) [53].

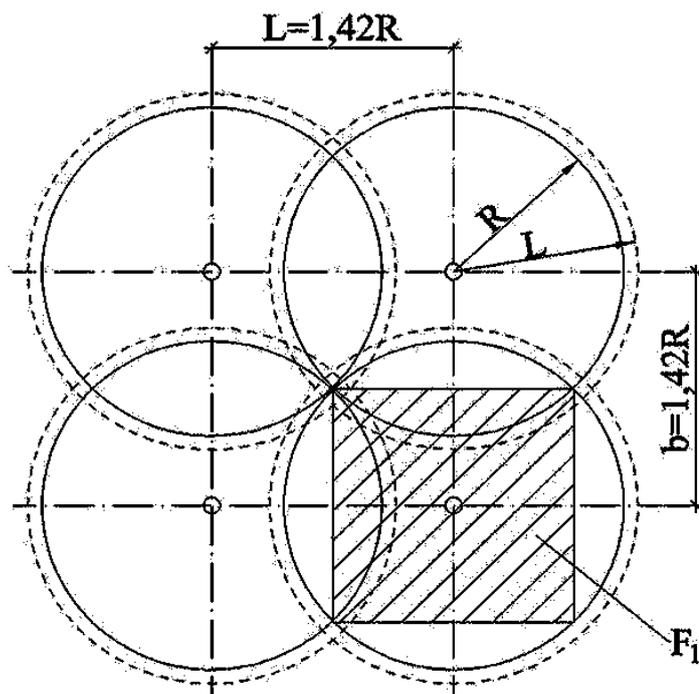


Рисунок 4.10. Принятая схема расположения дождевальных аппаратов

R -расчетный радиус действия дождевателя, м; L -дальность полета струи, м;

F_1 -площадь полива с одной стоянки, м².

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

- радиус дождевальными аппаратами - 10 м, уклон $i_r = 0,01$;
- расстояние между дождевальными аппаратами $L = 14,2$ м;
- диаметры металлических труб для поливной, распределительной и магистральной сети – 42, 80, 114 и 132 мм;
- задвижки головные и промывные - чугунные $D_{\text{усл.}} = 132$ 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 [153].

– 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» [153].

Для разбрызгивания воды, дождевальная установка оснащается разбрызгивателями марки 5022SD (супер диффузор) с регуляторами давления 4 бар (рис.4.11, табл.4.19.), имеющие усиленные настоечные трубопроводы. Расстояние между дождевальными аппаратами $L = 14,2$ метра друг от друга.

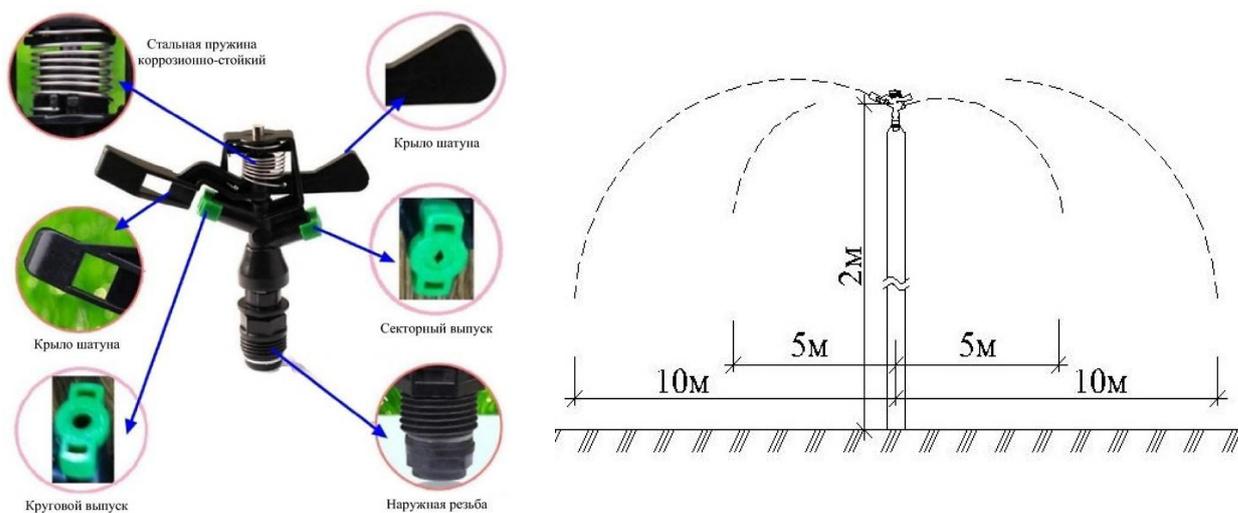


Рисунок 4.11. Схема усиленного дождевального аппарата на стоечных трубопроводах

Таблица 4.19. Таблица производительности дождевальной аппарат 5022SD

Цвет форсунки	Давление (бар)	Расход воды (л/с)	Диаметр орошения (м)	Расстановка 14x14 м
3,2 x 1,8 зеленый	4,0	0,970	26	7,3

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, 1977, Ф.А. Шевелева, 1995):

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

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 [44] 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 (А. И. Богомолова 1977)

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 $D_u=80, 114$ 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.

Для магистрального трубопровода расчетный расход 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 одновременно работающих распределительных трубопроводов, питающихся из одного магистрального трубопровода.

Диаметр магистрального трубопровода определился по формуле (4.9) (А. И. Богомолова, 1977), $D_y=132\text{мм}$. 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 напора, 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	
Итого 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» [153].

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

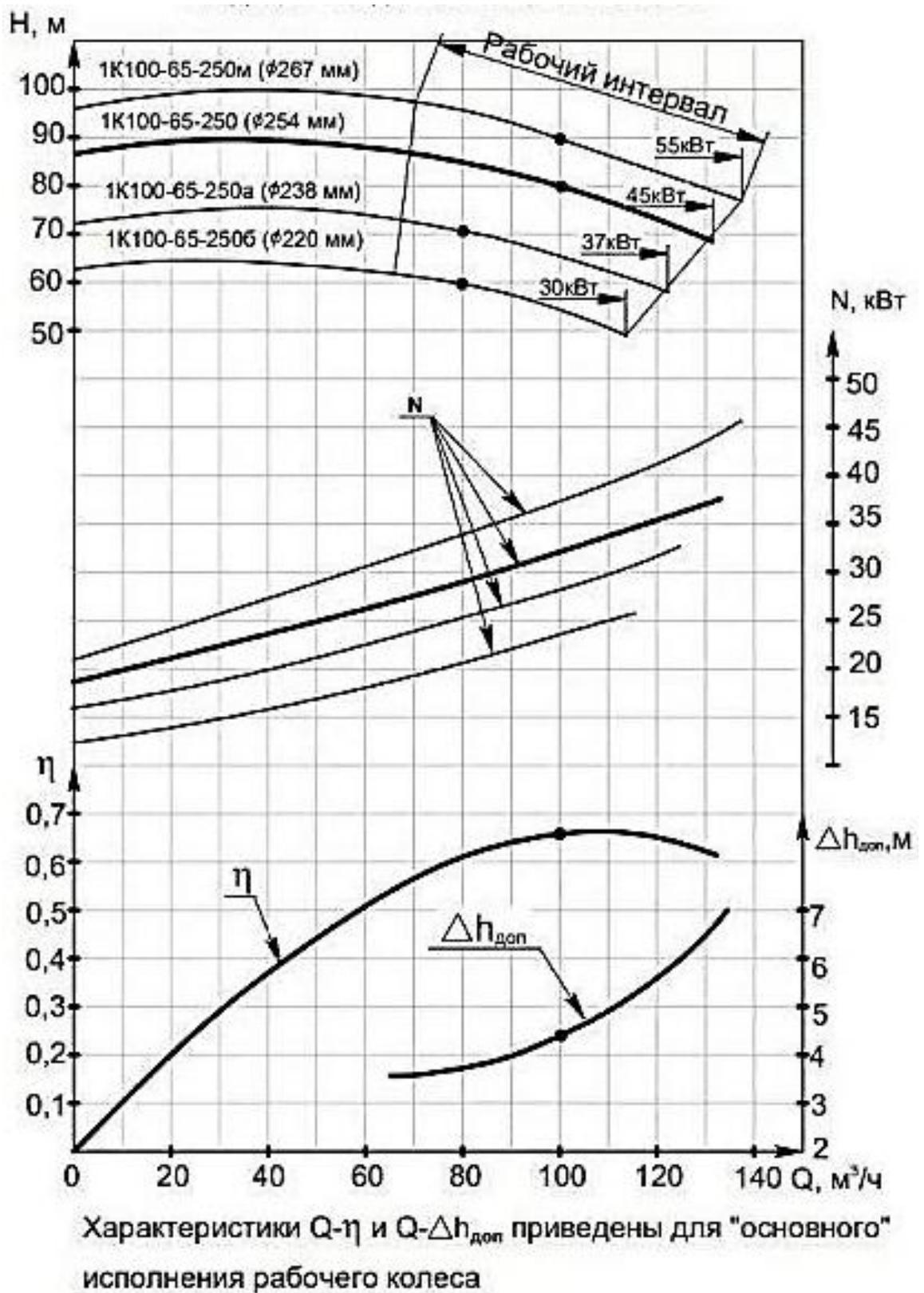


Рисунок 4.12. Рабочие характеристики насоса 1K100-65-250 при частоте вращения 2900 об./мин., жидкость – вода плотностью 1000 кг/м³

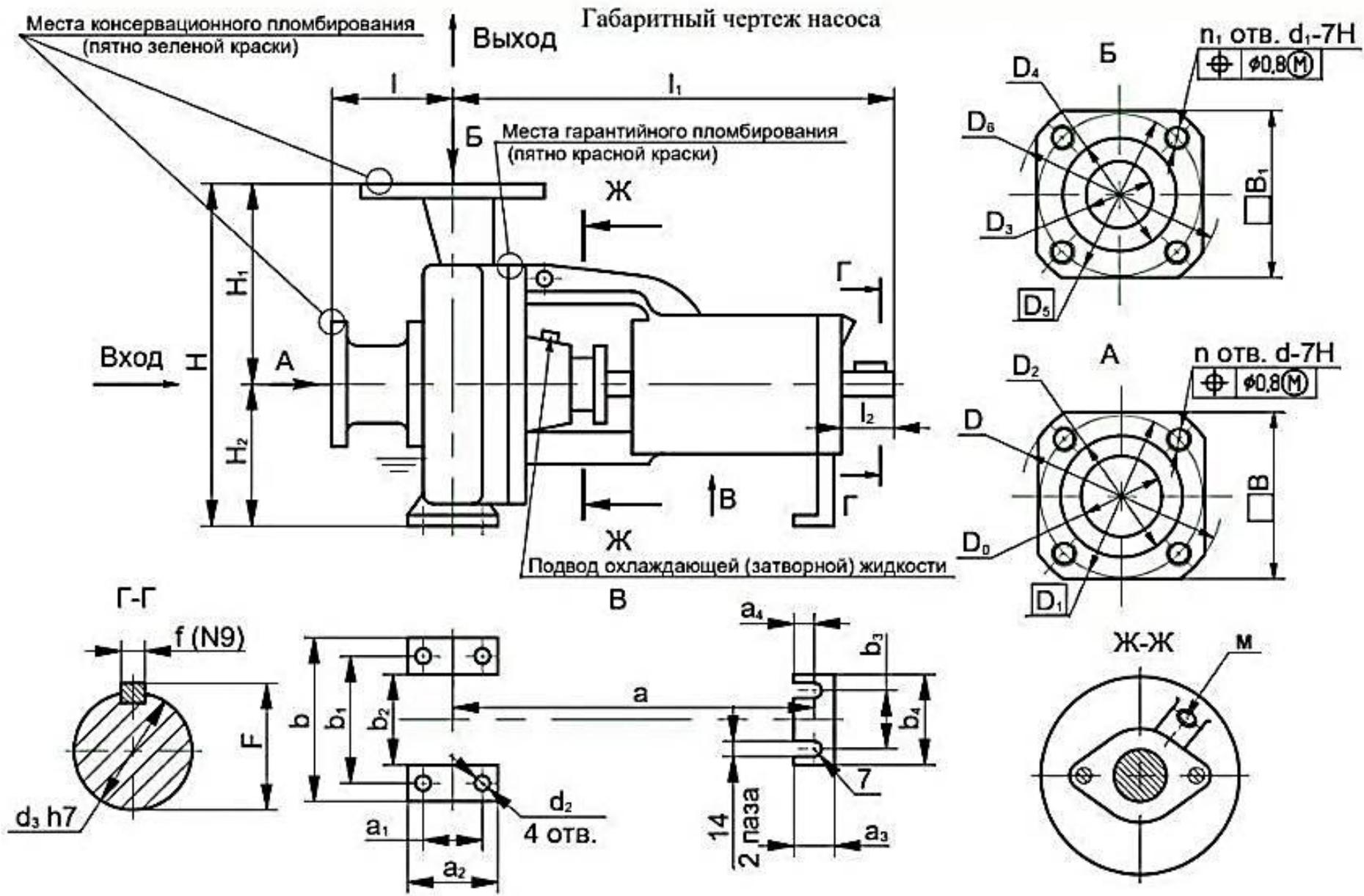


Рисунок 4.13. Габаритный чертеж насоса.

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

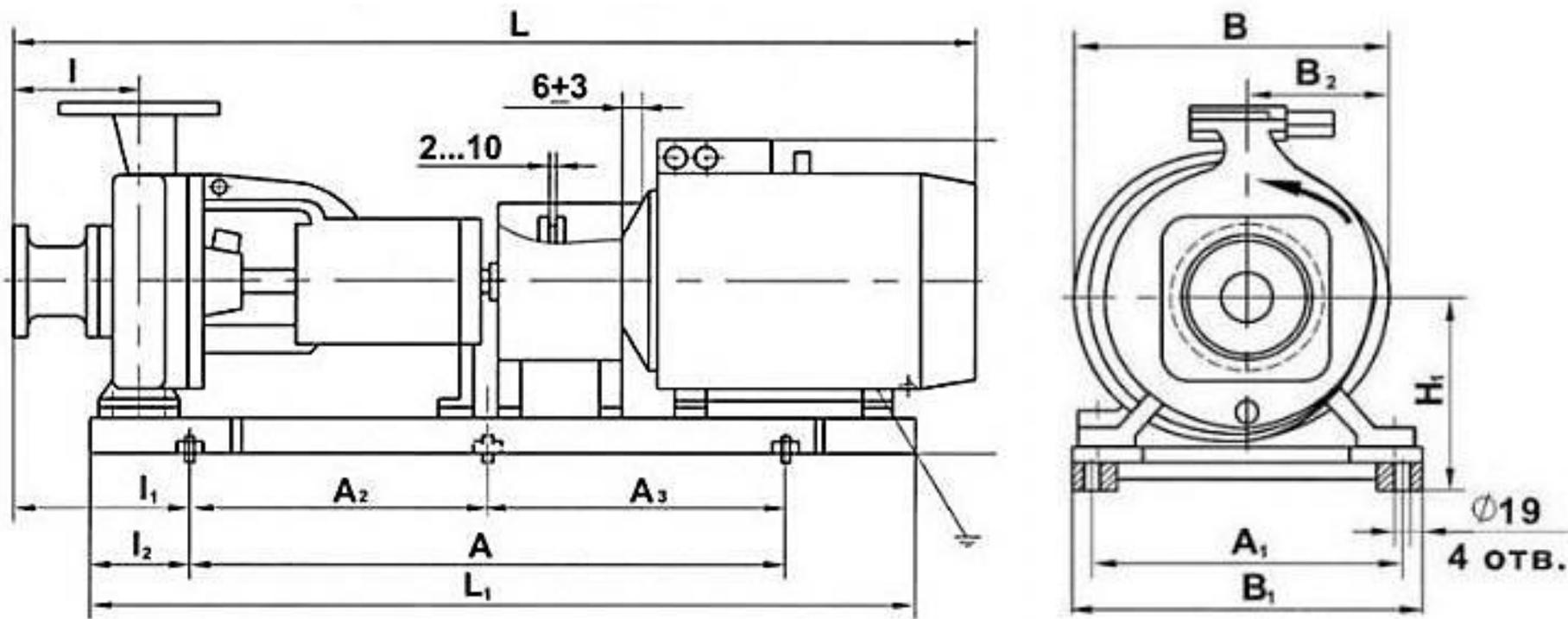


Рисунок 4.14. Габаритный чертеж насосного агрегата 1K100-65-250

Таблица 4.23. Габаритный размер насосного агрегата 1К100-65-250

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															
1К100-65-250	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 составлена на основе расчётов, при этом стоимость подсчитана по данным ежеквартальном сборникам средних сметных цен на основные строительные ресурсы по 2кв. 2021г. [67]. 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	3i
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:

$$\mathcal{E} = 0,004 \text{ H } \mathcal{C}_э \text{ M, сомони/га} \quad (4.16)$$

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

$\mathcal{C}_э$ - стоимость электроэнергии, сомон/квт.ч. $\mathcal{C}_э = 0,3$ сомон/квт.ч;

М - оросительная норма, м³/га» [153].

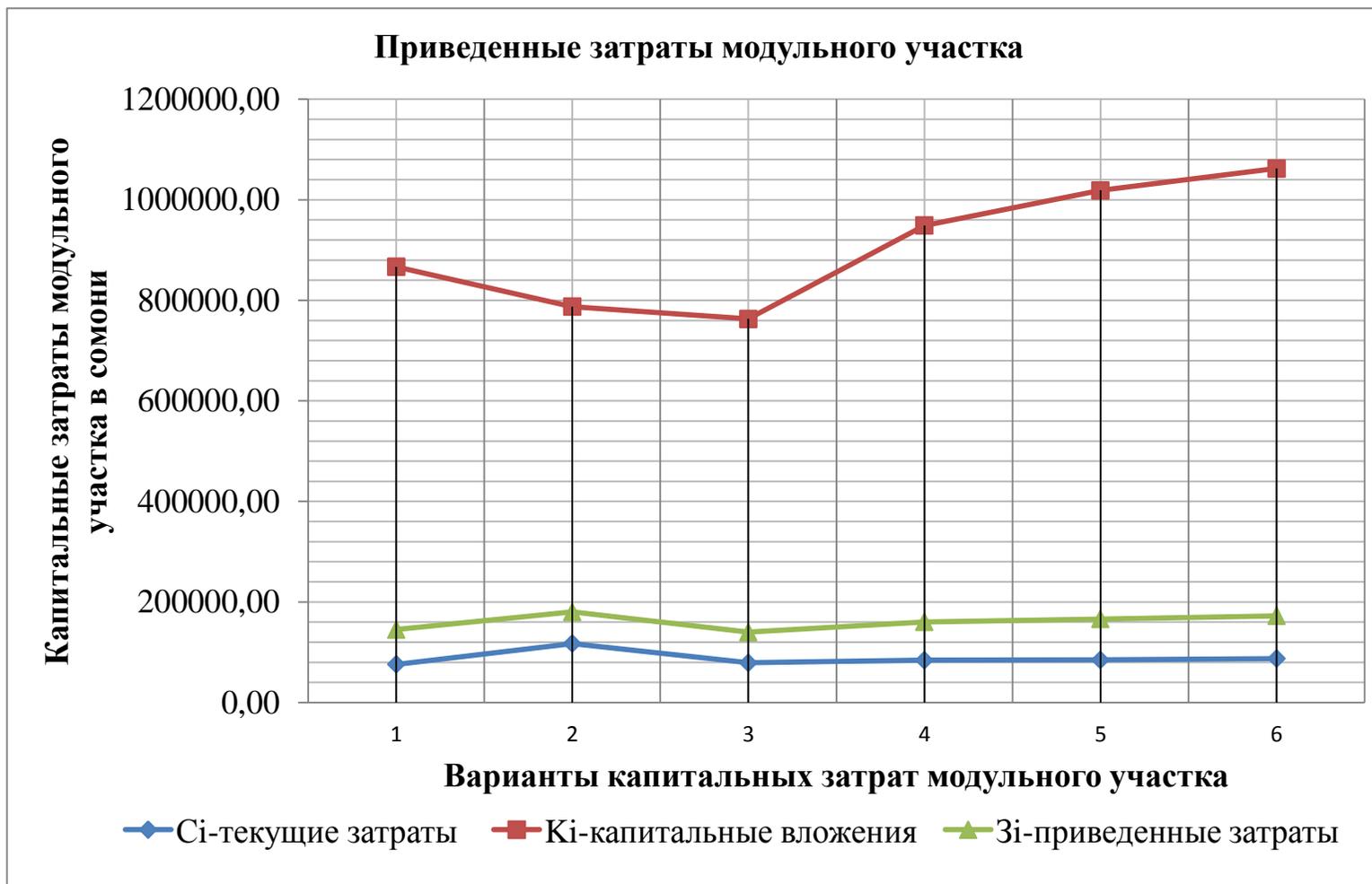


Рисунок 4.15. Приведенные затраты модульного участка

Таблица 4.25. 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 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:				866674				9466,74	18533,5	27600,2
	На 1 га				86667,4						

Таблица 4.26. 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 394352x10%				39435,2						
12	Задвижка d=132мм, P=10атм	шт	10	300	3000						
	Итого:				467552	1	2	3	4675,52	9351,04	14026,6
13	Установка насосный агрегат 1K100-65-250	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						

Таблица 4.27. 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	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=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 585612x10%				58561,2						
13	Задвижка d=132мм, P=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						

Таблица 4.28. 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, P=10атм	шт	10	400	4000						
	Итого:				868803	1	2	3	8688,026	17376,1	26064,1
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:				948803				10288,026	20176,1	30064,1
	На 1га				94880,3						

Таблица 4.29. 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 820684x10%				82068,4						
13	Задвижка d=163мм, P=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						

Таблица 4.30. 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, P=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						

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 (корчѣвки 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. 4.31.).

Таблица 4.31. 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
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

Продолжение таблица 4.31.

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
17	Поливы люцерны дождеванием	Необходимо поддерживать 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

Продолжение таблица 4.31.

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.
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

Продолжение таблица 4.31.

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
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

Продолжение таблица 4.31.

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.

Экономическая оценка является основой для разработки рекомендаций по применению новой технологии, и она характеризует хозяйственную выгодность их применения, или прибыльность применяемых агротехнических мероприятий.

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

Расчет и оценка экономической эффективности сельскохозяйственного производства, и особенно выращивания люцерны в хозяйствах республики в условиях нехватки материальных и денежных средств, имеет важное значение.

С этой целью, нами подсчитывалась экономическая целесообразность возделывания люцерны при различных способах орошения: полив напуском (бороздковом) и дождеванием. Расчет производился на один усредненный гектар орошаемого участка.

Общие производственные издержки подсчитаны на основе технологической карты возделывания люцерны в условиях хозяйства, с учетом существующих расценок, норм и нормативов (табл.4.8.1.).

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

Все расчеты проводились в национальной валюте (сомони) и при этом в расчетах учтены все материальные затраты.

В расчетах также учитывались затраты, связанные с агротехникой выращивания люцерны в условиях Центрального Таджикистана (средние, за 2014-2016 годы). При поливе люцерны способом напуска стоимость проведения первого полива принята - 40,0 сомони, второго – 30,0, третьего и последующих поливов – 20,0 сомони на один усреднённый гектар. 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 уровни 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 реализации продукции (урожая сена люцерны) рассчитывались в соответствии с рыночными ценами 2016 года, при этом закупочная цена 1 центнера сена люцерны принята 70 сомони.

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 4.32.

Таблица 4.32. Производственные затраты возделывания люцерны в условиях темных сероземов Центрального Таджикистана (Гиссарский научно-производственный центр ГУ «ТаджикНИИГиМ»)

(В среднем, за 2014-2016гг.)

№	Наименование работ	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
	Селитра аммиачная	га	200кг	5-00	1000,0
6	Суперфосфат	га	180кг	4-15	747,0
7	Калий	га	60кг	2-60	156,0
	Семена	га	20кг	40-00	800,0
	Диз. Топливо	литр	68,4	8-00	547,2
	Диз. масло	литр	10.0	8-00	80,0

Продолжение таблица 4.32.

	Услуги по водоподаче 1000м ³ /га= 6 сомони	га	5000м ³	0.006	30.0
	Всего				3360,2
	Всего расходов	га			3555,2
	Прочие расходы - 10%				355,5
	Единый налог на 1 га				180-00
	ИТОГО	га			4090,7
	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
	Вариант-6. У=282,3 ц/га»	га	МТЗ-80	1	846,9
Затраты, связанные с поливами					
	Полив напуском: Вариант-1. М=7115 м ³ /га	га	ручной	60	426,9
	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
	Затраты на использова- ние 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

Продолжение таблица 4.32.

	Вариант-6. M=6732 м ³ /га	га	Дождев.	0,3 сомон/квт.ч	565,5
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 при относительно меньших поливах (вариант 2) и, соответственно, при низкой урожайности сена люцерны составили – 4652,4 сомони /га.

Сравнительный экономический расчет показал, что поливы, проведенные дождеванием на вариантах 4, 5 и 6 (вариант 5 и 6) оказались 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. При бороздковом поливе (напуск), где при 4-5 поливов с оросительной нормой в среднем, 7115 м³/га (2014-2016гг) получен чистый доход -7676,4 сомони/га.

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 б), она снижается до 228,9 %. Выявлено, что, по сравнению с бороздковым (напуском) поливом, рентабельность при дождевании люцерны превосходила на +86,3 % (табл. 4.8.2).

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 б), 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. 4.33.).

Таблица 4.33. Сравнительная оценка экономических параметров возделывания люцерны (в среднем, за 2014-2016 годы)

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

**Таблица 4.34. 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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены основные водные и физические свойства почвы: почва – темный серозем; содержание физической глины (сумма частиц меньше 0,01мм), в первом метре содержится 52,1%, во втором – 40,6%; объемная масса в пахотном слое – 0...30 см составляет 1,25 г/см³, в подпахотном горизонте – 30...50 см, она увеличивается до 1,34 г/см³; запас влаги при наименьшей влагоемкости почвы в слое 0-100 см – 3290 м³/га; максимальная гигроскопичность в слое 0-200 см варьирует от 2,99 до 4,14%, снижаясь с глубиной.
2. Водопроницаемость почвы – слабая, за 6 часов составляет 890 м³/га. Изучение водоотдачи показали, что при влажности, соответствующей разрыву капилляров (ВРК), скорость водоотдачи почвы составляет 0,046-0,050, а при наименьшей влагоемкости (НВ) – 0,090-0,105 г/см²/час. При влажности ниже влажности разрыва капилляров (ВРК), поступление воды в растения влаги резко замедляется, и растения испытывают недостаток влаги, вследствие чего снижается их урожайность.
3. В настоящее время, в производственных условиях рекомендованные режимы орошения (сроки, нормы, количество поливов) 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. Влажность почвы перед поливами на варианте производственный полив (контроль) находилась на уровне 59-65%, от НВ.
4. В условиях Центрального Таджикистана, экономически целесообразным вариантом орошения люцерны 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 на единицу урожая сена люцерны составили, соответственно, 16,7 и 39,1 м³/ц.

5. 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 %. По условиям оптимальной влагообеспеченности при дождевании предполивная влажность почвы не ниже 75-80%, от НВ, является рациональным режимом орошения.
6. Технология полива люцерны дождеванием обеспечивает равномерность полива, стабильную водоподачу, повышает продуктивность люцерны, снижает непроизводительные потери воды, экономит оросительную воду, исключает ирригационную эрозию и повышает производительность труда поливальщика.
7. Установленная закономерность между степенью водобеспеченности и урожайностью сена люцерны при дождевании в пределах от 0,4 до 1,3М, служит для планирования и разработки стратегии рационального использования водно-земельных ресурсов в условиях Центрального Таджикистана.
8. Водный баланс показал, что на контроле (полив напуском) суммарное испарение за вегетацию составило 9755 м³/га, а доля оросительной воды, в среднем - 72,9 %. При дождевании люцерны, по мере повышения режима водоподачи от 0,4М до 1,3М, суммарное испарение (водопотребление) люцерны увеличивается от 5432 до 8595 м³/га. Коэффициент водопотребления, в зависимости от способа полива, варьируется от 12,1 (вариант полива напуском) до 7,2 м³/ц (вариант полив дождеванием). По мере повышения режима водоподачи дождеванием от 0,4М до 1,3М, коэффициент водопотребления снижается от 37,4 до 30,4 м³/ц. Наименьший коэффициент водопотребления (26,6 м³/ц) достигается при режиме водоподачи 0,8М.
9. Установлена зависимость между урожаем сена люцерны (Y) и суммарным водопотреблением (X). Связь тесная (R²=0,92): $Y = -19,4X^2 + 314,2X - 984,7$. Связь

урожая (Y) с коэффициентом (X) водопотребления ($R^2=0,76$) выражалась уравнением, степенной функции: $Y=0,0007X^2-0,35X+74,2$.

10. Разработана оптимальная схема модульного участка площадью 10 гектаров при дождевании люцерны. Дано технико-экономическое обоснование схемы модульного стационарного дождевального участка, рассчитаны капитальные затраты на строительство модульного участка. Установлены оптимальные диаметры и потери напора по длине трубопроводов системы дождевания.
11. Разработана оптимальная технологическая карта возделывания люцерны при дождевании, и выявлены основные её параметры в условиях Центрального Таджикистана.
12. Сравнительный экономический расчет показал, что поливы, проведенные дождеванием на вариантах 4, 5 и 6, варианты 5 и 6 оказались 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. Рентабельность, при дождевании люцерны 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 поливом напуском, рентабельность при дождевании люцерны превосходила на +86,3 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях среднесуглинистых темных сероземов Центрального Таджикистана, поливы люцерны дождеванием с оптимальной нормой водоподачи (4166-5245 м³/га) являются наиболее выгодными и высокоэффективными. Для внедрения оптимального режима водоподачи, необходимо проводить за вегетацию, в среднем, 18 поливов с поливной нормой 230-290 м³/га, по схеме 4-5 поливов за межкуосный период, и необходимо соблюдать влажность перед поливами на уровне 75-80 %, от наименьшей влажности почвы (НВ). Технология орошения дождеванием способствует получению 250-280 ц/га урожая сена люцерны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Таджикской ССР.-Л: Гидрометеиздат, 1959. -152 с.
2. Агрорекомендации МСХ Таджикской ССР по возделыванию люцерны. Душанбе, 1977.- 77с.
3. Азимов С. Разработка режимов орошения семенной люцерны при различных сроках укосов в условиях Бухарского оазиса. / Азимов С. // Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент. 1981.
4. 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.
5. Айдаров И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский// - М.: ВО Агропромиздат, 1990. - 246с.
6. Акрамов А. Режим орошения и водопотребление тонковолокнистого хлопчатника в системе круглогодичного использования земли на крайнем юго-западе Таджикистана: Дисс. канд. с.-х. наук. – Новочеркасск, 1992. – 275 с.
7. Алмаханов Б. Режим орошения люцерны на светлокаштановых почвах Ама-Атинской области. / Алмаханов Б. // Автореферат. Алма-Ата. 1970.
8. Алпатыев А. М. Влагооборот культурных растений. / А. М. Алпатыев. - Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1954. - 248 с.
9. Алпатыев А. М. Влагообороты в природе и их преобразование / А. М. Алпатыев. - Л., Гидрометеиздат, 1969. - 323с.
10. 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
11. Алпатыев С. М. Методические указания по расчету режима орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода / С. М. Алпатыев. - Киев, 1967. - 30 с.
12. Антипов-Каратаев И.Н. О почвах южных склонов Гиссарского хребта в Таджикистане. Труды Таджикского ФАН СССР", т. XX, Изд.Таджикского ФАН СССР",1949. – 62 с.
13. 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. - 21 с.
14. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение (практикум). М. Сельхозгиз. 1958, 367 с.
 15. Ахмедов Г.С. Режим орошения и водопотребление хлопчатника на светлых сероземах Северного Таджикистана//Дисс. канд. с.-х.н. _М: 2011, 129с.
 16. Ахмедов Х.А. Ирригация Хорезма. Ташкент. Изд. «Узбекистан». 1965.
 17. Ахмедов А. Д. Контуры увлажнения почвы при капельном орошении / А. Д. Ахмедов, Е. Ю. Галиуллина. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2012. - № 3. - С. 183 - 188.
 18. Бабушкин Л.Н. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат, 1960, 135 с.
 19. Багров М. Н. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур / М. Н. Багров И. П. Кружилин. - М.: Колос. -1980. - 208 с.
 20. Багров М. Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур в степной зоне Южного Поволжья / М. Н. Багров // Гидротехника и мелиорация. -1970. - №7. - С.76-78.
 21. Бальбулюнов К.П. Влияние струенаправляющих элементов даль-неструйных машин на качество полива / К.П. Бальбулюнов, Ш.И. Ильясов // Вести с.-х. науки Казахстана. – 1976. – № 1. – С. 48–56.
 22. 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.
 23. Белов А.И. Культура люцерны в Средней Азии. Ж. Социалистическое зерновое хозяйство. №2. 1931.
 24. Беляков Л.П. Правильные севообороты и плодородие почвы. Сб. «Почвы Вахшской долины и их мелиорация». Госиздат Таджикской ССР. Сталинабад.1947.
 25. Беспалов Н.Ф. Некоторые физические особенности светлых сероземов Голодной степи. «Вопросы мелиорации Голодной степи». Ташкент. 1957.
 26. Беспалов Н.Ф. Орошение культур хлопкового севооборота в Голодной степи. Изд. «Узбекистан». Ташкент. 1970.
 27. Битюков К.К., Дорошко П.П. Орошение сельскохозяйственных культур в степных районах - М., 1965 - 200 с.

28. Богомолов А. И. Примеры гидравлических расчетов. Издательство «Транспорт», 1977с.
29. Бредихин Н.И. Дальнеструйные дождевальные машины / Н.И. Бредихин, Н.А. Ревенко // Механизация и электрификация с.х. – 1978. – № 7. – С. 41–48.
30. Букин В.И. Сроки полива семенной люцерны. Ж. «Земледелие». №6. 1957.
31. Бухарев Ф.Н. Агротехника люцерны на сена и семена при орошении Текст. / Ф.Н. Бухарев // Опытная агрохимия. 1941. -№ 4. - с. 15-16
32. Бушуев М.М. Итоги деятельности опытного поля в Голодной степи. Отчет Голодностепской опытной станции за 1906г. Ташкент. 1915.
33. Величко Е.Б. Сельскохозяйственные мелиорации в Краснодарском крае - Краснодар, 1969,- 244 с.
34. Воронин Н. Г. Орошаемое земледелие / Н. Г. Воронин. - М.: Агропромиздат. - 1989. - 247 с.
35. Вуколов В.В. Разработка и выбор рабочих органов дождевальных машин для орошения при скорости ветра свыше 3 м/с: диссертация кандидата технических наук / В.В. Вуколов. – Москва, 1992.
36. Гаврилица А.Г. Некоторые пути повышения качества дождя / А.Г. Гаврилица // Сельское хозяйство Молдавии. – 1977. – № 5. – С. 12–27.
37. Гарюгин Г. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур / Г. А. Гарюгин. - М.: Колос, 1979. - 267 с.
38. Гварамадзе И.Д. Влияние ветра на распределение искусственного дождя / И.Д. Гварамадзе // Вопросы гидромелиорации Грузии. – 1980. – № 3. – С. 76–78.
39. Гельцер Ф.Ю., Ласукова И.Т. Влияние культур на плодородие почвы в условиях орошаемого земледелия Средней Азии. Ташкент. 1934.
40. Гельцер Ф.Ю. Значение физических свойств почвы в условиях орошаемого земледелия Средней Азии и факторы их обуславливающие. Сб. «Физика почв». Москва. 1936.
41. Гильдиев С.А. Ташкентская обл. в кн. «Режим орошения и гидромодульное районирование по Узб.ССР». Изд. «Узбекистан». 1971.
42. Голодовский В., Азимов Х.У. Определение потребности семенной люцерны в поливах. Доклады Академии наук. Уз ССР. №3. 1956.
43. Голованов А. И. Мелиоративное земледелие / А. И. Голованов, А. Г. Балан, В. Е. Ермакова И. Т. Ефимов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 328 с.

44. ГОСТ 10704-91, Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент, ИПК Издательство стандартов, 1993г.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. Гулов Т. Научно, основы, технология возделывание люцерны на кормовые цели и семена в условиях орошения Таджикистана. Дисс. док. Наук. Душанбе, 1999, 325с.
50. 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.
51. Гусейн-Заде С.Х. О выборе расстояний между дальнеструйными аппаратами на стационарных системах / С.Х. Гусейн-Заде // Сб. науч. тр. / АзНИИГиМ. – Баку. – 1966. – № 6.
52. Гусейн-Заде С.Х. ДДН и пути их дальнейшего усовершенствования / С.Х. Гусейн-Заде, Н.М. Рашидов // Сб. науч. тр. / АзНИИГиМ. – 1972. – № 9.
53. Дементьев В.Г. /Орошение// Москва, Колос - 1979г., - 302с.
54. Джалилов А.Ш., Исламов И. Режим орошения люцерны в условиях маломощных почв Ходжентского района // Республиканская конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 50-летию Комсомола Таджикистан. -Душанбе, 1975. -С.17-19.
55. Джулай А. П. Режим орошения сельскохозяйственных культур - Краснодар, 1970- 232 с.

56. Домуллоджанов Х.Д., Сатибалдиев С., Рахмонов О, Режим орошения люцерны //Сельское хозяйство Таджикистана - 1983,- №3,- С.43-45.
57. Домуллоджанов Х.Д., Сатибалдиев С. Оптимальные режимы орошения люцерны в Гиссарской долине //Сельское хозяйство Таджикистана – 1984-№9 - С.37-39.
58. Домуллоджанов Х.Д., Рахмонов О. Орошение фуражной и семенной люцерны в Вахтовой долине //Сельское хозяйство Таджикистана- 1985,- №2 - С.25-28.
59. Домуллоджанов Х.Д., Хакбердыев С.А. Режимы орошения фуражной люцерны в Кулябской области //Сельское хозяйство Таджикистана- 1987,- №3,- С.17-19.
60. Домуллоджанов Х.Д. Режим орошения и водопотребление люцерны - Душанбе, 1987,- 4 с.- (Информ. листок //ТаджикНИИНТИ; №5-87).
61. Домуллоджанов Х.Д. и др. Рекомендации по режимам орошения сельскохозяйственных культур Таджикской ССР./ Том I, Душанбе, Дониш, 1988, 246 с.
62. Домуллоджанов Х.Д. Режимы орошения культур хлопкового севооборота - Душанбе: Ирфон, 1989,- 172 с.
63. Дорман И.А. Агротехническая роль многолетних трав в хлопковом севообороте. Диссертационная работа. Ташкент. 1939.
64. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 368 с
65. Дронова Т. Н. Люцерна на орошении / Т. Н. Дронова // Степные просторы. - 1980. - №8. - С.52-54.
66. 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.
67. Ежеквартальный сборник средних сметных цен на основные строительные ресурсы. 2кв. 2021г. “Центр ценообразования в строительной отрасли” Комитета по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан
68. Затинаяцкий С. В. Нормирование орошения сельскохозяйственных культур по доступным влагозапасам расчетного слоя почвы / С. В. Затинаяцкий // Научные проблемы мелиорации и электрификации сельского хозяйства в зоне Нижнего Поволжья. - Саратов, 1999. - С.9 - 12.

69. Затиначкий С. В. Расчетный слой увлажнения почвы, критерии его обоснования / С. В. Затиначкий // Организация, технология и механизация производства. - Саратов. - 1993. - С.31 - 38.
70. Затиначкий С. В. Режим орошения сои в условиях Саратовского Заволжья / С. В. Затиначкий // Автореферат дисс. На соиск. Уч. Ст. канд. Технические наук. - М., 1989. - 18 с.
71. Зимина Н.И. Изменение физических свойств сероземов под влиянием хлопково-люцернового севооборота и удобрений. Ж. Почвоведение. №8. 1951.
72. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара. - М.: Из - во АН СССР. Сер. география и геофизика. - 1941. № 3 - стр. 118 - 124., стр. 261 – 284
73. Ионова З. М. Способы определения и оптимизации режимов орошения / З. М. Ионова // Обзорная информация. - М.: 1980. - 50 с.
74. Исомутдинов С.И., Рахматиллоев Р.Р. Опыт внедрения технологии получения программированного урожая хлопчатника. // Программирование урожая сельскохозяйственных культур: Тезисы докладов научно-технической конференции, Душанбе, 1985, с. 12-13
75. Камолитдинов А. Разработка устройств передвижной сети для поливов хлопчатника на склонах Гиссарской долины в Таджикистане. Автореф. дисс. к.т.н-М., 1988.-22 с.
76. Каримов А. Поливной режим люцерны в Бухарском оазисе. Тезисы докладов седьмой конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистана. Ташкент. 1972.
77. Кашкаров А.К. Влияние поливов на корневую систему люцерны и травосмеси. Ж. Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана. № 5. 1938.
78. Кашкаров А.К. Влияние числа и сроков полива на урожай семенной люцерны. Ж. «Советский хлопок». №1. 1938.
79. Ковда В.А. Пределы токсичности солей в почвах Пахтаарала для люцерны и хлопчатника. Ж. «Почвоведение». №4. 1939.
80. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. I-II. Москва. 1947.
81. 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.

82. 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.
83. 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.
84. Колпаков В. В. Сельскохозяйственные мелиорации / В. В. Колпаков, И. П. Сухарев. - М.: Колос, 1981. - 327 с.
85. Колюжный И.С., Трегулов Ю.Ю. Об оросительных нормах на целинных землях Голодной степи. Ж. «Хлопководство». №5. 1964.
86. Коньков Б.С. Агротехнические меры борьба с засолением почв. Ташкент. 1948.
87. 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.
88. 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.
89. Костяков А.Н. Основы мелиорации. Москва. Изд. Сельхозгиз. 1951.
90. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. - М.: Сельхозгиз, 6-е изд. Доп. 1960. - 662 с.
91. Костин, Б. И. Формирование водного баланса поливных земель при дождевании/ Б. И. Костин М. Я. Фишман // Степные просторы. - 1986. - № 5. - С.32-34.
92. Костин И. С. Орошение в Поволжье. - М.: Колос: 1971. - 223 с.
93. Кравчук А. В. Инфильтрация оросительной воды при различных поливных режимах люцерны / А. В. Кравчук // Информационный листок. Саратовской МТЦНТИ. - 1990. - №23-90. - 2с.
94. 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.

95. 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.
96. Кудрин С.А. Краткий обзор результатов работ агрохимического отдела за 1927-28 г.г. Голодностепской сельскохозяйственной станции. Труды стн. Вып.6. 1930.
97. Кутеминский В.Я., Леонтьева Р.С. Почвы Таджикистана. - Душанбе: Ирфон, 1966.-Вып.Х. -222 С.
98. Ларионов А. Г. Пути повышения урожая люцерны/ А. Г. Ларионов, В. Т. Морковин // Степные просторы. - 1970. - № 5. - С. 43-45.
99. Ларионов А. Г. Режим орошения люцерны / А. Г. Ларионов // Труды Валуйской опытно-мелиоративной станции. - Волгоград, 1966. - С. 108-131.
100. Лебедев Б.М. Дождевальные машины / Б.М. Лебедев. – Москва: Машиностроение, 1977.
101. Легостаев В.М. К вопросу мелиорации голодной степи. Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана. №1. 1949.
102. Легостаев В.М., Коньков Б.С. Мелиоративное районирование. Ташкент. Госиздат, Узб.ССР, 1951, с-191.
103. Литвиненко П.И. Орошение семенной люцерны в среднеазиатских республиках. Ж. «Хлопковое дело» №11. 1941.
104. Литвинов В.Н., Сангинов Б.С., Гулов Т. Интенсификация люцернового, клина в хлопково-люцерновом севообороте. //Сельское хозяйство Таджикистана, 1978,- № 3.- С. 51-57.77. 1 Литвинов В.Н. Кормовые культуры Таджикистана. -Душанбе: Ирфон, 1978, 248с.
105. Литвинов В.Н., Сардоров М.Н. Интенсификация люцернового клина в севообороте Таджикистана.//Обзор. информ. ТаджикНИИТИ.-Душанбе, 1990, 40 с.
106. Лихацевич А. П. Нормированный режим орошения сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич // Мелиорация и водное хозяйство. - 2005. - №4. - С. 18-20.
107. Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров - М.: Колос, 1981. - 375 с.
108. Льгов Г.К. Орошение сельскохозяйственных культур в предгорьях Северного Кавказа - Орджоникидзе: Северо-Осетинское кн. Изд. 1967- 225с.

109. 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.
110. 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.
111. Мавлянов А.А., Истомин М.С., Валиулин А.Х. Два урожая семян в год. Ж. «Хлопководство». №6. 1966.
112. Мавлянова С. Влияние режим орошения на урожай сена и семян люцерны. Автореферат. Кандидата с-х наук. Ташкент. 1974.
113. Максумов А.Н., Литвинов В.Н., Имамов С. Выращивание люцерны. Душанбе: Ирфон, 1974, 64 с.
114. Малыгин В.С. О севооборотах и мерах интенсификации земледелия в республиках Средней Азии. Ж. «Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана» №8. 1938.
115. Малыгин В.С. Некоторые мероприятия по освоению засоленных земель Голодной степи. В сб. «Голодная степь». (материалы по производительным силам Узбекистана. Вып.6) Ташкент. 1957.
116. Маметназаров Б. Режим орошение люцерны на луговых почвах Северной зоны хлопкосеяния Каракалпакской АССР. Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент. 1977., -22с.
117. Махамбетов А. Поливной режим люцерны при орошении дождеванием в условиях Голодной степи. Материалы пятой конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистан. Изд. «Фан». Ташкент. 1969.
118. Махамбетов А. Поливной режим люцерны и кукурузы в старой зоне орошения Голодной степи. Автореферат кандидата с-х наук. Ташкент. 1970.
119. Махамеджанов М.В. Севообороты в хлопковых районах. Ташкент. 1958.
120. Мелиоративные системы и сооружения. СНиП 2.06.03-85,- М.ЦИТП Госстроя СССР, 1986 - 60 с.
121. 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.

122. Морковин В. Т. Урожай и выживаемость люцерны в зависимости от режима орошения и сроков укоса на темно-каштановых почвах Заволжья / В. Т. Морковин // Автореф. Дис. Канд. с/х наук. - Саратов, 1973. - 22 с.
123. Муртазин Р.М. Синхронно-импульсное дождевание на крутых склонах в Гиссарской зоне. Вопросы мелиоративного строительства. // Труды / ТСХИ, Том. 34. Душанбе, 1978. - 34,38 С.
124. Нарзуллаев М. Оценка продуктивности сортов люцерны в зависимости от укоса и года стояния в условиях Вахшской долины», Душанбе, Дисс.на соискание ученой степени кандидата с.-х.н., 2012, -105С.
125. Николаев А.В. К теории поливных режимов сельскохозяйственных культур. Сталинабад. 1956.
126. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. -М.: ВИНТИ, 1977. -Т.3.-С.11-65.
127. Носенко В.Ф. Оценка гидравлических характеристик ДМ «Кубань» / В.Ф. Носенко, В.Г. Луцкий, С.С. Савушкин // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – № 5.
128. Нурматов Н.К. Технология орошения сельскохозяйственных культур на склоновых землях. Изд. «Ирфон», Душанбе, 1991, 371 с.
129. 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. - 21 с.
130. 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.
131. 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.
132. 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.
133. 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
134. Ольгаренко Г. В. Нормирование, информационное обеспечение и реализация водосберегающих процессов орошения / Г. В. Ольгаренко // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук: Новочеркасск, 1998. - 42 с.
135. Орлов Н.Б. Урожай семенной люцерны может быть выше. // Хлопководство, 1970.- № 5.- С. 27-28.
136. Панкова Т. А. Адаптивное нормирование орошения люцерны на темно-каштановых почвах сухостепного Заволжья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Саратов, 2015, -145с.
137. Панкратов П.А. Гидрогеологическое обоснование ирригационно-мелиоративных мероприятий в Таджикистане. Душанбе. Изд. «Дониш». 1969.
138. Петров Е.Г. Интенсификация культуры люцерны путем улучшения поливного режима. Ж. «Советский хлопок». №7. 1937.
139. Пронько Н. А. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок. / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, А. С. Фалькович // Мелиорация и водное хозяйство - 2014, №4, С. 16-19.
140. Пронько Н. А. Рекомендации по рациональным экологически обоснованным оросительным нормам на планируемую урожайность силосной кукурузы, люцерны, озимой пшеницы, сои, гречихи и кормовых смесей для Саратовской области / Н. А. Пронько, В. К. Брель, В. А. Шадских, В. В. Корсак, С. В. Затицацкий, Ю. И. Панченко. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова». - 2011. - 22 с.
141. Приклонский В.А. Растительность и грунтовые воды // Гидрогеол. и инж. геология. 1935. Т. 1. С. 132-167.
142. Пулатов Я.Э., Научные основы оптимизации режимов орошения основных зерновых культур в Таджикистане: диссертация...доктора сельскохозяйственных наук: Т. 1997. -355с
143. Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н. 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.
144. Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н. Инновационный подход: оптимизация режима водоподачи дождеванием люцерны /Пулатов Я.Э., Расулов Ф.Н.// Доклады

- Таджикской академии сельскохозяйственных наук. Душанбе – 2020, № 4 (66) – с.39 – 42.
145. 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.
146. Пулатов Ш.Я. Повышение равномерности увлажнения при бороздковом поливе хлопчатника в условиях Центрального Таджикистана//Автореферат канд.дисс. М: 2013. -23с.
147. Рабочев И.С. Мелиорация засоленных почв. Ашхабад. 1964., -231с.
148. Раджабов Т. Режим орошения люцерны на такырных почвах Каршинской степи. Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент. 1978. -22с.
149. 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.
150. 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.
151. 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.
152. Рахматиллоев Р. Особенности капельного режима орошения хлопчатника. Ежемесячный научно-производственный и популярный журнал независимого агентства стратегических исследований и планирования АПК «Дехкон», Душанбе, 2003, №7, с. 12-17.
153. Рахматиллоев Р. Технология орошения хлопчатника при интенсивных способах возделывания в Таджикистане. Диссер. на соиск. уч.степени доктор с.-х.н. Москва, 2005, 46с.
154. Рачинский А.А. Результаты изучения режима в Южном Хорезме. Ж. «Хлопководство». №7. 1964.

155. Рашидов Х.И., Сизова В.П. Кормовые культуры.// Сб. науч. трудов Тадж НИИ земледелия. Душанбе, 1974.- Т.5.- С. 43-51.
156. Роде А. А. Почвенная влага / А. А. Роде. - М.: Издательство Академии наук СССР, 1952. - 454 с.
157. Рождественский М.Н. Люцерна в борьбе с засолением почвы. Ж. «Советский хлопок». №7. 1938.
158. Розанов А Н. Развитие и современное стояние вторичного засоления почвы в совхозе «Пахтаарал». В сб. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации». Изд. АН СССР. Москва. 1948.
159. Розов Л.П. Мелиоративные почвоведение. Сельхозгиз. Москва. 1936- 494 с.
160. Ротмистров В.Г. Корневая система сельскохозяйственных растений и урожай //Совет.агрономия,- 1939. №8. С.61-74.
161. Рыжов С.Н. Влияние люцерны и травосмесей на структуру почвы и накопление органических веществ. Ж. «Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана». №3. 1938.
162. Рыжов С.Н. О способах определения сроков полива хлопчатника. Известия АН Уз ССР. №4. 1953.
163. Садриддинов А.А. Светлые сероземы // Таджикистан. - Душанбе: Дониш, 1982.-317 стр.
164. Самаркин Ф.Н. Режим орошение и техника полива тонковолокнистого хлопчатника в Туркменской ССР. В сб. «Хлопководство и применение удобрений в СССР». Душанбе. 1968.
165. Савушкин С.С. Обеспечение оптимальных гидравлических характеристик низконапорной дождевальная машины «Фрегат» / С.С. Савушкин, И.А. Бобров, Т.М. Некрасов // Оптимизация технических средств и технологии полива. – Москва, 1985. – С. 61–65.
166. Сардор М. Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность совмещённых посевов люцерны со злаковыми культурами в условиях Центрального Таджикистана: автореф. дис. ... док. с.-х. наук. — Душанбе, 1997. — 43 с.
167. 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.
168. Сляднев А.Ф. Баланс влаги в почвогрунтах Голодной степи и его практическое значение в хлопковом хозяйстве Узбекистана. Труды IV сессии АН Туркменской ССР. Ашхабад. 1954.

169. Судницин И. И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. / И. И. Судницин. - М.: Изд-во МГУ, 1979. - 255 с.
170. Турсунходжаев З.С. Влияние семипольного хлопково-люцернового севооборота на плодородие почвы и урожай хлопчатника. В сб. «Агротехника хлопка и люцерны в Казахстане». Ташкент. 1942.
171. Фурсов В.Н. Хлопковые поля севооборота для полей Туркмении. В сб. «Почвы Мургаба и вопросы агротехники хлопчатника». Ташкент. Изд-во АН Уз. ССР, 1957. – С. 145.
172. Ходжаев Ш.И. Продуктивность хлопчатника на засоленных и гипсоносных орошаемых землях Юго-западного Таджикистана//Дисс. На соиск. Уч. Степ. Какн. Наук. Душанбе, 2016. -145с.
173. Храбров М.Ю., Муртазин Р.М. Влияние схем расстановки импульсных дождевателей на эффективность СИД на землях с уклонами до 0,3. М., // Труды/ ВНИИГиМ, 1986.
174. Храбров М.Ю., Муртазин Р.М., Головенко В.М. Эффективность различных схем расстановки импульсных дождевателей. Душанбе., Тадж.НИИНТИ, 1986. № 51-86.
175. Цивинский В.И. О критическом периоде у хлопчатника. ДАН СССР. т. I. №9. 1935.
176. Чаповская Е.В. Суммарное испарение с орошаемых земель Гиссарской долины Тадж. ССР. 1968, с.96-106.
177. 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. 127-13 8.
178. 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.
179. Чумакова Л. Н. Суммарное испарение и влагоперенос на орошаемых полях кормовых культур в Заволжье / Л. Н. Чумакова. - Саратов: СГАУ, 2003. -200 с.
180. Чурляев А.Д. Ферганская область. В кн. «Режим орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР». Ташкент. 1971.
181. Шабанов В. В. Биоклиматическое обоснование мелиорации / В. В. Шабанов - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 165 с.

182. Шабанов В. В. Комплексные мелиорации будущего / В. В. Шабанов, А. А. Богушевский, Е. П. Галямин, Б. Б. Шумаков // Гидротехника и мелиорация. - 1977. - №11. - С.10-15.
183. Шевелев Ф.А., Шевелева А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справ, пособия, 6-е изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1995
184. Шейнкин Г.Ю. Опыт эксплуатации систем импульсного дождевания на склоновых землях в аридной зоне. /Шейнкин Г.Ю., Храбров М.Ю., Муртазин Р.М. и др.// М. ЦБНТИ, сер. 1. вып.4. 1987.
185. Шейнкин Г.Ю. Синхронное импульсное дождевание на склоновых землях. /Шейнкин Г.Ю., Храбров М.Ю., Муртазин Р.М.// Гидротехника и мелиорация. №11. 1986
186. 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. /Шейнкин Г.Ю., Гордеев В.Б., Осадчи О.А.// - М., ВНИИГиМ, 1983, с. 11-23
187. Шодиев О., Земан Г.Г. и др. Статистические итоги второго тура крупномасштабного почвенного обследования староорошаемых земель хлопковой зоны Таджикской ССР: Справочник. - Душанбе, 1985. - 27 с.
188. Шувалов А. Н. Современные системы орошаемого земледелия Поволжья и пути их реформирования / А. Н. Шувалов, Г. И. Фомин, Н. А. Колчина - С.: 1994. - 58 с.
189. Шумаков Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур - основа для проектирования режима орошения / Б. А. Шумаков // Сб. Биологические основы орошаемого земледелия. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. -154 с.
190. Шумаков Б. А. Орошение в засушливой зоне Европейской части СССР / Б. Б. Шумаков. - М.: Россельхозиздат, 1969. - 170 с.
191. Эшанова З. Люцерна текущего года под покровом зерновых колосовых. // Научно-обоснованная система земледелия Таджикской ССР. Душанбе, 1984, с. 284-285.
192. 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.
193. Bennet O.L. 1958-Effect of moisture regume and stage of plant growth on moisture use by Cotton. Soil science, r. 98.

194. Bryan B.B. and Broun D.A., 1938 – Evapotranspiration of Cotton in Eastern Arkansas effected by soil moisture, Fertilizer and soil type, Agr. Exp. Sta., Bull 648, Arkansas, University, Agr. Diresion.
195. Ewerst C. Irrigation in more than changing Water. / C. Ewerst. // Idaho Farmer Stockman. - 1983. - V. 101. - P. 10-22.
196. Fischbach P. Scheduling key to efficient irrigation / P. Fischbach, G. Buttermore. // Ranh and Home Quarterly. - 1984. - V.30. - №3a. - P. 26-27.
197. Hanson Y. and Russel W.Y., 1964-lufiunce of irrigation practices on Cotton production and filer propeortios, Agricultural Experiment station Bylletion 483, March, New Mexico state University.
198. <http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-4-3.htm>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные климатические характеристики Гиссарской долины

Метеостанции	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Температура воздуха, °С													
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 [1941] 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



**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, хиёбони Рудақӣ, 146	TAJIK 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		

№ 01/2023 « 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 Шириншох Шотемур

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

Ректор, профессор



Махмадёрзода У.М.



Апробация проведения опыта