Ассоциация «Аграрное образование и наука»

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ С УЧЕТОМ ВВЕДЕНИЯ В ОБОРОТ ДЛИТЕЛЬНО НЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОРОШАЕМЫХ УЧАСТКОВ

Саратов 2019

УДК 631.6: 631.43

ББК 40.6

Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учетом введения в оборот длительно не используемых орошаемых участков / Составители: В.А. Шадских, Н.Ф. Рыжко, В.Е. Кижаева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова, Н.В. Рыжко – Саратов, 2019. – 39 с.

Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учетом введения в оборот длительно не используемых орошаемых участков разработаны по заданию Ассоциации «Аграрное образование и наука». Рекомендации содержат предложения по совершенствованию современной дождевальной техники и систем полива, модернизации и реконструкции насосных станций и закрытой оросительной сети, предложения по эффективному использованию орошаемых земель в системе экологически безопасного орошаемого земледелия, обеспечивающего оптимизацию водного режима орошаемых почв и агротехнических приемов землепользования, направленных на стабилизацию и улучшение почвенного плодородия и мелиоративного состояния агроландшафтов, а так же повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в орошаемых агроценозах Поволжья.

УДК 631.6; 631.43

ББК 40.6

© Ассоциация «Аграрное образование и наука», 2019

© Шадских В.А., Рыжко Н.Ф., Кижаева В.Е., Романова Л.Г., Рассказова О.Л., Рыжко Н.В., 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ …….. 4

1 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ВНЕДРЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН И СИСТЕМ ПОЛИВА …….. ……. 5

1.1 Повышение качества и равномерности полива отечественных и зарубежных дождевальных машин …… 5

1.2 Повышение проходимости дождевальных машин за счёт уменьшения глубины колеи ……..…… 7

1.3 Внесение удобрений с поливной водой …… 6

2 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ …… 12

2.1 Снижение потребления электроэнергии на полив, увеличение числа одновременно работающих машин и повышение надёжности работы трубопроводов закрытой оросительной сети …… 12

3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ …… 16

3.1 Обработка почвы в системе экологически безопасного орошаемого земледелия, обеспечивающего стабилизацию почвенного плодородия ……..…… 16

3.2 Рациональные севообороты для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Поволжья … 21

3.3 Предложения по оптимизации водного режима орошаемых почв Поволжья и агротехнических приемов землепользования …… 27

3.4 Экологические требования к технике при поливе дождеванием … 35

ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..…. 37

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…… 38

ВВЕДЕНИЕ

Значительные площади орошаемых земель в Поволжском регионе эксплуатируются с 60-70-ых годов прошлого столетия.

В 90-е годы большое количество дождевальных машин с алюминиевым трубопроводом типа «Волжанка», «Днепр» были разукомплектованы и списаны. Общее количество дождевальных машин в стране уменьшилось с 80,2 до 13,5 тыс. шт. или примерно в 5,9 раза.

Количество насосных станций уменьшилось, а некоторые из них были законсервированы. На насосных станциях до 90-х годов зачастую использовались высоконапорные насосные агрегаты, при эксплуатации которых имеет место потребление большого количества электроэнергии. Поэтому модернизация насосного оборудования и дождевальных машин для экономии электроэнергии на полив является важной задачей.

При строительстве закрытых оросительных систем в 70 годах использовались в основном стальные, чугунные и асбоцементные трубы. Стальные трубы подвержены значительной коррозии, имеют низкую надёжность. Это вызывало большое количество порывов при эксплуатации. В последние годы при реконструкции и строительстве новых орошаемых участков всё больше используются полиэтиленовые и стеклопластиковые трубы, которые не подвержены коррозии и имеют значительный срок службы – более 50 лет.

За последнее время происходят значительные изменения по замене малоэффективных и устаревших образцов дождевальных агрегатов на более совершенные и передовые, проводятся работы по реконструкции закрытой оросительной сети и замене насосно-силового оборудования.

В тоже время значительное количество орошаемых участков не используются или используются недостаточно эффективно. Комплексная оценка технического состояния орошаемых земель позволила разработать рекомендации по эффективному их использованию и вводу в оборот длительно неиспользованных орошаемых участков.

1 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ВНЕДРЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН И СИСТЕМ ПОЛИВА.

1.1 Повышение качества и равномерности полива отечественной и зарубежной техники

На современном этапе использования дождевально-поливной техники наиболее передовыми являются многоопорные дождевальные машины кругового действия отечественного производства: «Фрегат», «Кубань-ЛК», «Каскад», «Нева», «Орсис», «Казанка», «Водолей», «Ахтуба» и иностранные: T-L, Bauer, Valley и др.

Для дождевальных машин кругового действия, на которых в качестве дождевателей используются короткоструйные дождевальные насадки, характерным является значительное увеличение расхода воды дождевателей к концу трубопровода, а также повышение интенсивности дождя (до 1,2 мм/мин и более), что приводит к снижению нормы полива до стока и не позволяет обеспечивать оптимальные нормы полива без стока.

Это вызывает перераспределение дождя в пониженные участки поля, и даже инфильтрационные потери.

Дождь большой мощности значительно уплотняет и разрушает верхний слой почвы.

Всё это вызывает значительную пестроту и недобор урожая.

Одним из основных факторов, влияющих на норму полива до стока, является технология полива, которая определяется:

- типом дождевателей (дальнеструйные, среднеструйные или короткоструйные);
- способом полива (в движение или позиционно);
- способом подачи нормы полива (за один или несколько проходов и др.).

Основными характеристиками технологического процесса полива являются средняя и мгновенная интенсивность дождя, средний диаметр капель дождя, средняя скорость падения капель дождя, мощность дождя, слой дождя за один проход аппарата, машины или агрегата, коэффициент неравномерности подачи оросительной воды за время полива, прерывистость дождя и др.

Основными технологическими направлениями повышения нормы полива до стока являются снижение средней и мгновенной интенсивности дождя, крупности капель, скорости их падения и мощности дождя,

Предлагаемые конструктивные разработки направлены на совершенствование оборудования приповерхностного полива (ОПП).

Разработано несколько вариантов увеличения ширины захвата дождем:

- замена секторных насадок монтируемых на ДМ «Кубань-ЛК» на трубопроводе на высоте 5 м на дождевальные насадки со съёмным

дефлектором, устанавливаемые на шпренгелях ферм на высоте 2,7 м от поверхности почвы (рисунок 1).

– монтаж дождевальных насадок на высоте 0,8-1 м на шпренгелях фермы с использованием рукавов или штанг.

Рисунок 1 – Монтаж насадок на ферме дождевальной машины «Кубань-ЛК» в ООО «Лидер»

Увеличение ширины расстановки дождевальных насадок при применении оборудования приповерхностного полива (ОПП) на ДМ «Кубань-ЛК», приводит к уменьшению интенсивности дождя в 1,5 раза, по сравнению со стандартными секторными насадками (1,3 мм/мин) и в 1,15 раз по сравнению с зарубежными насадками i-wob дождевальных машин Bauer, которые устанавливаются в линию вдоль трубопровода машины.

Мгновенная интенсивность дождя секторных насадок ДМ «Кубань-ЛК» имеет максимальные значения (1,47 мм/мин). При монтаже дождевальных насадок на оборудовании приповерхностного полива, она снижается в 4,4 раза (до 0,33 мм/мин). Также низкая мгновенная интенсивность дождя вдоль трубопровода ДМ Bauer, T-L, и Valley.

Увеличение ширины расстановки дождевальных насадок и снижение крупности капель на ДМ «Кубань-ЛК» приводит к уменьшению средней мощности дождя в 1,97 раза по сравнению с секторными насадками и с насадками i-wob дождевальной машины Bauer, а также к уменьшению мгновенной мощности дождя в 5,6 раза.

Таким образом, применение на дождевальных машинах нового оборудования приповерхностного полива позволяет снизить среднюю и мгновенную интенсивность и мощность дождя, что улучшает качество полива, повышает эффективность орошения и способствовать росту урожайности.

В условиях жаркого климата Заволжья, расход воды серийных ДМ «Кубань-ЛК» и многих иностранных машин занижен и, чтобы поддерживать влажность поля на требуемом уровне, необходима их интенсивная эксплуатация и увеличение числа поливов.

Производительность ДМ снижается, если расход воды и её гидромодуль уменьшается. Чтобы повысить эффективность машин необходимо увеличивать расход воды.

Увеличение расхода воды в зависимости от напора на входе в машину «Кубань-ЛК», T-L и Bauer с оборудованием приповерхностного полива

В ООО «Лидер» проведены исследования ДМ «Кубань-ЛК» с оборудованием приповерхностного полива и дождевальными насадками, настроенными по разработанным картам.

Исследования показали, что расход воды увеличен на 14,2 % (с 70 л/с при Н = 0,35 МПа до 80 л/с при Н = 0,37 МПа) и на 17 % (с 70 л/с при Н = 0,35 МПа до 90 л/с при Н = 0,4 МПа).

Изменяя напор на входе машины в пределах от 0,2 до 0,4 МПа можно регулировать расход воды машины «Кубань-ЛК», что будет способствовать экономии электроэнергии на насосной станции за счёт оптимизации режима работы насосных агрегатов.

В ООО «РОСАГРО-Заволжье», где летом жесткие климатические условия, проведены работы по увеличению расхода воды на дождевальных машинах T-L и Bauer.

Расход воды и производительность дождевальной машины T-L увеличены на 17,6 % за счёт монтажа насадок. Это позволило стандартный расход воды − 68 л/с (Н = 0,3 МПа) повысить до 80 л/с (Н = 0,4 МПа).

Таким образом, повышение расхода воды ДМ будет способствовать повышению их производительности, сокращению времени полива и направлено на повышение урожайности и эффективности орошения.

1.2 Повышение проходимости дождевальных машин за счёт уменьшения глубины колеи

Характерным для многих отечественных и иностранных дождевальных машин является использование в районе тележек дождевальные насадки кругового полива, которые не регулируются по высоте, что приводит к образованию на поле глубокой и широкой колеи после прохода тележек (рисунок 2).

Для уменьшения глубины колеи при поливе дождевальными машинами в районе тележки предлагается на ОПП монтировать секторные насадки, которые могут легко регулироваться по высоте от 1 до 3 м, по мере роста высокостебельных культур. Регулировка высоты установки дождевальной насадки может осуществляться при помощи рукава с кронштейном или поворотным рычагом. На штангах также сложно выполнять такую регулировку.

Обоснованы размеры штанги и угол её поворота, чтобы сохранить приемлемый угол вылета струй – в пределах 5-30 град к горизонту.

Для многоопорных дождевальных машин реверсивного передвижения с дождевателями секторного полива разработано оборудование приповерхностного полива, которое легко регулируется по высоте и изменяет направление полива при смене направления движения машины. Новизна техниче-

ских решений подтверждается патентами на полезную модель № 169912, 170892 .

а) б)

Рисунок 2 – Образование глубокой колеи при поливе насадок над тележкой (а – ДМ Zimmatic; б – ДМ T-L)

Разработанная в ВолжНИИГиМ секторная дождевальная насадка, позволяет уменьшить попадание воды под колёса тележек дождевальной машины (рисунок 3 а). На рисунке 3 б показана установка дождевальных насадок секторного полива в районе тележек на дождевальной машине «Кубань» с целью улучшения проходимости и уменьшения буксования машины.

На дождевальной машине «Фрегат» (ООО «Самарский завод сельхозмашиностроения») по предложению ВолжНИИГиМ, в 2019 г. в районе тележек были смонтированы секторные насадки, снижающие объём воды, выливаемой под колёса тележек. В результате чего снижена глубина колеи и повышена проходимость дождевальных машин.

Исследованиями на ДМ «Кубань» (ООО «Лидер» Волгоградской обл.) установлено, что уже после первого полива машины с увеличением объёма воды, выливаемого под колёса тележек, с 0…50 до 600 м^3/га, несущая способность почвы уменьшается, и глубина колеи увеличивается до 10-12 см. По мере увеличения числа проходов машины по полю, глубина колеи увеличивается, наиболее интенсивно наблюдается её рост при большой норме полива 400-600 м^3/га, которая может возникать при попутном ветре и после 4-5 поливах уже достигает 18-23 см.

а)

б)

Рисунок 3 – Дождевальная насадка секторного полива из полимерного материала (а) и насадки, установленные в районе тележек (б) на ДМ «Кубань» (ООО «Лидер», Волгоградская обл.)

Снижение объёма воды, выливаемого под колёса тележек, до 200-300 $м^3$/га приводит к уменьшению глубины колеи до 10-12 см.

При установке на многоопорной ДМ оборудования приповерхностного полива (ОПП) с секторными насадками, обеспечивающими полив в сторону противоположную движению тележки, (т. е. колеса передвигаются практически по сухой почве), а при ветре возможно незначительное количество выливаемой воды в колею. Глубины колеи, в этом случае, практически не меняется от кратности поливов и находится на низком уровне, всего 3-7 см.

Таким образом, для повышения эффективности орошаемых земель на дождевальных машинах в районе тележек необходимо использовать секторные насадки, которые уменьшают попадание воды под колёса тележек, снижают глубину колеи и повышают проходимость и производительность при поливе.

1.3 Внесение удобрений с поливной водой

Выполнение задачи, направленной на дальнейший подъём сельского хозяйства должно опираться на достижения научно-технического прогресса, внедрение в производство передовых технологий и технических средств, позволяющих повысить производительность труда, экономить материально-технические ресурсы [1, 2]. Этому в полной мере отвечает использование технологии внесения минеральных удобрений с поливной водой [2, 3, 4]. В последние годы эта технология широко внедряется при капельном и спринклерном орошении различных сельскохозяйственных культур и показывает значительный эффект.

Для оценки эффективности внесения минеральных удобрений при поливе ДМ «Фрегат» проведены подкормки при выращивании: кукурузы на силос и сою (на орошаемых участках от НС № 2 Энгельсской ОС), люцерны на зеленый корм и сено и кукурузы на зерно на орошаемых участках Комсомольской ОС.

Данные по урожайности этих культур, приведенные в таблице 1, показывают, что во всех случаях, хотя и в разной степени, подкормки посевов способствуют росту урожайности сельскохозяйственных культур. Бобовые культуры (люцерна, соя), обладающие способностью к азотофиксации, в меньшей степени реагируют на дополнительную гидроподкормку, но и здесь прибавки урожая достигали 55-65 %.

Эффективность гидроподкормки в фазы интенсивного роста растений подтверждается анализом данных по срокам и нормам подкормки зерновой кукурузы. Две подкормки, проведённые в начале и во второй половине вегетации, обеспечивает урожай 17,1 ц/га, а приуроченные к периоду наибольшего прироста биомассы и наливу зерна – 18,9 ц/га. Возрастающие дозы азота обеспечивали большую прибавку урожая.

Таблица 1 -Урожайность сельскохозяйственных культур при поливе ДМ «Фрегат» (без подкормки – 1 вар., при гидроподкормке – вар. 2-4)

Место гидроподкормки	Культуры	Варианты	Фактически внесено, кг/га д. в.		Прибавка урожая, ц/га
			твердыми туками в осенне-весенний период	с поливной водой	
НС № 2 Комсомольская ОС	Люцерна на з. корм 2 укос ДМ № 114	1	$N_{60}P_{70}$	0	-
		2	$N_{60}P_{70}$	$N_{60}P_{30}$	19,0
	Люцерна на сено 2 укос ДМ № 114А	1	$N_{60}P_{70}$	0	
		2	$N_{60}P_{70}$	$N_{50}P_{20}$	12,5
НС № 5 Комсомольская ОС	Кукуруза зерновая ДМ № 67	1	0	0	-
		2	0	N_{60}	16,4
		3	0	N_{30}	12,7
		4	0	N_{15}	1,2
	Кукуруза зерновая ДМ № 72	1	0	0	-
		2	0	$N_{60}+N_{40}$	11,9
		3	0	$N_{60}+N_{40}$	13,7
		4	0	N_{40}	4,1
НС № 2 Энгельсская ОС	Кукуруза на силос ДМ № 5	1	0	0	-
		2	0	N_{35}	224,0
	Соя ДМ № 15	1	N_{30}	0	-
		2	N_{30}	N_{70}	3,4

ДМ «Фрегат» в рядовых условиях эксплуатации в орошаемых хозяйствах имеют невысокую равномерность полива. В концевой части машины на участках недополива и большой мощности дождя урожай снижается из-за нехватки оросительной нормы, а также в результате перераспределения дождя по элементам рельефа.

Данные по урожайности люцерны на сено по створам вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» на участках полива с различной нормой подкормки и удельной мощностью дождя приведены в таблице 2.

Отмечено, что по мере удаления от неподвижной опоры и с увеличением мощности дождя, снижается норма полива и норма подкормки. Это приводит к снижению урожайности на участках во второй половине трубопровода машины. В целом по машине подкормка увеличивает урожай люцерны на сено на 55,7 %. В зоне полива аппаратов № 1 и № 2 прибавка составила 75-91 %, а в концевой части, где нормы подкормки и полива меньше, прибавка составила всего 10-40 %. В концевой части машины увеличивается мощность дождя и пестрота урожая. Это вызвано в основном перераспределением дождя по неровности рельефа.

Таблица 2 – Изменение урожайности люцерны на сено вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» в зависимости от нормы полива и подкормки и удельной мощности дождя

Показатели	Значения показателей						Среднее значение
Пролёт между тележками	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	
Тип аппарата	1	2	3	3	4	4	
M, м^3/га	775	600	464	320	464	300	485
Норма подкормки, кг/га	$N_{80}P_{31}$	$N_{61}P_{25}$	$N_{47}P_{20}$	$N_{33}P_{13}$	$N_{47}P_{20}$	$N_{30}P_{12,5}$	$N_{50}P_{20}$
Ny, Вт/ м^2	0,01	0,03	0,045	0,08	0,085	0,12	
Створы	Урожайность люцерны на сено при гидроподкормке, ц/га						
1	85	70	57	50	70	40	
2	91	94	70	62	50	47	
3	100	68	55	42	60	42	
Среднее	92	77	60,6	51,3	60	43	64,0
Урожайность люцерны на сено при поливе без удобрений, ц/га							
4	55	45	55	22	51	42	
5	42	40	40	30	42	35	
6	47	47	38	25	35	40	
Среднее	48	44	44,3	25,6	42,6	39	40,6

Примечание - *Ny* – удельная мощность дождя, Вт/м^2; *M* – норма полива, м^3/га.

Исследования показывают, что при снижении нормы полива в концевой части машины недобор урожая сена составляет 48,6 %. Повышение мощности дождя в концевой части машины при одинаковой норме полива приводит к снижению урожайности до 8,8 %.

Увеличение суммарного веса азота и фосфора при гидроподкормке приводит к увеличению урожайности до 91,6 %. Это подтверждает значительную эффективность внесения удобрений с поливной водой дождевальными машинами.

Таким образом, для повышения эффективности орошаемых земель необходимо шире внедрять внесение удобрений при поливе, что обеспечивает повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

2 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ.

2.1 Снижение потребления электроэнергии на полив, увеличение числа одновременно работающих машин и повышение надёжности работы трубопроводов закрытой оросительной сети

Основными способами экономии электроэнергии на существующих подкачивающих насосных станциях является перевод дождевальных машин на низконапорный режим работы, оптимизация режима работы насосных агрегатов с максимальным КПД и внедрение малоэнергоёмких и разменных насосов.

Для снижения потребления электроэнергии на полив в первую очередь необходимо использовать низконапорные дождевальные машины. Модернизация высоконапорных ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы, которая широко внедряется сотрудниками ВолжНИИГиМ в последние годы, заключается в том, что вдоль основного трубопровода машины монтируется дополнительный полиэтиленовый трубопровод (патент № 159184), обеспечивающий подачу оросительной воды в гидроприводы тележек [5]. Запитка гидроприводов от полиэтиленовой трубы и монтаж сливных клапанов производится через седёлки.

Для дополнительной тонкой очистки воды подающего на гидроприводы тележек с использованием наружного промывного фильтра и промывного фильтра устанавливаемого в потоке воды стояка неподвижной опоры (рисунок 4 а и б).

а) б)

Рисунок 4 – Наружный промывной фильтр тонкой очистки воды гидропривода тележек (а). Дисковый затвор и промывной фильтр в ООО «РОСАГРО-Заволжье» (б)

Эффективна также модернизация энергосберегающей ДМ Фрегат для обеспечения регулирования расхода воды путем применения дискового затвора и изменения давления на входе в машину (рисунок 4 б).

Полевые исследования показали, что применение дополнительного полиэтиленового трубопровода диаметром 63 мм позволяет снизить давление на входе в машину «Фрегат» от 0,56-0,7 МПа до 0,37-0,5 МПа (в зависимости от модификации машины) или в 1,4-1,5 раза.

Основное преимущество низконапорных ДМ «Фрегат» с полиэтиленовым трубопроводом в том, что цикличность гидропривода последней тележки увеличивается с 3,3 (низконапорная машина конструкции УкрНИИГиМ) до 4,5…5,0 ход/мин, при этом время полива и минимальная поливная норма приближаются к значениям серийной высоконапорной машины.

Эффективность использования низконапорной ДМ «Фрегат» при групповой эксплуатации и рациональной последовательности их включения на орошаемом участке, а также при оптимизации режима работы насосных агрегатов получена при эксплуатации ПНС № 2 Энгельсской ОС в ООО «Наше дело». В хозяйстве на площади орошения 917 га из 20-ти дождевальных машин «Фрегат» 10-ть наиболее удаленных машин (с большим количеством опорных тележек – 14…16 шт. и расходом воды 80…90 л/с) переведены на низконапорный режим работы.

Внедрение низконапорных ДМ «Фрегат» позволяет увеличивать число одновременно работающих машин. Если до модернизации (2015) два насосных агрегата на ПНС-2 обеспечивали одновременный полив только 7-8 машин, то после перевода на низкий напор их количество увеличилось до 10 ед. (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристики работы насосной станции ПНС-2 и насосных агрегатов (НА) до и после модернизации ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы в ООО «Наше дело»

Годы	Показатели эксплуатации насосной станции и низконапорных ДМ «Фрегат»				
	Продолжительность полива участка, дн.	Количество часов, отработанных НА на насосной станции, ч.	Количество одновременно работающих ДМ от количества НА, ед.	Максимальный расход насосной станции, л/с	Максимальная суточная выработка ДМ, га
2015	16-18	462	7-8 от 2	600-650	56-60
2016	11-12	370	10 от 2	680-720	75-80
2017	10 6,5-7	347 297-299	10 от 2 14-15 от 3	680-720 1050-1110	75-80 110-140
2018	10 6,7- 8	344 267-271	10 от 2 14-15 от 3	680-720 1050-1110	75-80 110-130

При этом продолжительность полива всего орошаемого участка с 20 машинами снизилась с 16-18 дней до 10 дней при работе двух насосов и до 6,5-7 дней при одновременной работе трёх насосов в период, когда одновременно поливают 14-15 ДМ «Фрегат». Продолжительность работы агрегатов для полива орошаемого участка сократилось с 462 часов до 344-347 часов при работе двух агрегатов и до 267-277 часов – при одновременной работе трёх насосных агрегатов. Максимальный расход воды двух насосных агрегатов увеличился с 630 до 700-720 л/с и до 1050-1110 л/с – при работе трёх насосов. Стоимость одного цикла полива 20-ти дождевальных машин «Фрегат» за поливной сезон 2016 года в среднем составила 1040,0 тыс. рублей.

Экономия затрат на один цикл полива от снижения времени работы насосных агрегатов с 462 до 370 часов составила 260 тыс. рублей или за сезон (4 полива) – более 1,0 млн. рублей. При сокращении продолжительности работы насосных агрегатов за полив до 299 часов экономия электроэнергии составит порядка 375 тыс. рублей или 1,5 млн. рублей за сезон.

Значительное энергосбережение получено при внедрении низконапорных ДМ «Фрегат», «Valley» и мало энергоёмких насосов типа Д1250-65 на ПНС-4 Комсомольской ОС в ООО «Наше дело» (таблица 4).

На орошаемом участке 868 га поливают 6 низконапорных ДМ «Фрегат» и 8 ДМ Valley. Удельные затраты на подачу 1000 м^3 снижены с 470-658 кВт·ч до 241 кВт·ч, т. е. в 1,9-2,7 раза.

При подаче 1000 м^3 воды высоконапорными ДМ «Фрегат» затраты электроэнергии составляют 461-658 кВт·ч (табл. 20, НС-43б в ЗАО ПЗ «Мелиоратор», НС-А в ЗАО «АФ «Волга», ПНС-5 в ООО «Наше дело»).

В ОПХ «Красный боец» в качестве разменных насосов использованы два насоса 150-CVE-350, которые обеспечивали подачу воды на одну или две 12-опорные ДМ «Фрегат», а основной насос 250-QVD-570 включался при одновременном поливе 3-5 машин. Затраты электроэнергии на полив при использовании разменных насосов снижались с 452-722 до 352 кВт·ч.

В ОПХ «ВолжНИИГиМ» для экономии электроэнергии на полив на насосной станции были смонтированы разменные насосы (СПС-70/80 – 2 шт., СПС-100/100 – 1 шт. и СПС-200/50 – 1 шт.) с различным расходом воды. В зависимости от необходимости полива и количества одновременно работающих машин можно было включать различные насосные агрегаты. При эксплуатации насосов в оптимальном режиме энергетические затраты на полив были снижены до 280-320 кВт·ч.

Более существенная экономия электроэнергии получена на Приволжской ОС в ЗАО «АФ «Волга» при внедрении энергосберегающих ДМ Zimmatic и малоэнергоёмких насосов типа Д1250-65 с частотным регулированием оборотов электродвигателя, которая составила 198 кВт·ч на 1000 м^3. В тоже время при неоптимальном режиме работы насосных агрегатов на НС-43а в ЗАО ПЗ «Мелиоратор», где поливали ДМ «Фрегат» и низконапорные ДМ Zimmatic, экономия затрат электроэнергии на полив незначительная. Годовые затраты на подачу 1000 м^3 воды остались высокими – 489 кВт·ч.

Таблица 4 – Эффективность использования энергосберегающих дождевальных машин, малоэнергоёмких насосных агрегатов и оптимального режима работы.

Насос-ная станция	Наименование хозяйства	Тип насоса (дождеваль-ная машина)	Затраты электро-энергии, кВт· ч	Отра ботано мото/ ч.	Объём поданной воды, тыс. $м^3$	Затрачено кВт·ч на 1000 $м^3$
НС-43б	ЗАО ПЗ «Мелиоратор»	Д 1250/125 (Фрегат)	771 539	1 337	1 671,25	461
НС-А	ЗАО «АФ «Волга»	1Д 1250/125 (Фрегат)	1 647 434	2 003	2 503,75	658
ПНС-5	ООО «Наше дело»	250 CVA 460 (Фрегат)	779 328	2 238	1 656,12	470
НС-43а	ЗАО ПЗ «Мелиоратор»	Д 1250/125 (Фрегат +Zimmatic)	1 263 651	2 064	2 580,0	489
НС-1	ИП Крючков	1Д1250/125 (T-L+Фрегат)	515 540	1 152	1 041,5	495
НС-2	ООО «Наше дело»	1Д 1250/125 (Фрегат)	756 630	1 204	1 688,9	448
ПНС-4	ООО «Наше дело»	1Д 1250/63 (Фрегат-Н +Valley)	474 326	1 573	1 966,25	241
БКНС	ЗАО «АФ «Волга»	1Д 1250/63 (Zimmatic)	343 632	1 388	1 735,0	198

3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ.

3.1 Обработка почвы в системе экологически безопасного орошаемого земледелия, обеспечивающего стабилизацию почвенного плодородия

В настоящее время особое значение приобретает применение энергосберегающих почвообрабатывающих технологий.

Основополагающими принципами энергосберегающих почвозащитных технологий на орошаемых почвах считают оптимизацию агрофизических свойств почвы, увеличение содержания органического вещества в пахотном и подпахотном горизонтах, повышение продуктивности мелиорируемых земель. Дифференцированные системы обработки орошаемых почв должны учитывать зональные почвенно-климатические условия и интенсивность деградационных процессов в агроландшафте. Такие технологии обработки почвы существенно влияют на биологические, водно-физические и агрохимические свойства почвы, улучшая их, тем самым обусловливают сохранение почвенного плодородия и в конечном итоге способствует получению высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

Система обработки почвы определяется принятыми в орошаемых хозяйствах севооборотами, почвенно-рельефными условиями и биологическими особенностями возделываемых культур. Она включает планировку, основную и предпосевную обработки, подготовку почвы под промежуточные посевы и мероприятия по уходу за растениями в процессе вегетации. Для обеспечения равномерного распределения поливной воды по полю периодически (один раз в ротацию севооборота) должна проводиться эксплуатационная планировка. Следует избегать излишне глубоких срезов почвы, значительно уменьшающих толщину плодородного слоя и обнажающих подпахотный слой.

Совершенствование системы обработки почвы в орошаемых севооборотах должно осуществляться в направлении минимизации обработки и, в первую очередь, основной, как самой трудоемкой и дорогостоящей, оказывающей наиболее сильное воздействие на почвы.

На орошаемых землях Поволжья в качестве основной обработки почвы используется отвальная вспашка плугами с предплужниками, которая способствует хорошему крошению почвы, повышает ее водопроницаемость, увеличивает устойчивые запасы влаги, создает благоприятные условия для деятельности полезных микроорганизмов, борьбы с сорняками и вредителями.

К основной обработке должны предъявляться следующие требования [6, 7]:

- все виды вспашки (кроме заделки органических удобрений) должны проводиться плугом с предплужником в оптимальные агротехнические сроки:
- глубина пахоты должна быть равномерной и соответствовать заданной (отклонения по глубине не должны превышать ± 2 см);
- свальные гребни и развальные борозды должны быть прямолинейны и малозаметны;
- все сорные растения, пожнивные остатки и удобрения должны быть запаханы;
- при вспашке должно быть обеспечено хорошее оборачивание и крошение пласта;
- не допускаются разрывы между смежными проходами плуга, а также скрытые и открытые огрехи, незапаханные клинья.

Благодаря остаточным запасам влаги, после уборки зерновых и кормовых культур обычно сохраняется пахотная спелость почвы, которая способствует качественной обработке. При сильном иссушении пахотного слоя целесообразно провести предпахотный полив нормой 300 - 350 $м^3$/га, а на засоренных участках - провокационный полив нормой 250 - 300 $м^3$/га. По всходам сорняков поле обрабатывается дисковым или лемешным лущильником на глубину 10 - 12 см. На полях, засоренными корнеотпрысковыми сорняками должно проводиться двукратное лущение. После кукурузы пожнивные остатки для лучшей заделки должны быть измельчены тяжелыми дисковыми боронами или лущильниками.

При лущении стерни необходимо соблюдать следующие требования:
- обрабатывать почву следует одновременно или спустя два-три дня после уборки урожая на заданную глубину;
- при обработке поля дисковыми лущильниками (в пределах допустимых скоростей) необходимо добиваться мелкокомковатого рыхления поверхности почвы без чрезмерного ее распыления;
- развальная борозда в стыке средних батарей дисков не должна превышать глубины лущения;
- сорные растения должны быть полностью подрезаны. На полях, засоренных злостными сорняками, с появлением их всходов проводится повторное лущение на большую глубину;
- огрехи и пропуски при работе не допускаются.

При вспашке пласта люцерны следует учитывать ее высокую способность к отрастанию. Поэтому дернина предварительно должна быть обработана лемешным лущильником на глубину 8 - 10 см или тяжелой дисковой бороной на глубину 10 - 12 см.

При ежегодной отвальной вспашке на одинаковую глубину образуется плужная подошва, что ведет к резкому ухудшению водопроницаемости почвы, стоку поливной воды по уплотненной подошве. Особенно неблагоприятные условия влагообеспеченности складываются на полях, где в качестве основной обработки почвы выполнена мелкая плоскорезная или поверхностная

обработка дисковыми орудиями. На таких участках сток поливной воды происходит на 30-40% интенсивнее, чем при отвальной вспашке.

Во избежание образования плужной подошвы целесообразна разноглубинная система основной обработки почвы, сочетающая глубокие (до 27-30 см), обычные (20-22 см) и поверхностные (10-12см) обработки. При увеличении глубины вспашки с 20 до 30 см водопроницаемость почвы возрастает на 27-90 %, количество вредных солей снижается на 23-27 см. Вспашка на глубину 27-30 см должна проводиться не реже чем через 3-4 года на черноземах, и не реже чем через 2-3 года на каштановых почвах. Наиболее отзывчивы на углубление вспашки - кукуруза, люцерна.

Одним из эффективных приемов по рациональному использованию поливной воды на посевах зерновых культур, под посев которых была проведена мелкая плоскорезная или поверхностная обработка почвы, а также на посевах многолетних трав, особенно второго и третьего годов использования является проведение щелевания на глубину 27-30 см. При этом интенсивность впитывания поливной воды, выпадающих осадков увеличивается в 2,5-3,0 раза, при одновременном уменьшении в 2-3 раза стока воды за пределы поля. В системе мер, направленных на улучшение водно-физических свойств почвы на эффективное использование оросительной воды, на предупреждение ее стока и повышение водопоглощающей способности почвы при поливе дождеванием различных сельскохозяйственных культур (особенно на многолетних травах) одно из ведущих мест занимает щелевание со следующими агротехническими требованиями:

- при работе щелевателя отклонения фактической глубины от заданной не должны превышать ±2 см;
- нарезка щелей проводится с расстоянием 1 – 2 см в одном направлении или перекрестно. Отклонение фактического межщелевого интервала от заданного не должно превышать ±3 см;
- при работе агрегатом высота прищелевого валика не должна отклоняться ±1 см.

При высокой культуре орошаемого земледелия на тяжелосуглинистых почвах в полевых севооборотах рекомендуется взамен вспашки периодическое проведение плоскорезной и поверхностных обработок. Плоскорезную обработку с оставлением стерни на поверхности или с предварительным пожнивным лущением рекомендуется проводить под озимые и яровые колосовые, используемые на зеленый корм после стерневых предшественников, под пожнивные и поукосные культуры. Плоскорезная обработка (как вид основной обработки) проводится так же с целью предотвращения почв от водной и ветровой эрозии и должна соответствовать следующим агротехническим требованиям [8]:

- рыхление должно выполняться в оптимальные для каждой конкретной зоны сроки на глубину: для культиваторов – плоскорезов – 9-12 см, для плоскорезов – глубокорыхлителей – 27 – 30 см;

- при плоскорезной обработке должно достигаться качественное крошение почвы. При оптимальной влажности почвы (60 – 70 % от наименьшей влагоемкости) основную массу должны составлять фракции размером 3 – 5 см – при мелком рыхлении и 3 – 10 см – при глубоком;
- плоскорезная обработка должна проводится на однородную глубину. При мелкой (8 – 12 см) обработке средняя глубина рыхления не должна отклоняться от заданной на ± 2 см, при глубокой – 4 – 5 см;
- количество поврежденной стерни за один проход агрегата не должно превышать 10 – 15 % при поверхностной и 15 – 20 % - для глубокой обработки;
- на глубине прохода рабочих органов агрегата корни и корневища сорняков должны быть полностью подрезаны; скрытые и открытые огрехи не допускаются;
- после обработки поверхность участка должна быть ровной. В местах прохода стоек плоскореза допускается образование бороздок не более 20 см, а в стыке проходов и в стыке лап агрегата – образование валиков высотой не более 5 см.

Освоение энергосберегающих почвозащитных технологий и прежде всего обработки почвы без оборота пласта позволяют снизить на 18-20 % расход топлива, на 30% увеличить производительность пахотных агрегатов, в значительной степени устранить эрозионно-опасные факторы [9].

Предпосевная обработка почвы включает ранневесеннее боронование и предпосевную культивацию. В большинстве случаев предпосевную обработку проводят культиваторами различного типа, чтобы создать слой почвы с выровненной поверхностью и оптимальными для прорастания семян и роста растений строении и сложении. Этот агроприем служит для уменьшения испарения с поверхности почвы и лучшего использования атмосферных осадков и поливных вод, улучшения пищевого режима и микробиологической деятельности в пахотном слое, уничтожения сорных растений и создания нормальных условий для качественного посева или посадки сельскохозяйственных культур.

- почву необходимо обрабатывать равномерно на глубину 8 – 14 см в зависимости от агротехники возделываемой культуры. Отклонение средней глубины обработки от заданной допускается не более ±1 см;
- поверхность почвы должна быть хорошо выровнена, обрабатываемый слой – мелкокомковатым и разрыхленным, высота гребней не должна превышать ±4 см;
- обрабатывать почву следует без обнажения нижних влажных слоев и без перемешивания их с верхними слоями почвы;
- все сорняки должны быть подрезаны рабочими органами культиватора, скрытые и открытые огрехи не допускаются;

- сплошную культивацию необходимо проводить поперек или под уклоном к направлению вспашки, а повторные обработки – поперек предшествующей культивации, если ширина участка более 500 м;
- после завершения культивации поворотные полосы необходимо тщательно обрабатывать.

На тяжелых заплывающих почвах под кукурузу целесообразно рано весной провести рыхление чизель - культиватором на 16-20 см с прикатыванием, а затем предпосевную культивацию на глубину 8-10 см. Чизелевание в более поздние сроки нецелесообразно, так как оно иссушает верхний слой почвы.

На орошаемых почвах, особенно тяжелого гранулометрического состава, следует избегать проведения послепосевного полива на всех культурах, так как образующаяся корка приводит к сильной изреженности растений. Целесообразнее вести комплекс мероприятий по накоплению и сохранению влаги в посевном слое, обеспечивающий получение дружных и полных всходов (снегозадержание, предпосевной полив, покровное боронование).

Обработка почвы в период вегетации включает в себя довсходовое и послевсходовое боронование при наличии корки и сорняков, междурядные обработки. Причем глубина междурядных обработок должна возрастать по мере роста и развития растений с 6-8 до 12-14 см. Целесообразна разноглубинная система основной обработки почвы, рационально сочетающая в севообороте глубокие, обычные и поверхностные обработки.

На орошаемых землях междурядную культивацию нужно проводить глубже, чем на неорошаемых. Глубина рыхления при этом должна изменяться по периодам развития растений.

Обработка почвы под промежуточные и повторные культуры обычно проводится неглубоко - 16-18, реже 20 см с полным оборотом пласта в зависимости от времени проведения и выбора культуры. Однако лучшие результаты дает фрезерная обработка [10].

В целом, к технологическим операциям по обработке почвы в условиях орошения должны предъявляться следующие агротехнические требования:

- отклонение глубины основной обработки почвы от заданной допускается не более 2 см, предпосевной - 1 см;
- высота гребней при лущении, вспашке с оборотом пласта, плоскорезной обработке - не более 5 см, а при бороновании и предпосевной культивации - не более 2 см;
- не допускаются огрехи и пропуски;
- на поверхности подготовленного поля не допускается наличие глыб крупнее 5-7 см;
- при проведении послеуборочной и основной обработки поля должно быть обеспечено полное подрезание сорняков, при бороновании не менее 70 проростков сорняков.

Система обработки почвы должна обеспечивать выравнивание поверхности почвы, ликвидацию микрорельефа, окультуривание пахотного слоя,

усиление биологической активности и улучшение пищевого режима почв, заделку в почву растительных остатков, органических и минеральных удобрений, гербицидов и мелиорантов.

Таким образом, обработка почвы является важнейшим элементом зональных систем орошаемого земледелия, обеспечивающих не только регулирование продуктивности пашни, экономию энергозатрат, но и предохранение верхнего пахотного слоя от эрозии, создание в нем оптимальных водно-физических свойств почвы.

К основным факторам влияния системы обработки почвы на почвенное плодородие орошаемых почв можно отнести: механическое воздействие на почвенный покров почвообрабатывающих орудий и ходовых частей сельскохозяйственных машин; изменение химического состава почвы в результате повышения аэрации пахотного слоя почвы; воздействие аэрированности пахотного слоя на почвенную биоту. К основным природно-техногенным процессам, пространственно-временные изменения которых происходят в результате факторов влияния системы обработки почвы, и которые должны быть учтены при проектировании и оперативном управлении основной, предпосевной и послепосевной обработкой почвы при выращивании поливных культур, следует отнести:

- почвообразование, формирование водно-физических и агрохимических характеристик почв;
- формирование водного режима почв.

Задачи сохранения почвенного плодородия в системе обработки почв включают: предотвращение снижения содержания гумуса в почве; предотвращение уплотнения пахотного и подпахотного горизонтов почвы; обеспечение благоприятного водного и пищевого режимов пахотного горизонта почвы; предотвращение дифференциации пахотного слоя почвы; предотвращение ухудшения эколого-мелиоративной обстановки.

Обработка почвы является важнейшим элементом зональных систем орошаемого земледелия, обеспечивающих не только регулирование продуктивности пашни, экономию энергозатрат, но и предохранение верхнего пахотного слоя от эрозии, создание в нем оптимальных водно-физических свойств почвы.

3.2 Рациональные севообороты для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Поволжья

Современное интенсивное земледелие, направленное на получение высоких, экономически обоснованных урожаев сельхозкультур, должно обеспечивать сохранение и повышение плодородия мелиорированных земель, т.е. быть экологически целесообразным. В сохранении плодородия и повышении экономической эффективности орошаемых земель нельзя отдавать предпочтение тому или иному агротехническому приему. Только комплекс мероприятий с учетом конкретных условий производства позволит сделать их га-

рантированным источником производства сельскохозяйственной продукции независимо от складывающихся погодных условий. Связующим звеном здесь являются научно обоснованные севообороты, которые служат основой и организующим началом высокой культуры земледелия и производства.

Сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия орошаемых земель возможно только при использовании в каждом хозяйстве научно-обоснованных эколого-ландшафтных систем земледелия. Такие системы являются надежным средством обеспечения устойчивого земледелия и сохранения природных агроресурсов.

Размещение сельскохозяйственных культур должно повысить эффективность использования орошаемых земель и имеющихся материально-технических ресурсов. Рациональные севообороты повышают плодородие почв, экономическую эффективность капитальных вложений, обеспечивают производительное использования водных, трудовых и технических ресурсов.

При орошении каждая культура требует определенной глубины и интенсивности обработки почвы, режима орошения, уровня питания. Эти факторы имеют длительное последействие, сказываясь на балансе органического вещества, агрофизических свойствах орошаемых почв, уровне грунтовых вод. Особое значение приобретает здесь экономический фактор – чередование культур, поскольку здесь решаются большие дополнительные организационные и агромелиоративные задачи. К ним относятся: организация территории орошаемого массива и повышение коэффициента полезного действия оросительных систем, распределение трудовых материальных ресурсов, осуществление мер по поддержанию почвенного плодородия и предупреждению вторичного засоления и заболачивания. Так подбор культур, различных по своим биологическим особенностям, позволяет выровнять график подачи воды на поля. Без этого оросительные мощности в одни периоды сезона будут простаивать, а в другие – не успевать с поливом.

Оптимальные условия для организации территории и поливов - размещение орошаемых земель на одном выровненном массиве. Если же в хозяйстве имеется несколько орошаемых участков на значительном расстоянии друг от друга, то целесообразно на каждом из них вести отдельный севооборот. Орошаемый севооборот должен разрабатываться во взаимосвязи и увязке с организацией использования всех имеющихся в хозяйстве сельскохозяйственных угодий и севооборотов, в том числе и богарных. В хозяйстве может быть один или несколько севооборотов. Их количество должно быть увязано с организационно-производственной структурой хозяйства. Севообороты могут быть заложены в пространстве и во времени.

Состав и чередование культур в севообороте должен обеспечивать возможность воспроизводства почвенного плодородия. Баланс гумуса и питательных веществ должен быть бездефицитным (положительным), нитратное и фосфорное загрязнение почв не допускается. Севообороты должны быть мобильными, т.е. дающими возможность при изменении конъюнктуры рынка заменять входящие в него культуры без ущерба продуктивности сево-

оборотной площади и почвенному плодородию. Почвы должны быть защищены от ветровой и водной эрозии, от смывания или вымывания питательных веществ поливной водой.

В севообороте должно быть предусмотрено рациональное использование оросительной воды, ее сброс (сток) за пределы севооборотной площади не допустим. Севооборот должен способствовать сохранению (или улучшению) мелиоративного состояния орошаемой площади и прилегающей к ней территории. Построение севооборотов на действующих оросительных системах должно быть взаимоувязано с техническими параметрами поливной сети и дождевальной техники.

Рациональные севообороты должны повышать плодородие орошаемых почв, экономическую эффективность капитальных вложений, обеспечивать производительное использование водных, трудовых технических ресурсов, стабильность мелиорированного агроландшафта.

Внедряя структуру посевных площадей на орошении, надо учитывать ряд условий. Прежде всего, это специализация сельскохозяйственного производства, удельный вес поливных земель в общем объеме пашни в хозяйстве, водообеспеченность (гидромодуль) орошаемых массивов и способ подачи воды, уровень механизации и обеспеченность рабочей силой, доходность. Наконец, очень важно оптимальное размещение ведущих сельскохозяйственных культур по лучшим предшественникам, обеспечение интенсивного использования земли, поддержание благоприятных физико-химических свойств почвы, борьба с сорной растительностью, болезнями и вредителями культурных растений.

Являясь источником поступления органического вещества в почву в виде корневых и пожнивных остатков, сельскохозяйственные культуры, возделываемые в севообороте, оказывают значительное влияние на баланс гумуса, биологическую активность, агрохимические и агрофизические свойства почвы.

Меняя состав культур и их соотношение в севообороте, а также регулируя количество поступающих в почву растительных остатков, можно в определенной степени влиять на плодородие почвы. Схемы чередования культур в севооборотах должны строиться не только по принципу их специализации, а и с учетом механизмов трансформации органического вещества, поступающего в почву в виде растительных остатков определенного количества и качества. При этом необходимое качество достигается за счет изменения соотношения злакового и бобового компонентов севооборотов.

Количество поступающих в почву растительных остатков определяется полнотой использования и хозяйственной ценностью получаемой продукции. В этом случае необходимо учитывать, что в сложившихся производственных условиях ежегодно отчуждается до 90 % сформированной биомассы, что является главной причиной снижения запасов гумуса в почве. Поэтому усиление биологической роли севооборота с позиций улучшения плодородия состоит, прежде всего, в увеличении возврата в почву органического вещества

растительного происхождения. Эта задача решается за счет широкого использования нетоварной части урожая в качестве органического удобрения. Особенно заметно увеличивается количество органического растительного вещества и повышается биологическая активность почвы при введении в севооборот смесей многолетних бобово-злаковых трав. Многолетние травы, улучшая структуру почв, способствуют увеличению ее пористости. Они восполняют дефицит гумуса за счет улучшения структуры почвы и оставления на поле пожнивных и корневых остатков.

Наиболее значимыми в этом отношении являются многолетние злаковые и бобовые культуры (житняк, кострец безостый, люцерна, козлятник восточный, эспарцет, клевер) [11, 12, 13].

Бобовые (люцерна, козлятник), так и злаковые многолетние травы (овсяница, кострец) оставляют в почве в виде пожнивно-корневых остатков значительное количество органического вещества (таблица 5).

Таблица 5 – Корневые и пожнивные остатки кормовых сельхозкультур, слой 0-30 см (данные ВолжНИИГиМ)

Культура	Масса остатков, г/0,1м^2		
	корневых	пожнивных	всего
Люцерна синегибридная второго года жизни (ОПХ «ВолжНИИГиМ»)	76,67	68,32	144,99
Люцерна синегибридная третьего года жизни (ОПХ «ВолжНИИГиМ»)	78,12	59,24	137,36
Овсяница луговая второго года жизни (ОПХ «ВолжНИИГиМ»)	94,06	49,65	143,71
Овсяница луговая третьего года жизни (ЗОМС)	94,23		
Козлятник восточный шестого года жизни (Дергачевский район)	161,48		
Кострец безостый + люцерна синегибридная третьего года жизни (Марксовский район)	174,95	209,44	384,39

Кроме этого, поступление органического вещества в почву можно увеличить с помощью сидерации, используя как специальные посевы, так и часть урожая основной культуры, а также промежуточные культуры на сидерат. Посев промежуточных культур в качестве сидеральных не только способствует увеличению поступления органического вещества в почву, но и выступает как почвозащитный фактор, усиливая биологическую роль севооборота. Поэтому, в районах орошаемого земледелия Поволжья воспроизводство органического вещества должно обеспечиваться за счет уплотнения культур в севообороте, увеличения доли в них многолетних трав, биостимуляторов растений, промежуточных культур, в том числе на зеленое удобрение.

Удельный вес кормовых культур в специализированных кормовых севооборотах может составлять до 60 - 80%. Под посев промежуточных культур в орошаемых севооборотах можно отводить до 30 % севооборотной площади. Посев промежуточных культур пополняет пахотный слой питательными элементами, улучшает водно-физические свойства почвы, снижает забо-

леваемость, способствует увеличению урожая, повышает экологические показатели состояния орошаемых земель. Учитывая фитосанитарное состояние почвы, доля овощных культур не должна превышать 60%. При этом пасленовые культуры размещают на одном поле не более двух лет.

Севообороты на орошаемых землях должны быть с короткой ротацией (3-5-польные), что способствует лучшему использованию орошаемой пашни, снижает потери воды на фильтрацию. Эффективность применения севооборотов с короткой ротацией и малым числом культур на орошаемых землях во многом будет зависеть от того, насколько полно учтены при их разработке природные и экономические условия зоны и данного конкретного хозяйства.

В севообороте целесообразно иметь культуры, относящиеся к различным семействам (бобово-злаковые, бобовые крестоцветные и др.). Изменение структуры севооборота должно осуществляться на основе замены родственными группами культур. Недопустимо длительное последовательное возделывание культур с однотипной корневой системой.

Оптимальное соотношение культур в севообороте, обеспечивающее положительный баланс гумуса за счет пожнивно-корневых остатков для степной и сухостепной зон Поволжья считается, когда доля однолетних и многолетних трав должна быть больше доли пропашных и зерновых. В этом случае биомасса пожнивно-корневых остатков, остающаяся в поле в целом по севообороту, будет сопоставима с выносом биомассы урожаем [9, 14].

Главное в севооборотах с короткой ротацией - строгое чередование бедных азотом (зерновых) культур с культурами, биомасса которых обогащена азотом (бобовые, свекла, кукуруза и др.). При этом в результате активного разложения органического вещества формируется высокое эффективное плодородие, почва освобождается от токсинов, обеспечиваются условия для хорошего роста растений и создания высокого урожая.

На орошаемых землях сухостепной зоны базовыми культурами интенсивных севооборотов признаны люцерна и кукуруза. По данным исследований в севооборотах необходимо иметь не менее трех полей люцерны, которая высевается, как правило, под покров ярового ячменя. При выращивании кукурузы в основных и промежуточных посевах заслуживает внимания и широкого распространения её смеси, особенно многокомпонентные (кукуруза, подсолнечник, сорго, соя), которые отличаются не только высокой продуктивностью, но и сбалансированностью корма по сахаропротеиновому соотношению. Включение в севообороты люцерны значительно улучшает плодородие почвы и уменьшает численность и вредоносность основных фитофагов.

Согласно научно-обоснованным системам земледелия, с учетом технических возможностей оросительных систем, предусматривается в структуре площадей отводить под кормовые культуры не менее 65 % пашни. В группе кормовых культур около 50 % площадей целесообразно отводить под многолетние травы (люцерна. кострец, козлятник и др.), среди зерновых культур должны преобладать озимые и кукуруза [14].

Для рационального преобразования агроландшафтов большое значение имеет выбор размеров севооборотов на поливных участках. На ровных и малоуклонных полях наиболее целесообразной является прямоугольная организация полей. Поля на эрозионноопасных склонах необходимо располагать с учетом рельефа местности. Границы севооборота должны совпадать с границами низших природных морфологических частей агроландшафта. Размер поля должен обеспечивать рациональное использование дождевальной, мелиоративной и сельскохозяйственной техники.

При выборе участка под посев сельскохозяйственных культур необходимо учитывать показатели почвенного плодородия: агрохимические – содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, pH; водно-физические – плотность сложения водопроницаемость, объемную массу и мелиоративного состояния – засоление и глубину залегания грунтовых вод. Если при размещении посевов сельскохозяйственных культур на орошаемых участках показатели почвенного плодородия и мелиоративной обстановки не отвечают требованиям культур, необходимо вносить поправки на уровень планируемой урожайности и корректировать технологических процесс их возделывания (в том числе и режим орошения).

При подборе культур в севооборотах необходимо также учитывать водообеспеченность (гидромодуль) оросительной системы. При низком гидромодуле (0,4 – 0,6 л/с/га) следует размещать такие культуры, которые используют поливную воду в основном весной и летом, с незначительным процентом промежуточных культур. При высоком гидромодуле (более 0,7) приемлемы любые культуры.

Учитывая многообразие природно-экономических условий, размер хозяйства, их специализацию в условиях орошения в сухостепной зоне Поволжья приемлемы 3-8 польные зерновые, зерно-кормовые, кормовые, прифермерские, овощные и другие севообороты. При формировании севооборотов должны выбираться лучшие предшественники, особенно для основных культур севооборота. Совершенно недопустимо размещение культур в севообороте по предшественникам с коротким вегетационным периодом, без посева повторных или пожнивных культур.

В сухостепной зоне Заволжья после уборки озимых, ранних овощных и других культур остаются до 100-130 дней с температурами воздуха более 10 00 С. Эти климатические особенности способствуют возделыванию повторных посевов и сидеральных культур. Они также участвуют в повышении почвенного плодородия на орошаемых землях.

Севообороты должны быть мобильными, то есть дающими возможность при изменении конъектуры рынка заменять входящие в него культуры без ущерба общей продуктивности севооборотной площади и почвенному плодородию.

Таким образом, в состав комплекса агротехнических мер, обеспечивающих эффективное использование ресурсного потенциала орошаемых почв, и снижение удельного ее расхода на единицу урожая, входят:

- рациональное формирование структуры посевов сельскохозяйственных культур, создание севооборотов, ориентированных на экономное и равномерное потребление поливной воды;
- подбор и внедрение в посевы наиболее продуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур;
- применение водоохранных приемов обработок почвы, включая щелевание, послеполивное рыхление, в более общем случае - применение почвозащитной, контурно-мелиоративной и полосной систем земледелия.

3.3 Предложения по оптимизации водного режима орошаемых почв Поволжья и агротехнических приемов землепользования

Поливы сельскохозяйственных культур должны проводиться с учетом биологической потребности растений в оросительной воде, водно-физических и химических свойств почвы, мелиоративного состояния территории, уклона, применяемой техники полива и других факторов. В условиях платного водопользования установление научно обоснованных оросительных и поливных норм в орошаемом земледелии является одним из основополагающих факторов, определяющих выгодность возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры. В настоящее же время неконтролируемость поливных норм может приводить к резкому ухудшению мелиоративного состояния и плодородия почв. С этой точки зрения, необходимо применение дифференцированных режимов орошения с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных и гидрологических условий. Нарушение сроков полива в критические периоды вегетации сельскохозяйственных культур резко снижает их продуктивность и качество урожая и в последующих поливах приводит к непроизводительной трате воды на орошение.

В практике орошаемого земледелия Поволжья используются различные подходы к назначению сроков и норм поливов. Метод назначения поливов по фазам развития растений основан на изменении потребности в воде по периодам жизни. Он доступен для любого землепользователя и имеет широкое применение. При планировании поливов с учетом прохождения важнейших фаз развития растений поливы приурочивают к календарным срокам, которые определяют как средние даты наступления соответствующих фаз. Существенным недостатком этого метода является то, что кроме отклонения от норм климатических показателей в ряде случаев значительно откланяются от норм и сами сроки наступления фенологических фаз и не учитывается при этом действительная влагообеспеченность растений.

Значительно точнее срок полива устанавливается по влажности почвы. Для основных культур, возделываемых в зоне Поволжья, определены пределы допустимого снижения влагозапасов почвы, которые не причиняют ущерб урожаю. И если в период вегетации культуры влажность почвы на всем поле опу-

стилась ниже минимально допустимой величины, необходимо проведение полива.

При назначении поливов по морфологическим признакам визуально по малозаметным изменениям в окраске листьев, их увяданию, по ослаблению тургора в растущих частях растений определяют момент, когда необходимо приступить к поливу. Этот метод считается приближенным, но при определенных практических навыках им можно пользоваться в сочетании с более точными методами.

Для назначения сроков полива сельскохозяйственных культур в Поволжье целесообразно применять расчетный биоклиматический метод, позволяющий за любой отрезок времени (месяц, декаду, пентоду) определять суммарное испарение с орошаемых полей.

Режим орошения сельскохозяйственных культур включает предпосевные и вегетационные поливы. Назначение предпосевных поливов – создать в почвы запас активной влаги к началу вегетации, чтобы получить дружные всходы возделываемых культур. В годы с острым дефицитом влаги в почве предпосевной полив следует проводить как под озимые, так и под яровые культуры для увлажнения верхнего слоя почвы на глубину 30 – 40 см. На суглинках и тяжелосуглинистых почвах, с целью предотвращения потери части воды на сток и инфильтрацию в глубокие горизонты, рациональная норма осеннего полива не должна превышать 300 – 350 м^3/га. При выпадении осадков зимой меньше нормы в неблагоприятных погодных условиях в весенний период хозяйства должны проводить предпосевной полив. Норма предпосевного полива – 300 – 350 м^3/га. Предпосевные поливы проводят для получения дружных и полноценных всходов сельскохозяйственных культур. Такие поливы следует проводить для поддержания порога влажности почвы, в расчетном слое 0 – 30 см, не ниже 75 % НВ – тяжелых суглинках, 70 % НВ – средних и легких суглинках и 65 % НВ супесей [15].

Послепосевные поливы проводятся, чтобы влажность почвы не опускалась ниже предполивного порога, в расчетном слое 0 – 30 см, для суглинков 70 – 75 % НВ, и супесей 65 % НВ. Если образуется корка – осуществляется вторичный полив.

Многолетние исследования показали, что при оптимальных условиях возделывания сельскохозяйственных культур нет прямой зависимости между величиной урожайности и объемом оросительной воды, поданной на поле. По мере увеличения оросительной нормы, за счет числа поливов, до определенного уровня прибавка урожая на единицу объема поливной воды вначале возрастает, но затем снижается, приближаясь к нулю. Следовательно, доля участия отдельных вегетационных поливов в формировании урожая неравнозначна и есть возможность уменьшить их количество при минимальных потерях продукции. Поддержание в течение всего периода вегетации растений зерновых и кормовых культур постоянного порога предполивной влажности почвы в пределах 70 – 75 % НВ, а также максимальная обеспеченность посевов (с диапазоном влажности 80-100%) во многих случаях неэффективны –

не обеспечивают значительной прибавки урожая и вызывают непроизводительные потери в глубокие горизонты за пределы корнеобитаемого слоя.

Дифференциация поливного режима по величинам активного слоя почвы (таблица 6) и предполивной влажности почвы позволяют наиболее правильно нормировать водоподачу в период вегетации с учетом изменчивости в воде у растений в те или иные фазы в различные по степени засушливости года.

Таблица 6 – Величина активного слоя почвы по периодам вегетации зерновых и технических культур при дождевании и применении дифференцированных режимов орошения на орошаемых землях Поволжья

Культура	Периоды вегетации; глубина активного слоя, см				
	1 - й	2 - й	3 - й	4 - й	5 - й
Озимая пшеница	Всходы – уход в зиму, 30	Возобновление вегетации - начало трубкования, 60	Трубкование – начало колошения, 80	Колошение – налив зерна, 60-80	Молочная спелость, 80
Яровая пшеница	Всходы – начало кущения, 30	Кущение – начало трубкования, 50	Трубкование – начало колошения, 80	Колошение – молочная спелость 60-80	–
Соя	Всходы – начало бутонизации, 60	Бутонизация – начало налива зерна, 60	Налив – молочная спелость зерна, 80	Молочная – полная спелость зерна, 60 - 80	–
Сахарная свекла	Посев – всходы, 30	Полные всходы – 2 - 4 настоящих листа, 50	Период усиленного роста листьев, 80	Период нарастания корнеплода, 80	–

На посевах озимой пшеницы наиболее эффективен режим орошения с поддержанием предполивной влажностью почвы около 80 – 85 % НВ в период всходов и кущения, 70 – 75 % НВ в последующие фазы развития, за исключением периода налива зерна. На посевах яровой пшеницы в засушливые годы целесообразно применять режим орошения с повышенной водообеспеченностью растений (80 % НВ) в фазы кущения и трубкования, умеренный (70 % НВ) в колошение и цветение и 60 % НВ в период созревания зерна.

Нормы поливов на посевах других зерновых культур необходимы дифференцировать: применять 300 - 350 м^3/га в фазы кущения и налива зерна, 350 – 400 м^3/га – в период трубкования и до 400 - 450 м^3/га - в фазу колошения.

На посевах кукурузы, возделываемой на силос, максимальная потребность во влаге у растений наблюдается во второй половине вегетации – особенно после образования 15 - 16 листьев в период выметывания, цветения метелки и начала налива зерна. В этот период на посевах кукурузы целесообразно повышенная водообеспеченность (80 - 85% НВ), в остальные фазы развития растений рекомендуется проводить поливы при влажности почвы 70 - 75 % НВ. Нормы полива растений кукурузы изменяются от 300 - 350 м^3/га в первой половине вегетации, до 400 - 450 м^3/га – во второй.

На посевах люцерны наибольшее потребление влаги растениями наблюдается в фазы бутонизация – цветения. При возделывании этой культуры на зеленую массу влажность почвы в период максимальной потребности не должна опускаться ниже 80 % НВ; в остальные периоды развития растений предполивная влажность должна составлять около 70-75 % НВ. Режим орошения люцерны, возделываемой на семена, более умеренный: до бутонизации влажность суглинистой почвы поддерживается на уровне 70-75 % НВ, в период бутонизации – цветения около 75-80 % НВ; после цветения – начала налива полив проводится только в засушливый год. Рациональные нормы полива на посевах люцерны 300 - 350 $м^3$/га – начале отрастания и начале налива семян, 400 - 450 в период максимального водопотребления. На посевах люцерны особое внимание следует уделять поливам под первые два укоса, получаемый урожай с которых наибольшей по величине. Поливы сорго проводятся в те же сроки, что и кукурузы, возделываемой на силос.

Режим орошения сои, возделываемой на зерно – поливы при 80 % - в период бутонизации – налива семян и при 70 % НВ в отдельные фазы развития растений. Рациональные нормы полива 300 - 450 $м^3$/га.

Режим орошения картофеля следует поддерживать на уровне 75 %НВ до бутонизации, 75-80 %НВ – в период бутонизации - цветения и 70- 85%НВ после цветения до увядания ботвы. Нормы полива картофеля – 350- 450 $м^3$/га.

На посевах овощных культур в период вегетации влажность почвы должна поддерживаться на уровне 75-80 % НВ, за исключением фазы созревания, когда влагозапасы снижаются до 60-65 % НВ.

Повторные посевы (смеси кукурузы с сорго, соей, суданской травой и подсолнечником, горох, викоовсяная и горохово-овсяная смеси и др.) высокий урожай зеленой массы дают при влажности почвы 75 – 80 % НВ.

Режим орошения основных сельхозкультур для степной и сухостепной зоны Поволжья приведен в таблице 7.

Время прекращения вегетационных поливов зависит от целого ряда условий. Ориентировочно могут быть рекомендованы следующие сроки прекращения вегетационных поливов.

Для зерновых культур в острозасушливые годы – наступление восковой спелости зерна и переход к полной, во влажные и средние по увлажнению годы – полная молочная спелость.

Для зернобобовых культур в острозасушливые годы поливы желательно проводить до восковой спелости у бобов верхних узлов (верхушечных кистей), во влажные годы – до молочной спелости зерна у бобов нижних узлов. Для кукурузы на силос – при наступлении молочно-восковой спелости зерна за 4 - 5 дней до начала уборки.

Для люцерны на зеленую массу – за 4 - 5 дней до укоса, на сено – в фазу бутонизации, на семена – при наступлении восковое спелости семян у бобов нижней трети растений.

Последний полив должен быть закончен на посевах однолетних трав и их смесей – за 4-5 дней до уборки на зеленую массу или сено, фабричной са-

харной свеклы – при наступлении технической спелости корнеплодов, кормовой и сахарной свеклы (на корм) – за 5-7 дней до начала уборки, овощных культур – за 4 - 5 дней до очередного сбора плодов и за 10 - 15 дней до начала последнего массового сбора плодов, капусты – при полном сформировании вилков (кочанов), столовой свеклы и моркови – при наступлении технической спелости.

Таблица 7 – Количество и нормы поливов сельскохозяйственных культур в годы различной влагообеспеченности в степной и сухостепной зоне Поволжья (данные ВолжНИИГиМ)

Культура	Число поливов						Поливная норма, $м^3$/га (нетто)	Критический период по отношению к влагообеспеченности
	Северное и центральное Заволжье (черноземы и темно-каштановые почвы)			Южное Заволжье (каштановые и светло-каштановые почвы)				
	Остро засушливые годы	Засушливые годы	Умеренно засушливые годы	Остро засушливые годы	Засушливые годы	Умеренно засушливые годы		
Озимая пшеница	3-4	2-3	1-2	4-5	3-4	2-3	350-450	Трубкование – колошение
Кукуруза на силос и зерно	4-6	3-5	2-3	5-7	4-6	3-4	350-500	Цветение – молочная спелость
Люцерна на сено	6-7	5-6	4-5	7-8	6-7	5-6	400-500	Конец бутонизации – цветение
Суданская трава	4-6	3-5	2-3	5-7	4-6	3-4	300-450	Выметывание метелки
Соя на зерно	4-5	3-4	1-3	5-6	4-5	2-4	350-450	Цветение – формирование зерна

Календарные сроки прохождения критических периодов у культурных растений, обычно не совпадают. Это дает возможность оптимизировать поливной режим сельскохозяйственных культур в севообороте на орошаемых землях. При необходимости орошения нескольких культур одновременно, предпочтение отдается тем, у которых раньше наступил критический период и требуется поддерживать оптимальную влажность.

Величины оросительных норм сельскохозяйственных культур в Поволжье изменяются, прежде всего, в зависимости от климатических условий. В соответствии с изменением естественной увлажненности величины оросительных норм возрастают с северо-запада на юго-восток. Максимальные значения оросительных норм по культурам приходятся на юго-восточную зону Поволжья с K_v равным 0,2 – 0,3. Диапазон изменения оросительных норм в

зависимости от степени засушливости года проявляется в большой степени в зонах с резко континентальным климатом и незначительным количеством выпадающих осадков (зоны с K_v = 0,2 – 0,4). Оросительные нормы для различных зон естественной увлажненности Поволжья приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Оросительные нормы (нетто) для разных зон естественной увлажненности Поволжья, м^3/га

Культура	Зона естественной увлажненности K_v (по Д.И. Шашко)	Обеспеченность дефицита водного баланса, %			
		25	50	75	95
Озимая пшеница	0,2 – 0,3	1600	2150	2500	3250
	0,3 – 0,4	1450	1900	2250	2750
	0,4 – 0,5	1350	1850	2050	2550
	0,5 – 0,6	950	1200	1500	1800
Озимая пшеница	0,2 – 0,3	1800	2450	3250	3700
	0,3 – 0,4	1750	2300	2750	3300
	0,4 – 0,5	1700	2200	2450	3050
	0,5 – 0,6	1250	1500	1900	2300
Многолетние травы	0,2 – 0,3	5000	5400	6100	7100
	0,3 – 0,4	3850	4400	5000	6400
	0,4 – 0,5	3350	3700	4550	5550
	0,5 – 0,6	2200	2500	3200	4250
Однолетние травы	0,2 – 0,3	2850	3200	3950	4650
	0,3 – 0,4	2500	3000	3560	4500
	0,4 – 0,5	2000	2500	3000	4000
	0,5 - 0,6	1000	1400	1800	2400
Кукуруза	0,2 – 0,3	3000	3500	4000	4950
	0,3 – 0,4	2300	2850	3400	4200
	0,4 – 0,5	2000	2350	2800	3500
	0,5 – 0,6	1400	1800	2250	2650
Соя	0,2 – 0,3	1750	2350	2950	3600
	0,3 – 0,4	1400	2200	2650	3000
	0,4 – 0,5	1100	1750	2150	2750
	0,5 – 0,6	850	1350	1500	1800
Корнеплоды	0,2 – 0,3	-	-	-	-
	0,3 – 0,4	2000	2900	3600	4550
	0,4 – 0,5	1800	2800	3400	4400
	0,5 – 0,6	1200	1650	1950	2300
Картофель	0,2 – 0,3	2000	2400	2900	3650
	0,3 – 0,4	1600	2000	2400	3000
	0,4 – 0,5	1300	1800	2100	2750
	0,5 – 0,6	1000	1500	1750	2200

Режим орошения сельскохозяйственных культур должен назначаться с учетом уровня залегания грунтовых вод и степени их минерализации. Грунтовые воды могут участвовать в водопотреблении возделываемых на поле культур в период их максимального водопотребления при глубине залегания 3,5 – 4,0 м. С повышением уровня пресных грунтовых вод доля участия их в

водопотреблении возрастает. При уровне грунтовых вод 0,5 – 1,0 м (и ближе к поверхности почвы) поле практически нельзя использовать для посева сельскохозяйственных культур, т.к. растения, как правило, не развиваются и погибают. Пресная грунтовая вода, участвуя в водопотреблении, без ущерба для урожайности, частично заменяет оросительную воду.

Интенсивность использования грунтовой воды зависит от фазы роста и развития растений и как следствие – от глубины распространения корневой системы. Если в период всходы – кущение у большинства зерновых культур корневая система распространяется на глубину 10 – 15 см, то в период колошения – цветения она проникает на глубину 1,5 – 2,0 м. С учетом глубины капиллярного поднятия корневая система зерновых культур использует воду в указанные периоды не менее чем с глубины 1,0 – 1,2 м, а в период максимального водопотребления – с 2,5 – 3,0 м.

Для корректировки режимов орошения рекомендуются следующие поправочные коэффициенты. Умножая величину рекомендуемой поливной нормы на соответствующий коэффициент, получаем уменьшенную норму полива (таблица 9).

Таблица 9 – Средние поправочные коэффициенты на величину оросительной нормы в зависимости от глубины залегания пресных грунтовых вод (засушливый год, почвы суглинистые) [16]

Культуры	Уровень грунтовых вод, м				
	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Глубоко укореняющиеся – люцерна, свекла сахарная, кукуруза, подсолнечник, пшеница и др.	1,0	0,89	0,77	0,66	0,24
Средне укореняющиеся – горох, картофель, томаты и др.	1,0	0,93	0,86	0,73	0,43
Мелко укореняющиеся – огурцы, лук и др.	1,0	0,98	0,95	0,87	0,62

Допустимая глубина залегания пресных грунтовых вод растениями уменьшается с повышением минерализации, особенно выше 3 – 5 г/л. Участки со слабоминерализованной грунтовой водой можно поливать небольшой нормой, не допуская подъема уровня грунтовой воды.

На землях с близким УГВ (менее 3 м) переувлажнение посевов ведет к заболачиванию и засолению почвогрунтов, что вызывает существенное снижение урожайности культур плодородия почв. Умножая предложенные коэффициенты на рекомендуемые поливные нормы, получаем уменьшенную норму полива на почвах с разной степенью минерализации грунтовых вод (таблица 10).

Таблица 10 – Поправочные коэффициенты к оросительным нормам при разной степени минерализации грунтовых вод [16]

Культуры	УГВ, м	Минерализация грунтовых вод, г/л					
		Среднесуглинистые почвы			Тяжелосуглинистые почвы		
		0,5	7,0	15,0	0,5	7,0	15,0
Пшеница яровая	1,0	0,06	0,16	0,17	0,25	0,34	0,40
	2,0	0,45	0,48	0,51	0,69	0,75	0,78
	3,0	0,77	0,79	0,85	0,75	0,77	0,80
Пшеница озимая	1,0	0,05	0,08	0,09	0,12	0,15	0,17
	2,0	0,49	0,49	0,54	0,57	0,61	0,62
	3,0	0,85	0,73	0,77	0,67	0,71	0,71
Кукуруза	1,0	0,16	0,25	0,30	0,48		
	2,0	0,50	0,55	0,65	0,83		
	3,0	0,83	0,79	0,78			
Люцерна	1,0	0,08	0,23	0,17			
	2,0	0,41	0,52	0,60			
	3,0	0,60	0,65	0,67			

Интенсивное участие грунтовых вод в суммарном водопотреблении при сумме солей более 0,2 – 0,3 % от веса сухой почвы может вызвать вторичное засоление почвы. На засоленных почвах, в случае возможности создания промывного режима орошения, нормы водоподачи на посевах увеличивают в соответствии с коэффициентами, приведенными в таблице 11.

Таблица 11 – Средние поправочные коэффициенты на величину водопотребления при различной степени засоления почв

Степень засоления почвы до промывки	Плотный остаток солей от веса сухой почвы, %	Поправочный коэффициент
Слабозасоленные	0,3 -0,6	1,10
Среднезасоленные	0,6 -1,2	1,20
Сильнозасоленные	1,2 -2,4	1,25
Солончаки	более 2,4	1,35

Таким образом, для решения проблемы воздействия орошения на природную среду и исключения его возможных отрицательных последствий на плодородие орошаемых почв, должны учитываться научно-обоснованные требования к режимам орошения сельскохозяйственных культур.

Кроме того значительная экономия воды обеспечивается в результате совершенствования технологии орошения, использования прогрессивных способов и техники полива.

3.4 Экологические требования к техническим средствам, используемым на орошаемых землях

Принципы глубокой адаптации техники к ландшафтам определяют необходимость соответствия машин, их рабочих органов экономному расходованию почвенной влаги, охране почв от ветровой и водной эрозии и иным экологическим требованиям. Экологические требования к техническим средствам для различных ландшафтов должны предусматривать сохранение оптимизации структуры сложения почвы, особенно в тех ее слоях, которые в небольшой мере влияют на продуцирование массы урожая (слой глубиной 0-30 см).

Допустимые удельные давления движителей на почву не должны превышать 80-100 кПа с учетом физических свойств почв ландшафтов и их влажности. Техногенное воздействие машин и сельскохозяйственных орудий ведет к повышению объемной массы почвы с 1,0-1,2 г/см^3 до 1,5-1,8 г/см^3, что в среднем снижает урожай зерновых культур на 20 %, эффективность применения удобрений - на 40 % и до 20 % повышает суммарный расход горючего на проведение обработок. Уменьшить вышеуказанные негативные последствия можно только за счет снижения количества проходов агрегатов по полю, увеличения рабочей ширины с.-х. машин и орудий, использования комбинированных с.-х. машин, позволяющих за один проход выполнять несколько операций [5] .

Система обработки почвы должна быть увязана с технологией полива, особенностями работы дождевальной техники, прежде всего кругового действия [15].

Экологически приемлемая техника орошения должна обеспечивать:

- малоинтенсивное длительное положительное воздействие на растение, почву и приземный слой воздуха за счет снижения интенсивности водоподачи и приближения его значения к интенсивности водопотребления;
- исключение сколько-нибудь значительных потерь воды на сброс и глубинную фильтрацию и доведение коэффициента полезного действия техники орошения до максимально возможного значения КПД = 0,98;
- высокое качество технологического процесса полива за счет равномерного распределения воды по всей орошаемой площади, исключения лужеобразования от стока воды по поверхности при искусственном дождевании, а также нарушения структуры и ухудшения водно-физических и физико-механических свойств верхних горизонтов почвы;
- высокую надежность технологического процесса полива и доведения коэффициента готовности дождевальных машин и поливного оборудования до 0,99, исключение аварийного сброса воды; возможность продуктивного (с коэффициентом К=0,8-1,0) использования вероятных естественных осадков слоем до 15-20 мм и поддержание аккумулирующей способности верхних горизонтов на соответствующем уровне;
- возможно, малый интервал регулирования влажности, исключающий ин-

тенсивный влагоперенос в верхних горизонтах почвы, имеющий место при значительных колебаниях влажности почвы перед (60-70 % от НВ) и после каждого полива (100 % от НВ);

- аккумуляцию воды не только в почвенном слое, но и в приземном слое воздуха (влажность воздуха при длительном дождевании повышается на 5-15 %) и соответственно снизить испарение с поверхности почвы и перенос солей в ее верхние горизонты;
- возможность в зависимости от погодных условий года изменять водоподачу в широком диапазоне;
- возможность дозированного внесения вместе с поливной водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов и химмелиорантов для восстановления и повышения естественного плодородия почв;
- средняя интенсивность дождя не должна превышать 0,2-0,6 мм/мин.
- наивысшее значение допустимой интенсивности дождя для непокрытых растительностью почв должно соответствовать их водопроницаемости в рыхлом состоянии.

При орошении дождеванием, наиболее распространенном в Поволжье, средняя интенсивность дождя не должна превышать скорости впитывания влаги в почву. Применяемая поливная техника не должна допускать эрозию почвы, разрушение агрегатного и микроагрегатного состава почвы. Допустимая интенсивность дождя в зависимости от почвенно-гидрологических и агротехнических условий различна. Дождевальная техника должна оцениваться с точки зрения соответствия интенсивности дождя, формируемого машиной, водопроницаемости почв, а также воздействия капель на почву, вследствие чего обеспечивается полив без существенного стока (таблица 13) [17, 18, 19].

Таблица 13 – Нормы полива до стока в зависимости от гранулометрического состава почв, мм

Тип дождевальной машины	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Средний диаметр дождя, мм	Легкий суглинок		Средний суглинок		Тяжелый суглинок	
			Уклон поля					
			0 - 0,01	0,03 – 0,05	0 - 0,01	0,03 – 0,05	0 - 0,01	0,03 – 0,05
ДДА-100М	0,35	1,5	70	50	30	21,5	11	7,9
ДДН-70	0,36	2,0	30	21,5	10	7,2	4	3
«Фрегат» (средний)	0,26	1,6	90	65	40	29	20	14,5
«Волжанка»	0,275	1,86	130	93	80	59	40	29
«Днепр»	0,32	1,50	62	45	30	21,5	12	8,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целях эффективного использования орошаемых земель при введении в оборот длительно не используемых орошаемых участков необходимо, прежде всего, обеспечить поддержание в работоспособном состоянии гидротехнических сооружений и мелиоративных систем, где особое значение приобретает необходимость проведения комплекса эксплуатационных и ремонтных мероприятий внутрихозяйственной сети.

Учитывая сложившееся состояние мелиорированных земель основное внимание должно уделяться реконструкции и восстановлению действующих оросительных систем. Техническое перевооружение и модернизация мелиоративного комплекса должно вестись по следующим основным направлениям:

- поддержание в исправном состоянии оросительных систем на существующей площади;
- изменение режима эксплуатации оросительных систем с целью обеспечения полной загрузки насосно-силового оборудования, подкачивающей насосной станции;
- модернизация дождевальных машин должна осуществляться в направлении обеспечения ветроустойчивого (приповерхностного) дождевания, снижения рабочего напора в оросительной сети, повышения безаварийности работы;
- для осуществления автоматизированного управления водораспределением необходима организация средств гидрометрии на всех водовыделах оросительных систем в хозяйства-водопользователи на головных водозаборах и электрифицированных насосных станциях. Автоматизация ГМС должна предусматривать оснащение устройствами автоматики, позволяющими осуществить эксплуатацию системы частично или полностью без непосредственного участия человека.

Режим орошения, технические характеристики поливной техники, система обработки почвы, рациональные севообороты, передовые технологии возделывания сельскохозяйственных культур, должны быть оптимальными, направленными на ресурсосбережение, устранять непроизводительные потери поливной воды, вызывающие деградацию почвы, особенно при длительном орошении, обеспечивать стабилизацию почвенного плодородия в орошаемых агроценозах и улучшение мелиоративного состояния агроландшафтов Поволжья.

Следовательно, для ведения эффективного орошаемого земледелия необходимо рассматривать совокупность требований к регулируемым факторам природопользования и развития агрофитоценозов, влияющим на агромелиоративное состояние земель, выполнение которых служит предпосылкой обеспечения рационального природопользования на мелиорированных землях, сохранению почвенного плодородия и повышению экологической устойчивости агроландшафтов и обеспечит повышение продуктивности орошаемого гектара.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Разработка технологических процессов комплексной мелиорации земель с учетом зональных особенностей для обеспечения экологической устойчивости агроландшафта и получения качественной продукции: Проект методических указаний / ВолжНИИГиМ; Рук. Шадских В.А. – Энгельс, 2002.

2 Нагорный, В.А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области / В.А. Нагорный. - Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2001. – 153 с.

3 Пронько, Н.А. Информационные технологии рационального природопользования на орошаемых землях Поволжья / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, О.Ю. Холуденева, Т.В. Корнева. – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2009. – 212 с.

4 Рекомендации по рациональным экологически обоснованным оросительным нормам на планируемую урожайность силосной кукурузы, люцерны, озимой пшеницы, сои гречихи и кормовых смесей для Саратовской области / сост. Н.А. Пронько, В.К. Брель, В.А. Шадских, В.В. Корсак, С.В. Затинацкий, Ю.И. Панченко. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2011. – 33 с.

5 Рыжко, Н.Ф. Влияние качественных показателей дождя ДМ «Фрегат» на урожайность сельскохозяйственных культур / Н.Ф. Рыжко // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 263-273.

6 Шадских, В.А. Использование агроэкологических приемов основной обработки темно-каштановой почвы для оптимизации ее водно-физических свойств / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 1. – С. 45-47.

7 Шабаев, А.И. Особенности обработки почвы в различных зонах и агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев // Земледелие. – №5. – 2000. – С. 13 – 15.

8 Шадских, В.А. Энергосберегающая технология обработки почвы как фактор обеспечения воспроизводства плодородия орошаемых земель Саратовской области / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, О.Л. Рассказова // Журнал Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. ФГБУ ВО "Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева". – 2018. – выпуск № 12 (12). – С. 189-194.

9 Шадских, В.А. Почвозащитные особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, О.Л. Рассказова, Т.А. Панченко // Научная жизнь. – М., 2018. – № 6. – С. 77-84.

10 Шадских, В.А. Влияние орошения и способов обработки тёмно-каштановых почв на их агрофизические свойства и плодородие / В.А. Шад-

ских, В.Е. Кижаева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 31-32.

11 Козлятник восточный – проблемы возделывания и использования: Тез. докл. – Пенза, 1993. – С. 18-19.

12 Рекомендации по технологии выращивания и режиму орошения люцерны в Саратовской области (Составитель Барцев Б.П.) – Саратов, 1987. – 39 с.

13 Филатов Ф.И. Многолетние травы на орошаемых землях. Саратов: Приволжкнигиздат. –1974. – С. 175-239.

14 Шадских, В.А. Влияние культур орошаемого зернокормового севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 4(32). – С.166-183.

15 Шадских, В.А. Ресурсосберегающий поливной режим в системе орошаемых севооборотов / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, О.Л. Рассказова // В сборнике: Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства - Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия. 2017. – С. 218-223.

16 Черняев, А.П. Рекомендации по повышению эффективности использования орошаемых земель /А.П. Черняев, Е.Ф. Заворотин, В.А. Ярославский, А.Ф. Фогель, В.С. Егоров, В.В. Гордиенко, Н.С. Кубайтов – Саратов. – 2002. – 84 с.

17 Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаева // Мелиорация и водное хозяйство. –2017. – № 6. – С 17-20.

18 Разработать методические рекомендации по дифференциации режимов орошения сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах для засушливых условий Поволжского региона: Отчет о НИР / ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»; Рук. Шадских В.А. – Энгельс, 2013.

19 Провести исследования и разработать научно-обоснованные методы поддержания экологической устойчивости орошаемых агроценозов, разработать рекомендации и методические указания по улучшению экологической ситуации агроландшафтов на орошаемых землях и прилегающих к ним территориях: Отчет о НИР / ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»; Рук. Шадских В.А. – Энгельс, 2015.