

УДК 626. 86

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В ПОЛЕСЬЕ С
ВЫБОРОЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СЕТИ ПО ПЛОЩАДИ**

Митрахович А.И., кандидат технических наук

Шкутов Э.Н., кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

Авраменко Н.М., кандидат технических наук

РУП «Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства»

Ключевые слова: водный режим, реконструкция, выборочный дренаж, колонки-поглотители, уровни грунтовых вод, схемы реконструкции

Введение

Задачи, поставленные перед мелиоративной отраслью Государственной программой сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 гг. требуют существенного уменьшения удельных объемов и затрат на строительные работы при реконструкции мелиоративных систем. При этом не допускаются потери долговечности конструкций и качества управления водным режимом.

Дополнительную сложность задачи обуславливают увеличение амплитуды изменения погодных параметров как внутри, так и вне вегетационных периодов. Природные аномалии последних лет (засухи, наводнения) с сильно отличающимися от нормы осадками ставят вопрос об изменении при проектировании реконструкций расчетных нагрузок на мелиоративные системы и приспособление их к новым природным условиям. Постоянный рост тарифов на электроэнергию сделал неочевидным преимущества полдерных систем перед регулированием водоприемников (спрямление, углубление) как по экономическим соображениям, так и по экологическим требованиям.

Одним из вариантов улучшения водного режима на мелиорированных землях в новых условиях может быть изменение принципа действия систем и совершенствование их конструкций, основанных на дифференцированном подборе элементов мелиоративной системы с учетом региональных и ландшафтных природных условий переувлажняемых площадей. Относительная однородность водного режима может обеспечиваться дифференциацией междренних расстояний или расположением одиночных дрен в соответствии с гидрогеологией, почвенными и топоусловиями. Большое влияние на проектные решения могут оказывать специфические особенности экономических условий ведения сельскохозяйственной деятельности землепользователями, наличие слабопроницаемых прослоек (часто имеющих очень незначительную толщину и выявляемые только

при детальном почвенном изыскании), ограничение возможности углубления проводящей сети каналов в связи с необходимостью демонтажа и реконструкции гидротехнических сооружений, насосных станций и др.

Современные закрытые дренажные системы должны соответствовать повышенным требованиям к организации ускоренного отвода поверхностных вод, максимальному использованию потенциала осушительного и увлажнительного действия каналов с целью уменьшения потребности в дренажных линиях. В достаточной степени этим требованиям отвечает выборочный горизонтальный дренаж с дополнительными водопоглощающими элементами и агро-мелиоративными мероприятиями.

На практике при реконструкции большинства объектов наиболее распространенным способом является замена открытой сети на закрытую при одновременном углублении проводящих каналов, замена существующих осушителей, планировка площадей, переустройство труб-переездов, магистральных каналов, проведение агро-мелиоративных мероприятий и др., при этом некоторые мероприятия (строительство дорог, замена осушителей) связаны с большими трудозатратами. Следует отметить, что по-прежнему проектировщики стремятся задействовать в сельхозпроизводстве всю площадь объекта, хотя некоторые зоны целесообразнее было бы вывести из сельскохозяйственного использования из-за дороговизны и трудности их осушения или увлажнения до требуемого уровня. На объектах очень редко устраиваются экологические зоны (водоемы-копани, заросшие кустарниками понижения и др.).

В свою очередь, возрастающие объемы реконструкции и требования к интенсификации сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях требуют повышения технического уровня систем на объектах реконструкции.

Обоснование конструктивных решений схем реконструкций и их эффективность

Изменяющиеся природные и экономические условия требуют повышения надежности действия мелиоративных систем при проектировании объектов реконструкции с учетом сохранения малых рек, сохранения запасов подземных вод и уменьшения темпов сработки торфяных почв. Следует искать компромиссные технические решения, которые позволили бы обеспечивать необходимый водный режим на обрабатываемых полях с одной стороны, и по возможности сохраняли в естественном состоянии малые реки или магистральные каналы без их дальнейшего углубления.

Однако не снижая уровней воды в нижерасположенной мелиоративной сети, невозможно избежать подпора в регулирующей сети. Проблема может быть решена за счет коренного изменения принципа действия мелиоративных систем, одним из вариантов которого являются самотечно-насосные системы с частичным механическим сбросом воды с осушаемой площади, которые способны производить дискретный режим дренирования с регулируемым сбросом излишней воды [1]. Такие системы смогли бы регу-

лизовать водный режим на отдельных площадях, автономно поддерживая на них заданный уровень грунтовых вод. При этом учитывая рельеф поверхности, сформировавшуюся глубину каналов и водоприемника система может сочетать самотечный сброс воды до определенной отметки, которая будет определяться горизонтам воды в магистральном канале, а далее, исходя из требований сельскохозяйственного производства, понижать уровень воды в регулирующей сети откачкой воды в водоприемник.

Механический сброс воды низконапорными насосами осуществляется с использованием подпорных сооружений на канале. В зависимости от площади участка и длины канала на нем может устраиваться каскад насосных установок, которые способны перераспределять дренажные воды на осушительной системе. В засушливый период подача воды возможна и в обратном направлении. В настоящее время имеются малогабаритные экономичные насосные установки с расходом более 250 м³/час при напоре 3–5 м и мощностью 3 кВт, способные работать в автоматическом режиме. Они могут стать основным элементом рассматриваемой конструкции системы. В мировой практике (Швеция) имеются примеры высокоэффективного применения таких установок, однако нет примеров использования конструкций систем и технологий дискретного управления водным режимом в сочетании самотечного сброса и механического водоподъема. При таком принципе работы мелиоративных систем потребуется значительно реже и в меньших объемах производить периодическое регулирование водоприемников (малых рек), которые в настоящее время постоянно подчищаются от наносов и углубляются. Реализация подходов, обеспечивающих гибкое управление водным режимом на отдельных полях севооборотов, позволит вести интенсивное сельскохозяйственное производство, при котором дополнительные затраты, связанные с машинным водоподъемом, будут оправданы. Системы такого принципа действия следует рассматривать как одно из перспективных направлений с учетом минимального воздействия на водные ресурсы при проведении осушения.

Также разработаны и реализуются на объектах Белорусского Полесья другие схемы и конструктивные решения, основанные на научно и экономически обоснованном дифференцированном подборе и размещении мелиоративной сети с учетом природных особенностей переувлажненных площадей. Принципиальные схемы разрабатывались с учетом опыта проектирования объектов реконструкции в зоне Полесья и природных условий и функционального назначения системы по способу регулирования водного режима. Системы могут быть осушительные, осушительно-увлажнительные и осушительно-оросительные.

Наиболее перспективными и экономически целесообразными при реконструкции мелиоративных систем являются системы, базирующиеся на применении выборочного горизонтального пластмассового дренажа с водопоглощающими элементами, который позволяет уменьшить затраты на реконструкцию до 20% за счет снижения расходов ма-

териалов и энергозатрат. Протяженность дрен на нем на 100 га в 2-3 раза (на 10-20 км) меньше по сравнению с систематическим дренажем, эксплуатационные затраты почти в 3 раза ниже, чем на открытой сети. Техничко-экономические показатели различных вариантов реконструкции приведены в таблице.

Таблица – Техничко-экономические показатели различных вариантов реконструкции мелиоративных объектов

Показатели		Единицы измерения	Варианты осушения (реконструкции)		
			Предлагаемая схема	Базовые способы осушения, «Полесьегипроводхоз»	
				Выборочный пластмассовый дренаж с колонками-поглотителями (проект ПОСМЗил)	Систематический дренаж
из про-ектов	1. Удельные кап. вложения в водохозяйственное строительство	руб./га	1600 5074008	2400 7611120	1750 549775
	в т.ч. затраты на строительство элементов мелиоративной системы	руб./га	1100 3488430	1600 5074080	1200 3805560
2. Ежегодные эксплуатационные расходы		руб./га	11 34880	20 63426	36 114167
3. Протяженность дренажных труб на 100 га площади		км/100 га	10	20-30	–

в ценах 1991 г.
в действующих ценах

Одна из принципиальных схем реконструкции с выборочным пластмассовым дренажем и колонками-поглотителями новой конструкции прошла производственную проверку в 2006-2010 гг. на объекте Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства на участке площадью 500 га [1] и показала высокую эксплуатационную надежность, обеспечив требуемый водный режим для различных сельхозкультур в условиях избытка и недостатка влаги, в периоды выпадения экстремальных осадков с обеспеченностью их месячной суммы 1,5%.

Сравнение результатов работы реконструированной системы с выборочным дренажем с системами систематического дренажа на системе ПОСМЗил за 2008-2010 гг. представлен на рисунках 1-3, на которых участок реконструкции 1 характеризуется более низкими отметками поверхности, чем участок реконструкции 2. Таким образом диапазон УГВ между средними УГВ по участкам реконструкции характеризует водный режим всего спектра топологий реконструированной мелиоративной системы. В качестве эталона для сравнения эффективности выборочного дренажа по формированию водного режима приведены максимальные и минимальные УГВ на участке систематического дренажа (наблюдательный створ 18). Уровни грунтовых вод приведены на фоне изменения во времени, рассчитанных для каждого года оптимальных диапазонов УГВ для зерновых культур.

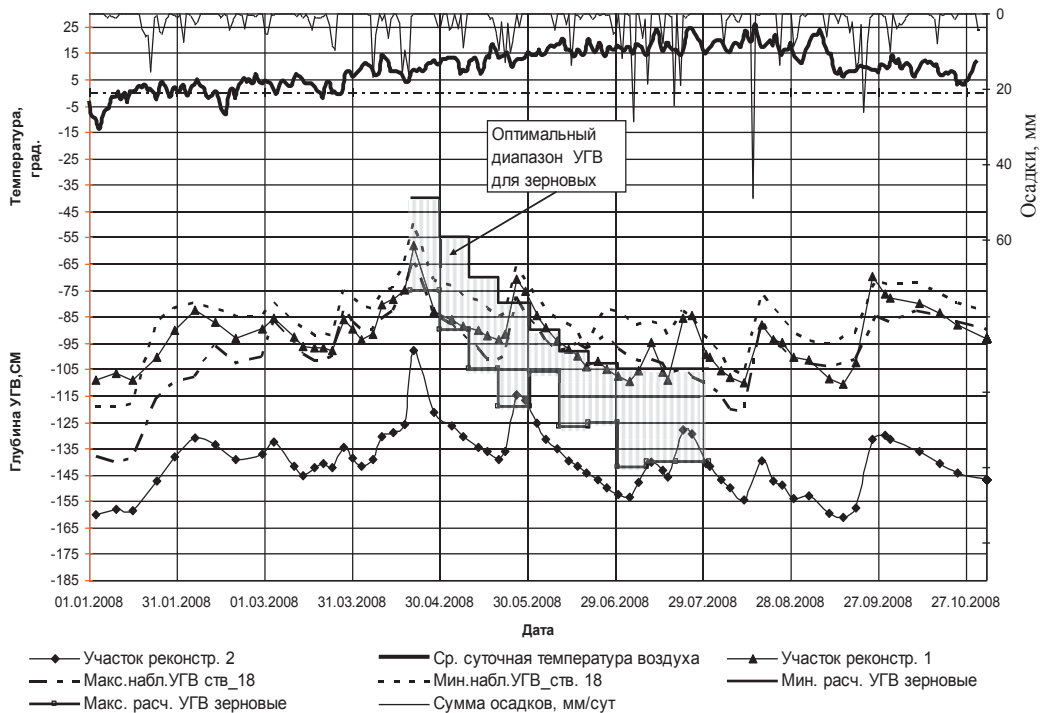


Рисунок 1 – Сравнение динамики средних по створам УГВ на участках реконструкции и систематического дренажа системы ПОСМЗил в погодных условиях 2008 г.

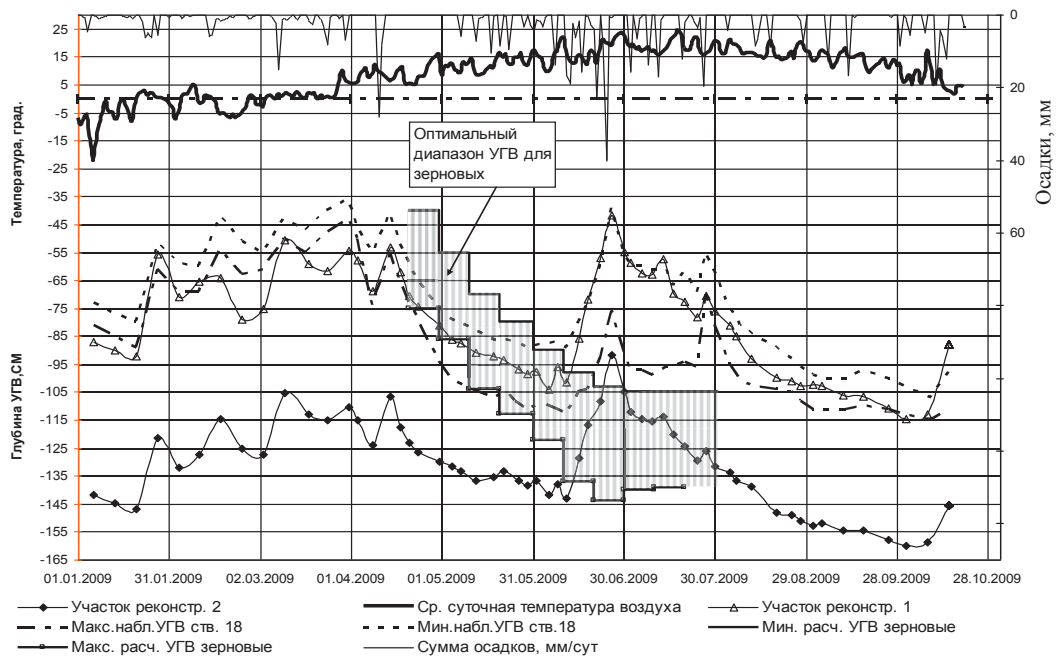


Рисунок 2 – Сравнение динамики средних по створам УГВ на участках реконструкции и систематического дренажа системы ПОСМЗил в погодных условиях 2009 г.

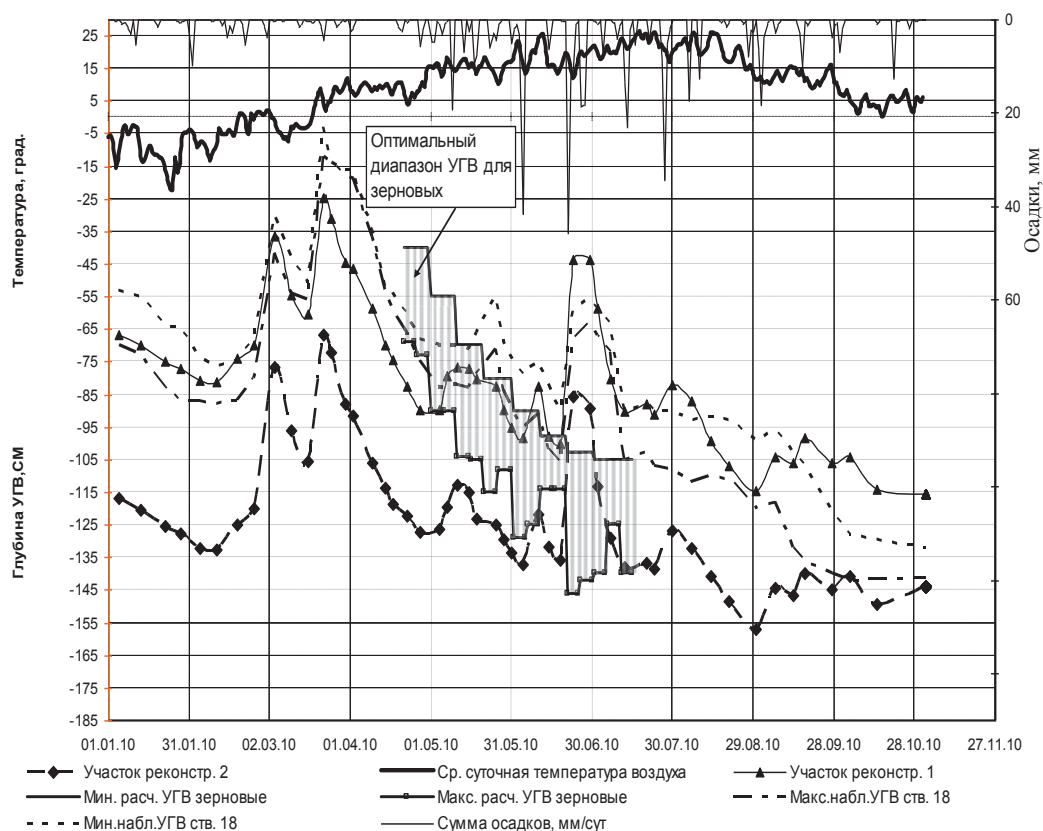


Рисунок 3 – Сравнение динамики средних по створам УГВ на участках реконструкции и систематического дренажа системы ПОСМЗил в погодных условиях 2010 г.

Погодные условия вегетационного периода 2008 года можно охарактеризовать как расчетные. Температурный режим (а значит и испарение) практически совпадают со среднегодовыми, обеспеченность месячных сумм осадков колеблется от 11% (в сентябре) до 90% (июль). Экстремальная (2%) обеспеченность суммы осадков в апреле не вызвала нарушений водного режима, а лишь подвела к оптимальному диапазону УГВ на пониженных элементах реконструированного участка и систематического дренажа. В дальнейшем выборочный дренаж обеспечил практически оптимальные УГВ, в то время как систематический дренаж – несколько повышенные.

В 2009 г. температурный режим был близок к среднегодовому, осадки в июне составили 161,5 мм (1,5% обеспеченности) при норме 75 мм, что вызвало повышенную влажность почвы и УГВ на обоих вариантах дренажа. В экстремальных (почти катастрофических) погодных условиях выборочный и систематический дренаж сработали примерно одинаково. Урожай не погиб, но уровень грунтовых вод был не в оптимальных пределах. В июне 2010 г. снова 161,2 мм (1,5% обеспеченность), но и в июле также выпало 113,6 мм при норме 79 мм. Однако предыдущий сухой период позволил создать

значительную аккумулирующую емкость в зоне аэрации, которая сдмпфировала воздействие экстремальных осадков. Сравнимые системы допустили отклонение УГВ от оптимальных, но быстрее (чем в 2009 г.) на значительной площади вернули ее в оптимальный диапазон. Причем выборочный дренаж, дополненный мероприятиями по организации поверхностного стока, обеспечил сезонное колебание УГВ ближе к оптимальному диапазону, чем систематический дренаж.

Таким образом, реконструированная система показала себя вполне работоспособной, обеспечивающей в расчетных условиях оптимальные УГВ. В условиях экстремальных осадков, превышающих расчетные, она допустила отклонения от оптимума, но сохранила урожай и сработала заведомо не хуже более дорогостоящего систематического дренажа.

Продуктивность земель после реконструкции увеличилась в 2007-2010 г. в 2-3 и более раза по сравнению с продуктивностью до реконструкции и составила 60-88 ц/га кормовых единиц. На основании исследований по эффективности и работоспособности опытных систем с выборочным дренажем и ранее проведенных исследований осушительно-оросительных систем с вертикальным дренажем предлагаются конструктивные решения наиболее типичных схем реконструкции в условиях Полесья и аналогичных условиях других регионов.

При разработке проектов рекомендуется использовать в зависимости от природных условий и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель следующие схемы реконструкции мелиоративных систем с применением выборочного дренажа.

Схема № 1. Реконструкция системы с открытой осушительной сетью с расстоянием между каналами более 450 м на мелкозалежных и сработанных торфяниках (рис. 4).

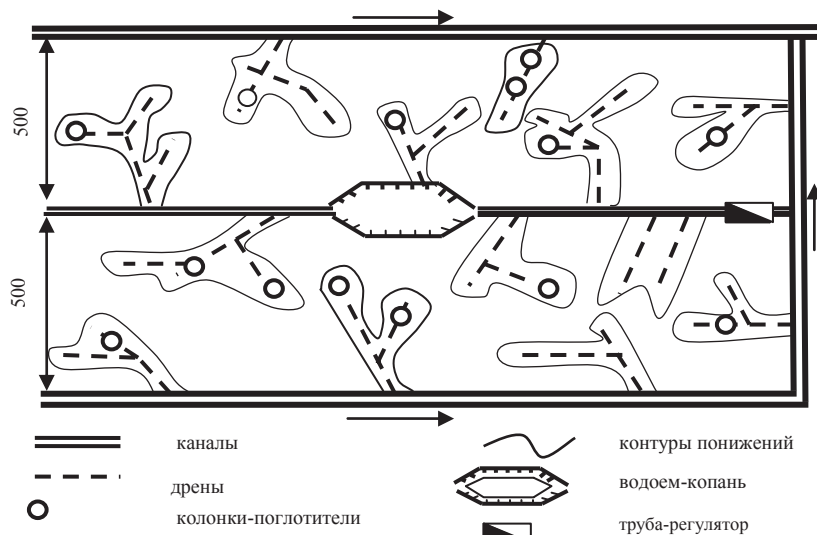


Рисунок 4 – Реконструкция системы с открытой осушительной сетью

Неудовлетворительный водный режим на участке обуславливается несоответствием существующей конструкции системы изменившимся природным условиям – образованием большого количества понижений и оглеенного водонепроницаемого слоя мощностью $0,1 \div 0,3$ м, препятствующего отводу избыточных поверхностных вод. Почвенный покров участка – остаточные торфяные, органоминеральные и минеральные почвы, подстилаемые мелкозернистыми и пылеватыми песками с коэффициентом фильтрации более 2,5 м/сут.

Планируемые мероприятия:

– по пониженным элементам рельефа на всей площади устраивается выборочный дренаж;

– в замкнутых понижениях (западинах) дренаж дополняется колонками-поглотителями, в т.ч. на существующем дренаже;

– на канале может устраиваться водоем-копань для создания запаса воды на пожаротушение и орошение;

– предусматривается дополнение системы агромелиоративными мероприятиями: для повышения интенсивности осушения на почвах с наличием слабопроницаемой прослойки проводят рыхление на глубину 60 см;

– подпочвенное увлажнение предусматривается предупредительным шлюзованием при помощи трубы-регулятора.

Условия применения:

Почвы: торфяники мелкозалежные, сработанные на песках; песчаные и органоминеральные почвы; проводимость фильтрующего слоя $T \geq 5$ м²/сут; коэффициент фильтрации $K_f \geq 2$ м/сут.

Угодья: полевые севообороты, сенокосы и пастбища.

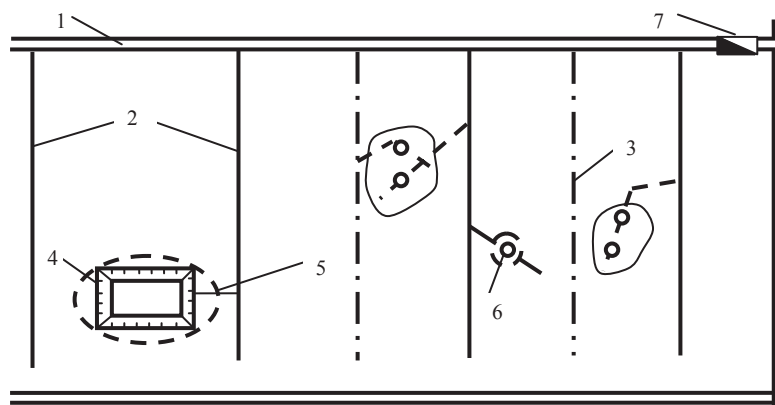


Рисунок 5 – Реконструкция мелиоративной системы, имеющей западины

Примечание:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – агистральный канал; | 5 – сбросной трубопровод; |
| 2 – существующие осушители; | 6 – дренаж с колонкой-поглотителем; |
| 3 – дополнительные осушители; | 7 – труба-регулятор. |
| 4 – водоем-копань; | |

Схема № 2. Реконструкция мелиоративной системы с открытой сетью каналов с расстоянием между осушителями > 400 м, имеются западины глубиной > 0,7 м с водосборной площадью > 1 га. Параметры осушителей не обеспечивают требуемый водный режим (рис. 5). Западины постоянно затапливаются водой.

Схема № 3. Реконструкция системы дренажа (рис. 6).

Неудовлетворительный водный режим наблюдается по всей площади, в том числе в понижениях. Проектируемые мероприятия: устраиваются дополнительные дрены на переувлажненных участках с колонками-поглотителями в понижениях при достаточной существующей глубине дрен.

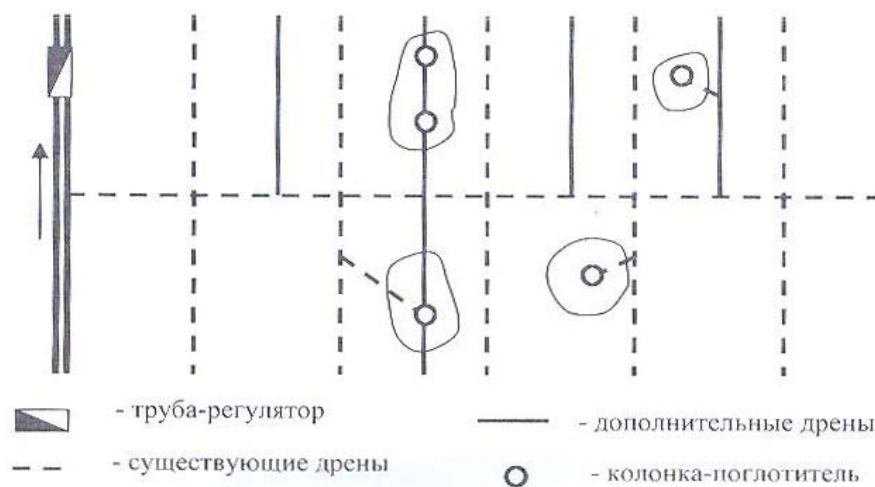


Рисунок 6 – Реконструкция системы дренажа

Схема № 4. (Рис. 7) Реконструкция мелиоративной системы с открытой или закрытой осушительной сетью и с самотечным сбросом воды на самотечно-насосную систему (сочетание самотечного сброса с механическим водоподъемом). Применяется при наличии подпора от водоприемника и необходимости производить дискретное управление водного режима по полям. Проектируемые мероприятия:

- на магистральных или проводящих каналах устраиваются трубы-регуляторы и насосные низконапорные установки;
- регулирующая сеть реконструируется в зависимости от состояния мелиорированных земель: открытая сеть с выборочным дренажем в сочетании с колонками и колодцами-поглотителями, или закрытым систематическим или выборочным дренажем с дополнительными элементами быстрого действия.

Технология регулирования водного режима: система работает в самотечном режиме при определенных отметках УГВ в водоприемнике. При подпоре от водоприемника закрывают трубы-регуляторы и включают насосные установки, которые понижают уро-

вень на полях до требуемой величины.

Увлажнение: предупредительное шлюзование.

Условия применения: торфяники различной мощности, органоминеральные и минеральные почвы, подстилаемые мелкозернистыми и пылеватыми песками с коэффициентом фильтрации $>2,0$ м/сут.

Угодья: полевые севообороты, сенокосы, пастбища.

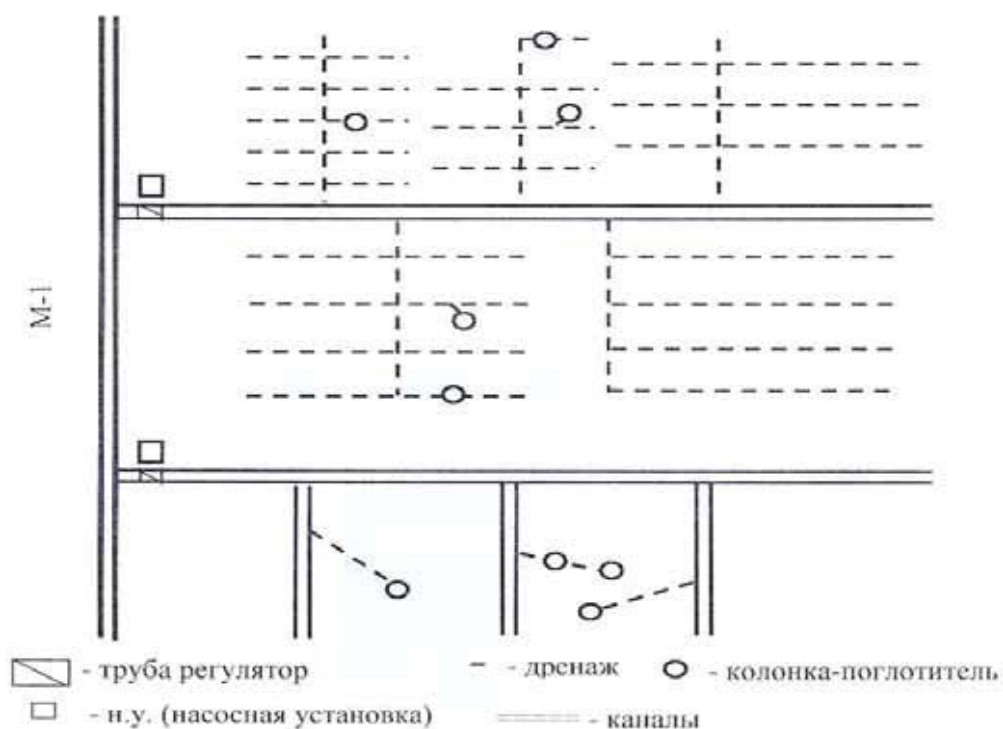


Рисунок 7 – Самотечно-насосная мелиоративная система

Схема № 5. Реконструкция мелиоративной системы с открытой осушительной сетью с расстоянием между осушителями 500 м на комбинированный дренаж (вертикальный в сочетании с выборочным горизонтальным) с использованием подземных вод на орошение (рис. 8).

Проектируемые мероприятия:

– устраиваются дренажные скважины с целью осушения и подачи подземных вод на орошение;

– для интенсификации осушения в понижениях вертикальный дренаж дополняется выборочным горизонтальным дренажем с колонками-поглотителями;

– шланговые оросительные установки.

Из скважин вода подается в канал с трубой-регулятором и водоемом-копанью.

К оросительным установкам вода подается из водоема, зашлюзованного канала или непосредственно из скважин.

Условия применения: торфяники различной мощности, подстилаемые песками, мощность водоносного горизонта более 20 м, коэффициент фильтрации водоносного горизонта $K_f > 10$ м/сут, водопроводимость $T \geq 150$ м²/сут.

Угодья: полевые севообороты, овощи, сенокосы и пастбища.

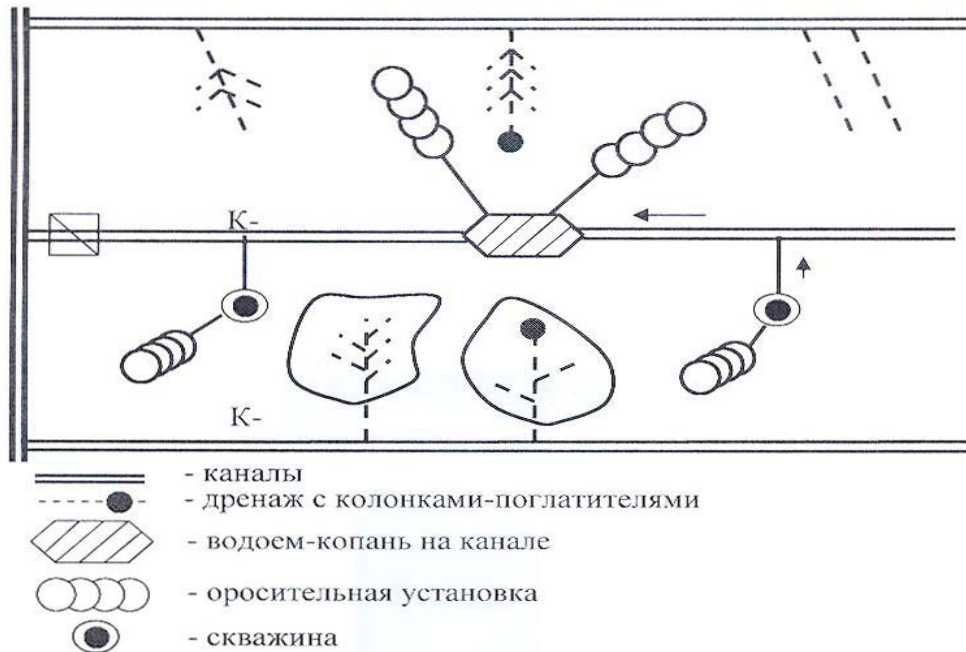


Рисунок 8 – Осушительно-оросительная система с комбинированным дренажем

При составлении схем осушения при реконструкции мелиоративных систем с применением выборочного дренажа следует исходить из необходимости прокладки дрен по выраженным пониженным элементам рельефа, не соблюдая при этом параллельности и равномерности расположения дрен по площади с различным расстоянием между дренами. На сработанных торфяниках это наиболее переувлажняемые почвы понижений с сохранившимся торфяником. Такой принцип размещения регулирующих дрен с учетом природных особенностей переувлажненных площадей позволяет наиболее полно использовать осушительные возможности дренажа по созданию относительно равномерного водного режима переувлажненных площадей. Предложения по созданию относительно равномерного водного режима на основной части осушительной карты по схеме из одиночных малоуклонных криволинейных параллельных дрен [2] в производственных условиях практически нереальны из-за неоднородности и многообразия природных условий.

Предлагаемые схемы реконструкции мелиоративных систем предназначены для

обеспечения условий ведения интенсивного сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях в различных природных условиях, в т.ч. в засушливые и влажные периоды (экстремальные условия). Возможность их применения должна обосновываться технико-экономическими расчетами.

Выводы

1. Применение разработанных схем выборочного дренажа, дополненного мероприятиями и сооружениями по ускоренному отводу поверхностных вод, при реконструкции мелиоративных систем Полесья обеспечивает существенное снижение объемов работ и удельных затрат.

2. Многолетние эксперименты по сравнению качества водного режима, обеспечиваемого выборочным дренажем, дополненным в требуемом объеме колонками-поглотителями на дренажных линиях и водосбросными воронками на открытой сети, показали, что качество водного режима в любых погодных условиях, как минимум, не хуже, чем на систематическом дренаже. В расчетных погодных условиях обеспечивается сезонная траектория УГВ в оптимальной зоне, в периоды экстремальных осадков допускается отклонение УГВ от оптимального диапазона, однако урожай не гибнет, хотя происходит его снижение.

3. Экспериментальные объекты реконструкции с применением разработанных принципиальных схем сети показали высокую эксплуатационную надежность и долговечность конструкций.

Литература

1. Авраменко, Н.М. Особенности реконструкции мелиоративных систем в Полесье / Н.М. Авраменко, В.Т. Климов, А.И. Митрахович // Природнае асяроддзе Палесся. – Брэст: «Академия», 2006. – 276.
2. Шкабаро, Л.С. Вопросы оптимизации принципиальных схем конструкций закрытого дренажа сельскохозяйственных земель // Мелиорация переувлажненных земель. – 2005. – №2. – С. 56-68.

Summary

Mitrahovich A.I., Shkutov E.N., Avramenko N.M.

EFFECTIVENESS OF RECONSTRUCTION OF DRAINAGE SYSTEMS IN POLESIE WITH SELECTIVE ARRANGEMENT OF THE REGULATORY NETWORK BY THE SQUARE

It is proved the necessity to develop new design solutions for the reconstruction of drainage systems in relation to changing environmental conditions of Polesie. We propose new principles of their actions. There are economic indicators of one of the most promising drainage systems with selective drainage compared to an open network and systematic drainage. It is shown the efficiency of the control of soil water regime of this system, and increased by 2.3 times the land productivity as a result of its use in the reconstruction of objects. Based on research it is proposed the schemes of reconstruction of drainage systems, designed to ensure the conditions of intensive agricultural production on lands under different natural conditions, including extreme.

Поступила 27 января 2012 г.