

УДК 626.86: 631.6.02

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОТКРЫТОЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

В.Н. Карнаухов, кандидат технических наук

М. Г. Реуцкая, научный сотрудник

О.Г. Солтан, аспирант

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: ремонтно-эксплуатационные работы, открытая мелиоративная сеть, техническое обслуживание, эрозионно-аккумулятивные процессы, заиление, технический уход, наносы

Введение

Осуществление ремонтно-эксплуатационных работ с целью обеспечения надлежащего технического состояния мелиоративных систем позволяет получить дополнительно 4 ц к. ед./га и более с осушенных сельскохозяйственных земель, находящихся в удовлетворительном техническом состоянии [1]. Такая прибавка урожая обеспечивает ежегодную окупаемость расходов по содержанию осушительных систем в исправном состоянии и позволяет совершенствовать отдельные мероприятия по техническому обслуживанию. В то же время не следует забывать, что затраты на получение продукции земледелия на мелиорированных землях примерно на 1/3 выше, чем на землях, не требующих осушения, за счет постоянного «подпитывания» в рамках финансирования текущего ухода на мелиоративных системах.

На рис.1 приведена структура затрат на проведение ремонтно-эксплуатационных работ (РЭР) при техническом обслуживании отдельных элементов мелиоративных систем (при средних суммарных годовых затратах около 75 млн. долл.). Из приведенной структуры видно, что в настоящее время на техническое обслуживание открытой сети

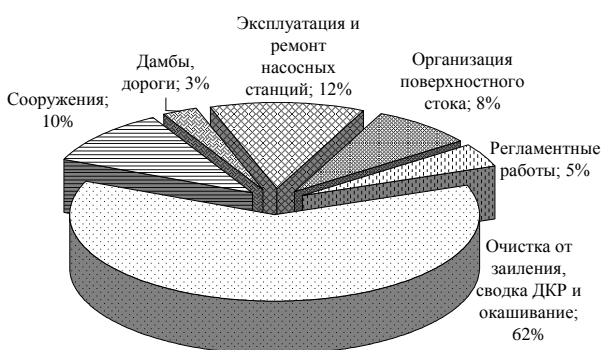


Рис. 1 – Структура затрат на проведение РЭР на мелиоративных системах Беларуси

(подчистка, окашивание и удаление древесно-кустарниковой растительности (ДКР) в целом по Беларуси приходится более 60% всех затрат на РЭР.

Ежегодная протяженность только очистки водотоков от наносов в последние годы составляют около 11 тыс. км (в составе ремонтных работ – 3,7 тыс. км и в составе уходовых работ 7,3 тыс. км по данным 2008-2009 гг.). При таких

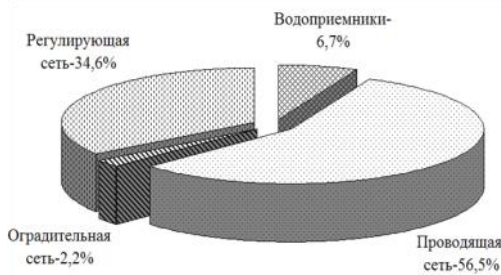


Рис. 2 – Протяженность элементов открытой сети в Республике Беларусь на 1.01.2010 г.

ежегодных объемах работ, при общей протяженности открытой сети (без рек-водоприемников и систем, нуждающихся в реконструкции) около 133,13 тыс. км, это позволяет провести подчистку каждого километра открытой сети в среднем один раз в 12 лет, что несколько превышает нормативную периодичность капитального ремонта (10 лет).

На рис.2 приведена диаграмма распределения открытой сети различного порядка по протяженности. Учитывая, что от всей протяженности проводящая и регулирующая сети составляют соответственно 56,5 и 34,6%, и что основная доля работ приходится именно на их техническое обслуживание, вопросы назначения нормативной периодичности проведения подчистки от наносов и окашивания в процессе технического ухода и ремонтов остаются актуальными.

Периодичность и вид ремонтных работ по открытой сети в настоящее время регламентируется в соответствии с РД 1.04-01 «Классификация работ по техническому обслуживанию мелиоративных систем в Республике Беларусь», в котором предусмотрено:

- в составе капитального ремонта проводить очистку каналов от наносов при заилении или деформации русла от 20 до 50% поперечного сечения с периодичностью 10 лет;
- в составе ремонта проводить виды работ, не входящие в капитальный ремонт и технический уход;
- в составе технического ухода проводить очистку дна каналов от заиления до 30 см и водной растительности каналаочистителями непрерывного действия, навесными очистителями каналов, экскаваторами с циркульным и решетчатым ковшом, а также очистку экскаваторами от заиления более 30 см на отдельных локальных участках протяженностью до 20% длины канала по мере необходимости.

Как видно из перечисленных мероприятий по техническому уходу, нет четких рекомендаций, к какому виду ремонта относится подчистка русла от заиления, с какой периодичностью необходимо проводить подчистку от наносов и чем характеризуется «мера необходимости».

Например, если проводить технический уход по мере необходимости, то проведение капитального ремонта через 10 лет не имеет смысла, поскольку заиление русла на 20-50% от поперечного сечения будет отсутствовать. Естественно, разная интенсивность заиления и соответственно периодичность удаления продуктов заиления будет при разном использовании осушенных земель (под травы или пропашные).

Известно, что конечный экономический эффект в сельском хозяйстве на мелиори-

руемых землях формируется за счет комплекса взаимосвязанных факторов. Максимальный эффект достигается в том случае, если эти факторы находятся в оптимальном соотношении. Отсюда экономическую эффективность проведения почвозащитных мероприятий, а также технического обслуживания открытой мелиоративной сети необходимо определять исходя из того, что это часть единой системы взаимосвязанных приемов по борьбе с негативными последствиями эрозии.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями [2] интенсивности деформаций каналов открытой проводящей сети установлено, что потеря пропускной способности русел в процессе эксплуатации происходит под влиянием следующих основных факторов:

- постепенного заиления дна русла во времени;
- увеличения гидравлического коэффициента сопротивления по мере зарастания русла травой и древесно-кустарниковой растительности.

Поскольку ежегодные объемы работ по подчистке каналов, их окашиванию и удалению ДКР в целом по Беларуси составляют больше половины затрат от всех эксплуатационных работ, то точная экономически обоснованная регламентация данного вида работ позволяет значительно увеличить их эффективность и снизить удельный вес. В таком случае главной целью РЭР по техническому обслуживанию открытой сети является получение наибольшего экономического эффекта в производстве сельскохозяйственной продукции при наименьших затратах.

Известно, что интенсивность заиления и зарастания каналов изменяется во времени и пространстве в зависимости от порядка водотока и степени трансформации осушенных массивов. Полученная же выгода от проведенных мероприятий или убыток при отсутствии технического обслуживания зависят от урожайности выращиваемых культур и ее стоимости. Поэтому технико-экономическое обоснование периодичности проведения работ по техническому обслуживанию каналов невозможно выполнить без учета структуры сельскохозяйственного использования осушенных почв и экономических показателей сельскохозяйственной деятельности предприятия.

Эрозионно-аккумулятивными процессами при знании закономерностей изменения факторов, влияющих на них, можно и следует управлять. Уменьшение их интенсивности возможно на любом из звеньев транспорта наносов – от поверхности почвы, где можно обеспечить снижение потерь органического вещества, до водоприемников, где в результате уменьшения аккумуляции наносов уменьшаются затраты на подчистку русел открытой проводящей сети.

Таким образом, при планировании эксплуатационных мероприятий по техническому обслуживанию открытой проводящей сети необходима их увязка с технологией обработки почв.

Основополагающими концептуальными признаками схемы оптимизации РЭР на

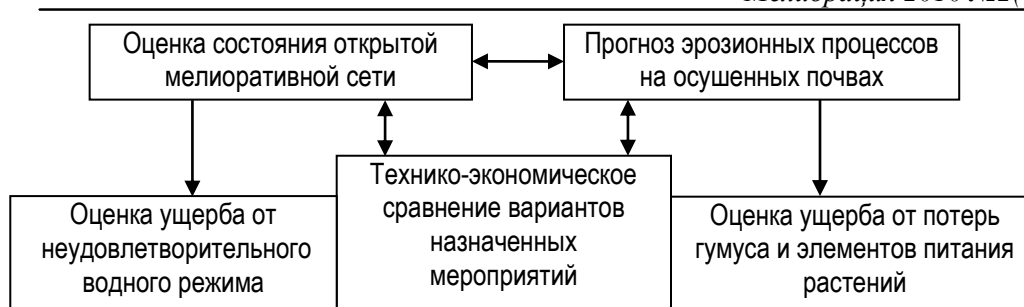


Рис. 3 – Схема анализа эрозионно-аккумулятивных процессов на осушенных землях

открытой мелиоративной сети является изменение характера эрозионно-аккумулятивных процессов на осушенных землях, в связи с чем схема такого анализа и принятия решения по своей структуре делится на три составные части (рис. 3):

1) оценка состояния открытой мелиоративной сети, учитывающая временное и пространственное распределение составляющих наносов водным потоком по элементам открытой сети;

2) прогнозирование эрозионных процессов на осушенных почвах, учитывающее трансформацию их потребительских качеств под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов;

3) назначение мероприятий и рекомендаций по уменьшению отрицательного влияния эрозионно-аккумулятивных процессов на мелиоративной системе.

Анализ по первым двум структурным уровням схемы позволяет дать комплексную оценку состояния эрозионно-аккумулятивных процессов на мелиоративной системе и количественные характеристики их проявления во времени и пространстве.

В последней части схемы проводится подбор технологических приемов и их технико-экономическое обоснование. Затраты на восстановление параметров открытой проводящей сети в результате заиления и зарастания (потери пропускной способности) следует соотносить с ущербом, наносимым сельскому хозяйству в виде потерь урожая. Изменяя техническое состояние каналов, можно уменьшить этот ущерб. Поэтому для каждого варианта обслуживания открытой проводящей сети необходимо рассматривать различные комплексы технических решений в виде различного состава работ.

Для оптимизации технологий и конструктивных решений при эксплуатации и ремонте мелиоративных систем выделено три группы технологических схем проведения РЭР на мелиоративных системах, предназначенных для уменьшения отрицательного влияния эрозионно-аккумулятивных процессов:

- 1) предупреждение поступления продуктов эрозии в русла мелиоративной сети;
- 2) снижение объемов отложения продуктов эрозии в открытой сети;
- 3) удаление и утилизации наносов.

Остановимся кратко на технологических схемах проведения РЭР по каждой группе противоэрозионных мероприятий, которые были исследованы на предмет периодичности их выполнения.

Предупреждение поступления продуктов эрозии в русла мелиоративной сети обеспечивается за счет сочетания взаимоувязанных, применимых для конкретных условий следующих технологических действий и приемов:

- организация поверхностного стока;
- сохранение естественных и создание искусственных защитных полос вдоль каналов;
- применение почвозащитной системы земледелия при использовании осушенных земель.

Наряду с организацией поверхностного стока (ложбины, борозды, воронки и др.) важной составной частью комплекса водоохраных и противоэрозионных мероприятий является создание искусственных и сохранение естественных лесных насаждений в виде защитных полос. Защитное лесоразведение признано одним из наиболее эффективных и надежных средств борьбы с водной и ветровой эрозией, а также заилением и загрязнением водных объектов продуктами твердого стока и дефляции, растительными остатками и др. Велика их роль в предотвращении поступления ядохимикатов и биогенных веществ в водотоки с сельскохозяйственных территорий.

Сохранение естественных лесополос – один из видов противоэрозионных мероприятий по снижению количества наносов, попадающих в открытую мелиоративную сеть, а также рационального использования средств, выделяемых на ремонт и эксплуатацию мелиоративных систем, тем более что ежегодная протяженность сводки ДКР составляет более 10 тыс. км. При этом сводка древесной растительности относится к трудоемким процессам с применением ручного труда и отрицательно влияет на экологию водотоков на мелиоративных системах, особенно на легких почвах. Частичное сохранение ДКР и технология ее сводки должны обосновываться проектными решениями в зависимости от назначения и порядка водотока.

В качестве одной из культур для искусственных защитных лесополос вдоль мелиоративных каналов рекомендуется использовать быстрорастущую иву [3]. Помимо прямой защитной функции насаждений, их биомасса может использоваться в качестве источника энергии.

Противоэрозионные почвозащитные комплексы при использовании эрозионно-опасных земель проектируются для разных ландшафтных зон Беларуси в соответствии с рекомендациями РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» [4], [5]. Данный подход в использовании земель позволяет не только адаптировать земледелие к конкретным почвенно-экологическим условиям республики, предотвратить деградацию почв, обеспечить экологическую устойчивость агроландшафтов, но и способствует сни-

жению поступления продуктов эрозии в каналы.

Своевременное применение перечисленных предупреждающих мероприятий позволяет в наибольшей степени обеспечить экологическую устойчивость агроландшафтов и снизить поступление продуктов эрозии в водотоки.

Снижение объемов отложения продуктов эрозии в открытой сети обеспечивается комплексом следующих мероприятий:

- создание надлежащей устойчивости берм, откосов и дна;
- предупреждение зарастания русел в соответствии с установленным регламентом;
- устройство отстойников и экологических ниш.

Для предотвращения саморазрушения неустойчивых грунтов, обеспечения сохранения формы открытой сети и повышения надежности ее работы проводят мероприятия по восстановлению крепления и элементов поперечного сечения каналов. Эффективным методом борьбы с последствиями линейной эрозии является сочетание различных типов креплений, дифференцированных по высоте: верхняя часть откоса – посев трав, нижняя – травяной ковер с фашиной, плетневой, дощатой стенкой, бетонными плитами и т.п. [6].

При этом растительность, произрастающая на бермах, откосах и дне каналов, после их крепления уменьшает пропускную способность, создавая дополнительное гидравлическое сопротивление. Удаление растительности на бермах, откосах и со дна является одним из основных проектно-технологических модулей (ПТМ) по уходу за некапитальными типами крепления. В табл. 1 приведен состав механизмов для удаления растительности с откосов при различных параметрах каналов, из которой можно определить состав звена по окашиванию каналов.

Применение косилок КРД-1,5 и К-78 для окашивания откосов при ширине захвата менее 0,35-0,45 м экономически не эффективно и целесообразным является окашивание вручную или мотокосом.

На период проведения ремонта для снижения количества поступающих наносов в водоприемники и соблюдения экологических требований предусматривается сооружение отстойников в зависимости от функционального назначения, величины и условий работы водотока. В случае необходимости применения искусственных ниш их совмещают с отстойником и устраивают в зоне прогнозируемого размыва поворота [7, 8].

Таблица 1 – Состав механизмов для окашивания растительности на откосах

Номер прохода от бровки откоса	Глубина канала, м				
	<1,5 при длине откоса, м			1,5-2	2-3
	до 1,85	до 2,05	до 3,0		
1	КРД-1,5	К-78	К-78	К-78	К-78
2	Ручная доработка	Ручная доработка	К-78	К-78, РР-41	К-78, РР-41
3			Ручная доработка	К-48Б или ручная доработка	К-48Б или ручная доработка

Примечание: в настоящее время косилки РР-41 и К-48Б имеются в недостаточном количестве и вопросы окашивания нижней части глубоких каналов остаются открытыми.

Таблица 2 – Технологическая схема очистки каналов от наносов

Навесное оборудование	Условия применения и порядок выполнения
 <p data-bbox="311 840 726 918"><i>Циркулярный ковш – обеспечивает выемку наносов из русла с одновременной планировкой дна и откосов в пределах выемки.</i></p>	<p data-bbox="758 414 1300 448">Глубина воды в канале – до 1,0 м;</p> <p data-bbox="758 448 1300 492">Допускается наличие камней до 30 см, мягкой и жесткой растительности, ДКР, поросли;</p> <p data-bbox="758 492 1300 548">Рабочие характеристики экскаватора и параметры канала должны быть в следующем соотношении:</p> <p data-bbox="837 548 1220 582">для очистки $R_p \geq 0,5(B+b)+D$</p> <p data-bbox="837 582 1125 616">для ремонта $R_p \geq B+D$, $R_b \geq a$,</p> <p data-bbox="758 616 1300 739">где R_p – максимальный радиус копания экскаватора, м; B – ширина канала по верху, м; b – ширина канала по дну, м; D – расстояние по оси движения экскаватора до бровки канала, м; R_b – максимальный радиус выгрузки экскаватора, м; a – половина ширины основания отвала, м.</p> <p data-bbox="790 739 933 772">Состав работ:</p> <p data-bbox="758 772 1300 817">а) очистка каналов от наносов с укладкой грунта в отвал на берме канала;</p> <p data-bbox="758 817 1300 873">б) очистка берм и путей продвижения экскаватора в забое;</p> <p data-bbox="790 873 1093 907">в) переезды от канала к каналу.</p>

Удаление и утилизация наносов – следующий основной проектно-технологический модуль (ПТМ) мероприятий по техническому обслуживанию открытой сети, который обеспечивается механизированной подчисткой русла от продуктов эрозии с оптимальной периодичностью и сопутствующими ей работами.

Для мелиоративных систем региона Полесья в расчетах принята технологическая схема (табл. 2) по условиям применения имеющегося оборудования.

Известно, что на главных звеньях транспорта наносов, к которым относятся поверхность полей и открытая мелиоративная сеть, прямые затраты на противозерозионные мероприятия складываются из затрат на техническое обслуживание элементов мелиоративных систем и применение почвозащитной системы земледелия при выращивании сельскохозяйственной продукции.

При этом с уменьшением межремонтного периода по очистке открытой мелиоративной сети (нормативный период составляет 10 лет) увеличиваются затраты на земляные работы для организаций, проводящих данные виды работ (ПМС).

Одновременно для сельхозпредприятий (СПК) увеличиваются издержки на производство дополнительной сельскохозяйственной продукции, полученной за счет улучшения водного режима на осушенных землях и применения почвозащитной системы земледелия (по сравнению с десятым годом после подчистки).

Так, расчеты РУП «Институт почвоведения и агрохимии» показали, что система почвозащитного земледелия на землях с незначительным потенциалом эрозии нерентабельна [5], а наибольшую эффективность от нее можно получить на сильноэродированных почвах. При этом в расчетах не учитывалось уменьшение затрат на удаление про-

Таблица 3 – Варианты производства работ по техническому обслуживанию открытой сети

Вариант	Состав работ по отдельным ПТМ и периодичность их выполнения
1	1.1 Механизированное окашивание берм и откосов каналов 2 раза в год 1.2 Подчистка дна каналов и сопутствующие ей работы с периодичностью 1...10 лет
2	2.1 Механизированное окашивание берм и откосов каналов 1 раз в год 2.2 Подчистка дна каналов и сопутствующие ей работы с периодичностью 1...10 лет
3	3.1 Механизированное окашивание берм и откосов каналов 1 раз в 2 года 3.2 Подчистка дна каналов и сопутствующие ей работы с периодичностью 1...10 лет
4	4.1 Удаление ДКР (при наличии) вручную мотокосом "Хускварна" 4.2 Обработка пней и отрастающей поросли гербицидом (раундап) 4.3 Механизированное окашивание берм и откосов каналов в год подчистки 4.4 Подчистка дна каналов и сопутствующие ей работы Удаление ДКР проводится с 5-го года, все остальные работы с периодичностью 1...10 лет

дуктов эрозии из открытой сети при ее ремонте.

Отсюда анализ изменения затрат на проведение противоэрозионных приемов, а также ремонтных работ по подчистке открытой мелиоративной сети проводился исходя из того, что это часть единой системы хозяйственной деятельности на мелиорированных землях, относящаяся к мероприятиям по уменьшению негативных последствий эрозии.

В данных исследованиях определение оптимальной периодичности мероприятий по основным видам работ по техническому обслуживанию открытой сети (окашивание и подчистка) проводилось по минимальным удельным затратам. Для анализа были подобраны четыре широко применяемые в настоящее время комплексные технологические схемы производства работ (табл. 3). Применение схем проектировалось на шести исследуемых полях РУП «ПОСМЗил» с принятой в опытном хозяйстве структурой их сельскохозяйственного использования и при условии применения противоэрозионных севооборотов (табл. 4).

Технико-экономические расчеты проводились в следующей последовательности:

- по агротехнологическим группам, к которым относятся земли рассматриваемого мелиоративного объекта, и принятой структуре их использования по методике РУП

Таблица 4 – Характеристика исследуемых полей РУП «ПОСМЗил» и структура их сельскохозяйственного использования

Номер поля	Почва, группа по степени дефляционной опасности [5]	Удельная протяженность открытой сети, м/га	Структура сельхозиспользования в % по площадям для возделываемых культур				
			зерновые	пропашные			травы
				все	в т.ч. картофель	в т.ч. кукуруза	
1	Торфяная, III агротехнологическая группа	21	50/20	18/-	18/-	-/-	32/80
2		47	53/20	14/-	12/-	2/-	33/80
3		50	36/20	21/-	20/-	1/-	43/80
4		63	50/20	31/-	26/-	5/-	19/80
5	Органоминеральная, IV агротехнологическая группа	27	47/25	49/-	20/-	29/-	4/75
6		31	34/25	13/-	10/-	3/-	53/75

Примечание: в числителе дроби приведены данные для существующей структуры, в знаменателе – по рекомендациям РУП «Институт почвоведения».

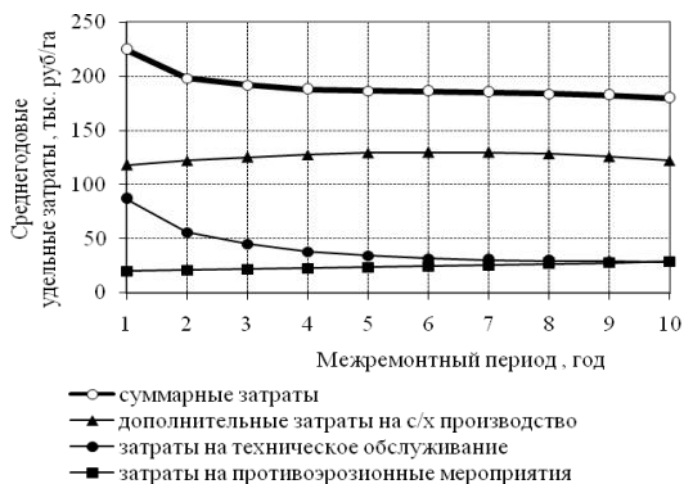


Рис. 4 – Изменение среднегодовых затрат (приведены к ценам на 01.01.10) от продолжительности межремонтного периода для варианта производства работ 2 на исследуемом поле 3 при условии применения противоэрозионного севооборота

«Институт почвоведения» определялся тип севооборота и его агродефляционный индекс, а по методике РУП «Институт мелиорации» – интенсивность заиления открытой сети;

- на основании характеристик открытой сети (удельная протяженность каналов, соотношение каналов различного порядка), принятых вариантов производства работ и периодичности их выполнения определялись среднегодовые удельные объемы работ по техническому обслуживанию открытой сети, а по нормативным расценкам, приведенным к текущему году, определялись затраты на их выполнение Z_3 ;

- на основании принятой структуры сельскохозяйственного использования и периодичности выполнения РЭР на открытой сети определялся объем дополнительной продукции, а по данным сельскохозяйственной деятельности предприятия – издержки на его производство ΔZ_c ;

- затраты на применение почвозащитной системы земледелия определялись по [5] в зависимости от группы земель по степени дефляционной опасности.

- удельные затраты на эксплуатационные работы Z_3 , сельскохозяйственное производство ΔZ_c и проведение рекомендуемых приемов почвозащитного земледелия Z_n приводились к одному времени (в ценах 2009 г.) путем их дисконтирования и суммировались (рис. 4) для получения зависимости их изменения от межремонтного периода. За базу сравнения была принята нормативная периодичность капитального ремонта – 10 лет.

Для наиболее востребованных вариантов работ по техническому обслуживанию открытой сети приведены графики зависимости суммарных среднегодовых затрат от периодичности выполнения подчистки (рис. 5). Как видно из представленных графиков, проведение очистки дна каналов экскаваторами от заиления до 30 см в составе работ по техническому уходу или ремонту (межремонтный период до 5 лет) обходится дороже капитального ремонта на 20-30% по среднегодовым затратам. Наименее затратными

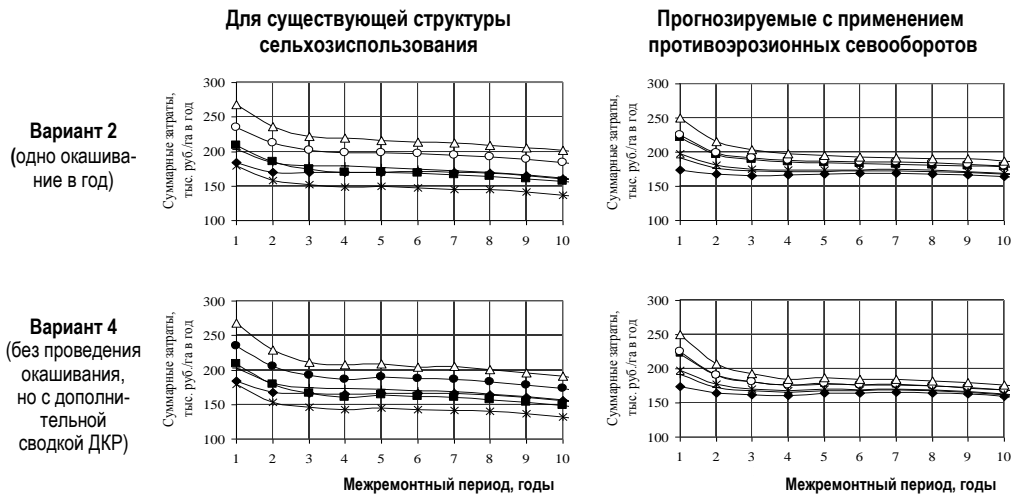


Рис. 5 – Графики изменения среднегодовых затрат на обслуживание открытой сети (приведены к ценам на 01.01.10)

являются варианты работ, приближающиеся по межремонтному периоду (8-10 лет) к капитальному ремонту.

При этом среднегодовые затраты по варианту работ 2 с окашиванием 1 раз в год сопоставимы с вариантом 4 без проведения дополнительного обслуживания в межремонтные периоды, что позволяет рекомендовать оставлять древесно-кустарниковую растительность на наветренной или южной стороне откосов и берм нагорно-ловчих и осушительных каналов в качестве защитных полос от их заиления.

Во всех рассматриваемых вариантах отмечается тенденция увеличения затрат при увеличении удельной протяженности сети, но в случаях применения противозрозионных севооборотов она менее значима.

При сравнении вариантов с применением и без применения почвозащитных мероприятий установлено, что для случая их применения приведенные затраты как уменьшаются до 15 тыс. руб./га (поля 3 и 4), так и возрастают в пределах до 32 тыс. руб./га (поля 2 и 6), что связано с изменением структуры их использования. Нормативная периодичность ремонта (10 лет) требует уточнения. При увеличении ее до 12 лет и более приведенные затраты можно уменьшить на 5-10% (5-20 тыс. руб./га в год).

Заключение

Таким образом, предложенный методологический подход, на базе учета эрозионно-аккумулятивных процессов во всех звеньях цепи транспорта наносов, позволяет подобрать оптимальный комплекс технологических и организационных решений при планировании ремонтно-эксплуатационных работ и периодичность выполнения основных проектно-технологических модулей на открытой мелиоративной сети, обеспечивающих снижение затрат в условиях заданного направления сельскохозяйственного использования

осушенных земель на конкретной мелиоративной системе или поле.

Оптимизация противоэрозионных мероприятий в среднем позволяет (по предварительным расчетам) уменьшить удельные среднегодовые затраты на техническое обслуживание только открытой проводящей и осушительной сети на 140-150 \$/км, что уменьшит эксплуатационные затраты на 6,5 \$/га. Экономия затрат при этом с площади 0,9 млн. га только на осушенных торфяных почвах составит около 5,5 \$ млн./год.

Литература

1. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. Кн. 1.; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Белорусская нива, 2007. – 890 с.
2. Карнаухов, В.Н. Оценка состояния открытой мелиоративной сети и прогноз трансформации ее параметров/В.Н.Карнаухов, М.Г.Реуцкая // Мелиорация. – 2008. – №1(59). – С 26-35.
3. Карнаухов, В.Н. Эколого-экономическая эффективность защитных посадок быстрорастущей ивы на мелиоративных системах / В.Н.Карнаухов, О.И.Родькин, Ч.А.Романовский, С.С.Позняк, А.В.Семенченко // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: Проблемы и перспективы. Доклады междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2007. – С 294-297.
4. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси. РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». Под общ. ред. А.Ф.Черныша. – Минск, 2005. – 53 с.
5. Методические указания по прогнозированию водно-эрозионных и дефляционных процессов на обрабатываемых землях Беларуси./ РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2006. – 43 с.
6. Технология и организация ремонта осушительных систем и механизированного ухода. – М., 1989. – 68 с.
7. Карнаухов, В.Н. Конструкция отстойника наносов, устраиваемого на повороте канала./ В.Н.Карнаухов, Г.В.Щеголютина // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. науч. работ. Т. XLVI, 1999. – С. 64-76.
8. Карнаухов, В.Н. Способы обеспечения устойчивости русел на поворотах /В.Н.Карнаухов// Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ / БелНИИМил.–Т. 50. – 2003. – С. 37-47.

Summary

Karnaukhov V., Reutskaya M., Soltan O. Maintenance of open drainage system and its frequency

Approaches and principal technological schemes for maintenance and field operation of open drainage system. Groups of processing methods and measures for maintenance of open system, scaled by orientation of protection from detrimental effect of erosion processes on reclamation systems. Technical and economic comparison of various production technical modules for servicing of reclamation channels and its right frequency.

Поступила 13 июля 2010 г.