

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Департамент мелиорации

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения
и сельхозводоснабжения «Радуга»
(ФГБНУ ВНИИ "Радуга")**

**МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ
И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Коломна 2015

УДК 631.621

Авторский коллектив:

д-р техн. наук **Н.Г. Ковалев**, д-р с.-х. наук **Г.В. Ольгаренко**,
канд. с.-х. наук **Ю.И. Митрофанов**, канд. с.-х. наук **В.Н. Зинковский**,
канд. с.-х. наук **О.И. Анциферова**, канд. с.-х. наук **Л.И. Петрова**,
Т.Н. Пантелеева, **В.Т. Полозова**

Под общей редакцией Академика РАН, д-ра техн. наук,
профессора **Н.Г. Ковалева**

Методы и критерии диагностики и оценки состояния осушительных систем: научн. издание / ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 36 с.

ISBN 978-5-9906549-6-9

Издание разработано по ГК № 1730а/20 МСХ РФ от 12.10.2014 г. и предназначено для использования Минсельхозом России, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, сельскохозяйственными товаропроизводителями при проведении системных мероприятий по вовлечению вышедших их сельскохозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения в сельскохозяйственное производство с целью увеличения ее продуктивности.

Рассмотрено и одобрено секцией мелиорации Научно-технического совета Минсельхоза России (протокол № 58 от 17 декабря 2014 г.).

УДК 631.621

ISBN 978-5-9906549-6-9

© Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Метод и критерии диагностики и комплексной оценки состояния дренажной системы	5
2. Метод и критерии мониторинга, диагностики и оценки состояния поперечного дренажа на катене	11
3. Метод и критерии диагностики и оценки состояния осушительной системы с узкозагонной вспашкой дренируемых почв	21
4. Метод и критерии оценки состояния техногенной эрозии засыпки закрытого собирателя	26
Заключение	32
Литература	33

ВВЕДЕНИЕ

Известны методы и критерии диагностики и оценки состояния осушительных систем, разработанные на основе результатов научных исследований. При этом был учтен и опыт эксплуатации и использования осушаемых земель в Нечерноземной зоне РСФСР. В указанных рекомендациях изложена методика оценки технического уровня осушительной системы и ее элементов. При этом рассмотрены способ осушения, открытая проводящая и оградительная сети, техническое состояние поверхности, организация поверхностного стока, дренажные колодцы, устья закрытых коллекторов и дрен, трубы-переезды, мосты и дорожная сеть.

Оценку технического состояния осушительной системы начинают с ознакомления с проектом и исполнительной документацией, затем производят на местности осмотр и оценку состояния элементов системы.

Примененные показатели оценки технического уровня системы позволяют выделить четыре уровня: высокий, средний, низкий и крайне низкий.

Для оценки эффективности действия основных элементов осушительных систем приводится методика оценки условий пропуска расчетных расходов воды в водоприемнике, оградительной и открытой проводящей сети, а также водоприемной и водоотводящей способности закрытого дренажа. Применение методик поясняется примерами. Большое значение имеет оценка водопроницаемости засыпки дренажной траншеи, выделяя при этом хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное и крайне неудовлетворительное ее состояние.

Приводится методика оценки качества сбросных вод осушительной системы и ее экологического состояния. При неудовлетворительном и крайне неудовлетворительном экологическом состоянии осушительной системы разрабатывают агротехнические, технологические и организационные водоохранные мероприятия.

Нами разработаны новые подходы к этому вопросу. В данной работе приведены результаты научных исследований и подходов к методам и критериям диагностики и комплексной оценки состояния дренажной системы, новизна и практическая значимость которых подтверждена 4 патентами Российской Федерации.

1. МЕТОД И КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ И КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ

Данный метод и критерии относятся к сельскому хозяйству и осушению почв Нечерноземной зоны РФ. Результаты его реализации могут быть применены для улучшения действия дренажа и повышения эффективности использования дренируемых как минеральных, так и торфяных почвогрунтов, а также при совершенствовании проектирования, строительства и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах (патент 2465397).

Известно много методов контроля работы дренажных систем. Часть из них представлена в следующих литературных источниках: в научно-исследовательских организациях используют «Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям», а в производственных организациях – «Справочник по эксплуатации мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР», известны и опубликованные патенты (А. с. SU 1341333 А1, Кл. Е 02 В 11/00, 1987; Патент RU 2277148 С1, Кл. Е 02 В 11/00, 2006).

Наиболее близким аналогом разработанного нового метода является метод, приведенный в Справочнике, включающий строительство дренажной системы, разметку наблюдательного створа, устройство в створе скважин для наблюдений за уровнем верховодки и почвенно-грунтовых вод в междренье, проведение наблюдений за уровнем верховодки и почвенно-грунтовых вод и дренажным стоком, анализ полученных данных и сравнение их с допустимыми значениями.

Недостатком известных способов контроля работы дренажной системы является отсутствие комплексности, в частности, отсутствие контроля состояния дренируемых почвогрунтов и оценки его изменения с возрастом дренажа. Дать надежную оценку работе дренажных систем можно только одновременно с оценкой состояния дренируемых почвогрунтов.

Известно, что комплексным показателем, отражающим состояние дренируемых почвогрунтов, является коэффициент фильтрации. Его значение комплексно отражает почти все структурные, физические и химические свойства почвогрунтов.

Этот показатель является одним из основных критериев комплексной оценки состояния дренажной системы.

Определение осредненного значения коэффициента фильтрации k_{ϕ} возможно по фактическому, замеренному из дренажной системы, модулю дренажного стока q и соответствующих ему напору над дном траншеи дрены в междренье h и в дрене h_o и глубине залегания водоупора ниже дна траншеи T . Используя известную формулу, например С.Ф. Аверьянова, для определения расстояния между дренами

$$E = 2 \{ (k_{\phi} / q) [(T + h)^2 - (T + h_o)^2] \alpha \}^{0,5}, \quad (1)$$

$$\text{где } \alpha = 1 / [1 + (4T B / E)], \quad (2)$$

$$B \approx 2,94 \lg (2T / \pi h_o), \quad (3)$$

путем ее преобразования можно получить формулу для определения k_{ϕ} в явном виде

$$k_{\phi} = qE^2 / 4 [(T + h)^2 - (T + h_o)^2] \alpha. \quad (4)$$

При расположении дрены на водоупоре ($T = 0$)

$$k_{\phi} = qE^2 / 4 [(h)^2 - (h_o)^2]. \quad (5)$$

Достоинством этого метода является то, что в его основу положено определение осредненного коэффициента фильтрации на большом объеме опробования почвогрунта. Недостаток известного метода состоит в том, что он не учитывает неустановившийся режим работы дренажа, испарение, колебания давления почвенного воздуха, вызываемого главным образом колебаниями температуры, и изменение коэффициента фильтрации в течение года, т.е. до сих пор неизвестно время его определения в течение года, нет и предложений по учету явления гистерезиса зависимости модуля дренажного стока от напора.

Задача, решаемая данным методом, заключается в повышении достоверности контроля работы дренажной системы, в частности и точности определения изменения коэффициента фильтрации дренируемых почвогрунтов с возрастом дренажа. Техни-

ческий результат, получаемый от решения поставленной задачи, заключается в более достоверной оценке соответствия дренажной системы предъявляемым требованиям.

Поставленная задача решена тем, что способ контроля работы дренажной системы включает строительство дренажной системы с расстоянием между параллельными дренами E и глубиной их заложения h_d при глубине залегания водоупора относительно дна траншеи дрены T , разметку перпендикулярно дренам, в их середине по длине, наблюдательного створа, устройство в створе потайных пьезометров для наблюдения за уровнем воды в дрене h_{oi} и скважин с водопроницаемыми стенками для наблюдений за уровнем верховодки и почвенно-грунтовых вод в междуренье h_i над дном траншеи дрены, проведение многолетних наблюдений в течение возраста дренажа i -лет за ходом h_{oi} , h_i и модулем дренажного стока q_i .

Модуль дренажного стока q_i и его значения в течение года является также важным критерием комплексной оценки состояния дренажной системы.

На основе анализа полученных данных и сравнения их с допустимыми значениями, дополнительно осуществляется контроль и за изменением осредненного коэффициента фильтрации дренируемых почвогрунтов $K_{\phi i}$

Для этого в фазу спада дренажного стока в последний осенний цикл действия дренажа перед установлением устойчивого снежного покрова, когда испарение с поверхности почвы близко к нулю, проводят не реже одного раза в сутки наблюдения за h_{oi} , h_i и q_i , устанавливая значения $K_{\phi i}$ по формуле

$$K_{\phi i} = f(q_i, E, h_d, T, h_i, h_{oi}) \quad (6)$$

и изменения коэффициента фильтрации с возрастом дренажа путем составления для подпахотных горизонтов почвенного профиля эмпирической зависимости

$$K = q_{hi} / q_{h2} = m (h)^{(-\mu)}, \quad (7)$$

где K – коэффициент, характеризующий изменение приточности воды к дренам по подпахотным горизонтам почвенного профиля при расстоянии между дренами, равном E , и изменение $K_{\phi i}$ в слое h над дном траншеи дрены за период от начала 2-го до конца i -ого года возраста дренажа ($i \geq 2$); первый год после строительства

дренажа – год стабилизации свойств почвогрунтов, нарушенных при проведении строительных работ; m и μ – эмпирические коэффициенты.

Скважины имеют диаметр, равный диаметру дрен, и обсажены они трубками, обернутыми защитно-фильтрующим материалом. Верхний срез пьезометра и скважины, отверстия в которых закрывают пробками с куском проволоки длиной 0,7-1,0 м, размещают на глубине 0,35-0,4 м от поверхности почвы, а на период наблюдений за уровнем вод верх скважин и пьезометров отрывают от почвы и снимают пробки. Глубина пьезометров равна глубине дрены, а глубина скважин на 15-20 см больше глубины дрены.

Для замера уровней вод в скважинах и пьезометрах используют и самописцы уровней, а для замера дренажного стока в устье дренажной системы – и самописцы стока. Для каждого i -ого года используют одну и ту же расчетную формулу для определения $K_{\phi i}$. На основании полученных данных разрабатывают меры по улучшению действия дренажа и использования дренируемых почвогрунтов, а также по совершенствованию проектирования, строительства и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах.

Учитывая неустановившийся режим работы дренажа, изменение k_{ϕ} в течение года, явление гистерезиса зависимости $q = f(h)$, колебания давления почвенного воздуха, вызываемых главным образом колебаниями температуры, замеры q , h и h_0 и вычисление сопоставимых значений k_{ϕ} осуществляют для фазы спада дренажного стока в последний осенний цикл действия дренажа перед установлением устойчивого снежного покрова, когда испарение с поверхности почвы близко к нулю.

Размещение верха пьезометров и скважин на 35-40 см ниже поверхности почвы не мешает проведению сельскохозяйственных работ в течение многолетнего периода. Почва над верхом пьезометров и скважин снимается только в последний осенний цикл действия дренажа, а после проведения замеров уровней верховодки и почвенно-грунтовых вод и уровней воды в дренах возвращается на прежнее место.

На основании полученных данных разрабатывают меры по улучшению действия дренажа и использования дренируемых почвогрунтов, а также по совершен-

ствованию проектирования, строительства и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах.

Рассматриваемый метод контроля работы дренажной системы включает следующие операции:

- строительство дренажной системы;
- установление для построенной дренажной системы исполненного расстояния между дренами E и глубины их заложения h_d , глубины залегания водоупора T относительно дна траншеи дрены, площади внутреннего (дренажного) водосбора F и полного наименования фоновой почвы, занимающей не менее 80% ее площади;
- разметку наблюдательных створов, устройство скважин и пьезометров;
- привязку к реперу высотного положения дрен, закрытого коллектора, низа и верха скважин и пьезометров и поверхности почвы;
- непосредственно перед последним осенним циклом действия дренажа: оборудование устья дренажной системы для наблюдений за дренажным стоком в предзимний период и установка самописцев дренажного стока, отрывка верха скважин и пьезометров от почвы и снятие пробок из них, установка самописцев уровня воды в скважинах и пьезометрах;
- измерение хода во времени дренажного стока, уровня верховодки и почвенно-грунтовых вод в междренье и уровня воды в дрене в фазу спада дренажного стока в последний осенний цикл действия закрытого дренажа перед образованием устойчивого снежного покрова;
- установку пробок и засыпку верха пьезометров и скважин ранее снятой почвой;
- вычисление модуля дренажного стока q_i и соответствующих ему напора над дном траншеи в междренье h_i и в дрене h_{oi} , расчет величины сопоставимых значений коэффициента фильтрации $k_{\phi i}$ по формуле (6);
- установление изменения коэффициента фильтрации почвогрунта с возрастом дренажа по глубине почвенного профиля путем составления эмпирической зависимости, приведенной в общем виде в формуле (7), и на основе полученных данных –

разработку и реализацию системы мер, направленных на улучшение гидрологического действия дренажа и использование дренируемых почв;

- использование полученных на фоновой почве данных об изменении коэффициента фильтрации с возрастом дренажа при проектировании, строительстве и эксплуатации дренажных систем и использовании дренируемых почв на объектах аналогах.

Пример конкретного применения метода.

Проведен контроль работы дренажной системы на объекте «Поджариха» в Тверской области. Осуществлено это и путем оценки изменения осредненного коэффициента фильтрации подпахотных горизонтов почвенного профиля за 39-летний период действия закрытого гончарного дренажа. При этом выполнен в полном объеме перечень приведенных выше операций, расчет значений K_f проведен по формуле (6), представленной в виде формулы (5), полученной путем преобразования формулы (1) С.Ф. Аверьянова.

Фоновая почва на рассматриваемой дренажной системе, занимающая 90% ее площади, дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая на морене, с глубины 0,8м – карбонатная. Уклон поверхности почвы – 0,003, тип водного питания – атмосферный.

Дренаж на объекте «Поджариха» построен в 1969 году. Первый год после строительства дренажа – год стабилизации свойств почвогрунтов, нарушенных при проведении строительных работ. Водопроницаемость моренного почвогрунта повышалась с возрастом дренажа. За 38-летний период его работы (1970-2008 гг.) приточность воды к дренам через подпахотные горизонты при водосборной площади дренажной системы 3,6 га, расположении дрен на водоупоре, расстоянии между дренами 10м и глубине их заложения 1,0м, в соответствии с формулой (7), увеличилась в K раз:

$$K = q_{h08} / q_{h70} = 3,7 (h)^{-0,26}, \quad (8)$$

где

$$7 \text{ см} \leq h \leq 65 \text{ см}. \quad (9)$$

При соблюдении правил эксплуатации дренажная система в течение 1969-2014 гг. обеспечивала требуемую интенсивность осушения, а осредненный коэффи-

циент фильтрации почвогрунтов подпахотных горизонтов в слое 7-65 см над дном траншеи дрены (объем опробования почвогрунта $V = 20790 \text{ м}^3$) повышался в среднем за 38 лет на 4,14 % в год. Несколько большей эта величина была в более глубоких слоях почвогрунта: в слое 7-45 см ($V = 13620 \text{ м}^3$) она составила 4,47%, а в слое 7-15 см ($V = 2860 \text{ м}^3$) – 5,43% в год. Объясняется это карбонатностью морены с глубины 0,8 м и сгущением линий тока при приближении к дрене, что оказывает положительное влияние на ее водопримную способность.

Таким образом, существенных изменений вносить в использование почв на рассматриваемом объекте нет необходимости. Как и в течение предшествующих 39 лет, неукоснительно соблюдая правила эксплуатации дренажной системы, дренаж необходимо дополнять агро-мелиоративными мероприятиями, направленными на ускорение поверхностного стока. Полученные данные о вторичных изменениях свойств дерново-подзолистых легкосуглинистых глееватых на морене (с глубины 0,8 м карбонатной) почвогрунтов следует учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах.

2. МЕТОД И КРИТЕРИИ МОНИТОРИНГА, ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО ДРЕНАЖА НА КАТЕНЕ

Метод относится к осушительным системам Нечерноземной зоны РФ. Результаты его реализации могут быть применены для улучшения действия дренажа и повышения эффективности использования дренируемых минеральных почвогрунтов, а также при совершенствовании проектирования, строительства, реконструкции, ремонта и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах (патент № 2485246).

Полевые наблюдения за действием осушительной системы проводят с целью разрешения широкого круга проблем.

Некоторые из них следующие:

- обоснование необходимости и оценка эффективности проведения агротехнических и почвенно-мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение действия осушительных систем;

- установление для изучаемых почвенно-климатических и хозяйственных условий оптимальных параметров регулирующей сети;
- уточнение общепринятых норм использования осушаемых почв, проектирования, строительства и эксплуатации осушительных систем.

Правильность выводов, полученных в результате наблюдений, зависит от соблюдения целого ряда методических требований, нарушение которых может привести к тому, что, например, уже на первой стадии внедрения, при широкой производственной проверке, предлагаемые новые методы, способы и приемы не дадут ожидаемого эффекта.

Сущность катены и ее роль для эколого-мелиоративной оценки почв, осушения почвогрунтов и применения противоэрозионных мер следует из докучаевского учения о почвах. Катена – это не просто ряд или цепочка сопряженных почв на разных уровнях рельефа, а природное тело, занимающее определенный объем. Катена позволяет раскрыть эколого-мелиоративный потенциал мелиорируемых почв и отразить генетическую взаимосвязь компонентов цепи только при рассмотрении ее в целом как природного тела, обладающего объемом. При этом принимают во внимание то, что в условиях гумидных ландшафтов и катены различают уровни верховодки, почвенно-грунтовых (УПГВ) и грунтовых (УГВ) вод. Грунтовыми водами называют такие подземные воды, которые приурочены к водоносным горизонтам и, в сравнении с уровнями верховодки и почвенно-грунтовых вод, обычно характеризуются незначительными колебаниями уровней в течение гидрологического года.

Они образуют первый от поверхности почвы **постоянный** водоносный горизонт. Этими водами переувлажняются обычно почвы, расположенные только в нижней части катены. Верховодка и почвенно-грунтовые воды, особенно верховодка, носят временный характер. Для них характерна сезонная цикличность. Переувлажнение почв во время снеготаяния, их оттаивания и выпадения обильных осадков сменяется падением уровня верховодки и УПГВ в засушливые периоды. При этом возможно даже полное исчезновение и УПГВ. Верховодка и почвенно-грунтовые

воды в основном и обуславливают действие осушительной системы на катене при атмосферном водном питании.

Известно много методов контроля работы дренажных систем. Часть из них представлена в следующих литературных источниках: в научно-исследовательских организациях используют Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям, в частности в СевНИИГиМ – Методические указания по постановке и проведению опытов на осушительных системах, а в производственных организациях – Справочник по эксплуатации мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР, известны и опубликованные патенты (А. с. SU 1341333 А1, Кл. Е 02 В 11/00, 1987; Патент RU 2277148 С1, Кл. Е 02 В 11/00, 2006).

Наиболее близким аналогом рассматриваемого метода является метод, изложенный Ц.Н. Шкинким в источнике. Метод включает разметку наблюдательного створа, устройство в створе скважин для наблюдений за уровнем почвенно-грунтовых вод в междренье, проведение наблюдений за уровнем почвенно-грунтовых вод, анализ полученных данных и сравнение их с допустимыми значениями. При этом скважины размещают **симметрично** относительно дрена, по 5-9 штук между ними, но на разных расстояниях друг от друга. Первую скважину располагают непосредственно у дрена, вторую – независимо от расстояния между дренами Е и числа скважин в створе на расстоянии одного метра, третью, четвертую и пятую – примерно на расстояниях $(1/8-1/7)E$, $1/4 E$ и $1/2 E$ соответственно при 9 скважинах в створе или $1/4 E$ и $1/2 E$ при 7 скважинах в створе. Такое размещение скважин в створе позволяет точно установить режим уровней почвенно-грунтовых вод в междренье и форму кривой депрессии.

Недостатком известных методов контроля работы дренажа, его мониторинга, является то, что они не учитывают асимметричность кривой депрессии между поперечными дренами на катене. При осушении поперечными дренами склоновых земель симметрия кривой депрессии (рис.1) нарушается и становится асимметричной (рис.2). Использование известных методов не позволяет точно установить фактическую норму осушения склоновых земель. Различие в полученных данных особенно

велико при уклоне поверхности почвы i , большем $5^0/00$. В связи с этим важным критерием комплексной оценки состояния дренажной системы также является симметрия кривой депрессии.

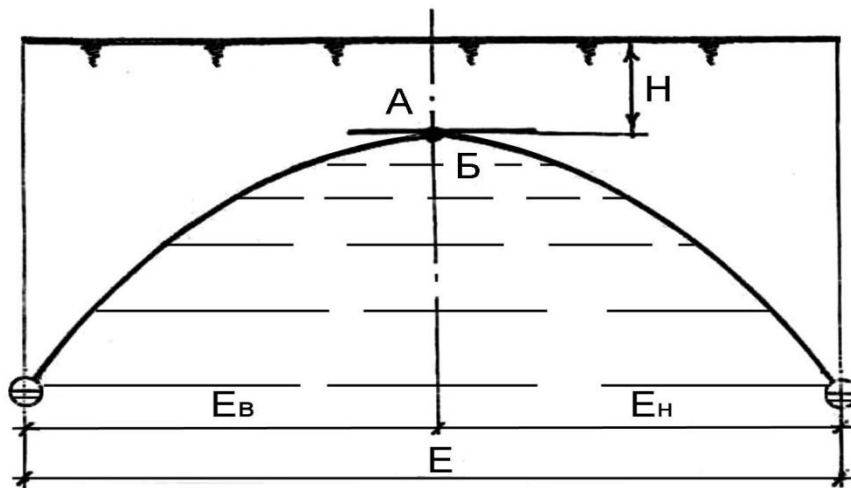


Рис. 1. Симметричная кривая депрессии

Этот же недостаток присущ и методам расчета дренажа. Так, известно утверждение, что при осушении сравнительно водопроницаемых почв горизонтальный трубчатый дренаж рассчитывают на понижение уровня почвенно-грунтовых вод в середине полосы между дренами до нормы осушения.

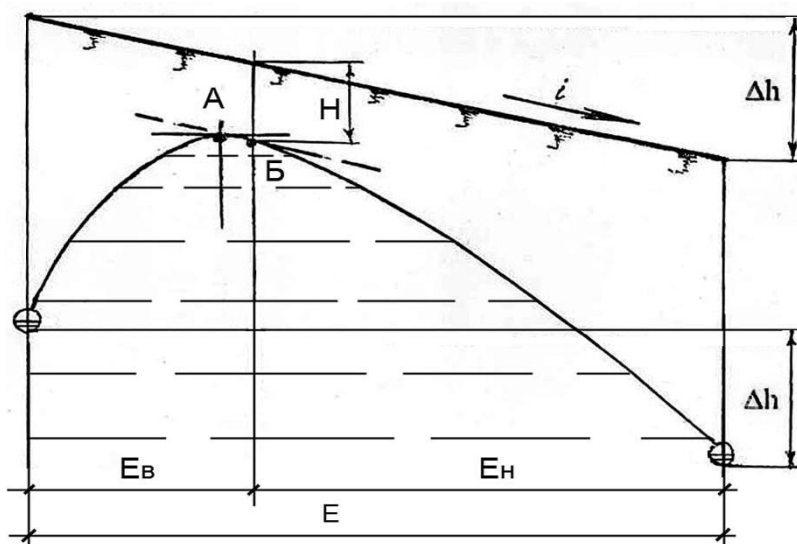


Рис. 2. Кривая депрессии при поперечном дренаже и уклоне поверхности почвы $\geq 5^0/00$

Задача, решаемая разработанным нами методом, заключается в повышении достоверности контроля работы поперечного дренажа на катене в условиях атмосферного водного питания.

Технический результат, получаемый от решения поставленной задачи, заключается в более точной оценке соответствия поперечных дрен предъявляемым требованиям, в совершенствовании проектирования, строительства, реконструкции, ремонта и эксплуатации дренажных систем на объектах-аналогах, а в конечном итоге – в улучшении действия дренажа и повышении эффективности использования дренируемых минеральных почвогрунтов катены.

Предъявляемые требования к дренам заключаются в своевременном понижении уровня почвенно-грунтовых вод и обеспечении ими требуемой нормы осушения, которая изменяется во времени по сельскохозяйственным культурам и фазам их развития.

Таким образом, уровень почвенно-грунтовых вод (УПГВ) – один из значимых критериев комплексной оценки состояния дренажной системы.

Различают предпосевные (для периода весенней обработки почвы), посевные и нормы осушения в течение вегетационного периода и периода уборки урожая .

Поставленная задача решена тем, что метод контроля работы поперечных дрен на катене включает определение своевременности понижения ими уровня почвенно-грунтовых вод и обеспечения требуемой нормы осушения на основе замеров положения кривой депрессии в междренье по установленным скважинам, число которых принимают с учетом задачи, решаемой в каждом конкретном случае, а расстояние между скважинами назначают в зависимости от расстояния между дренами E , при этом первую и последнюю скважины в междренье устанавливают в траншее, в которую уложены дрены, а вторую и предпоследнюю – в одном метре от дрен.

Остальные скважины размещают с учетом асимметричности кривой депрессии между поперечными дренами, определяя расстояние E_v от вертикали в точке на кривой депрессии с касательной к ней, параллельной поверхности почвы, в которой

имеет место минимальная норма осушения – максимальное приближение уровня почвенно-грунтовых вод к поверхности почвы, до верхней дрены по формуле

$$E_v = \lambda E, \quad (10)$$

а расстояние E_n от вертикали до нижней дрены по формуле

$$E_n = E - E_v. \quad (11)$$

Диаметр каждой скважины принимают равным диаметру дрен, устраивая третью, четвертую и пятую скважины на расстояниях от верхней дрены, равных $\frac{1}{2} E_v$, $(E_v - 0,06E)$ и E_v соответственно, а шестую и седьмую скважины, при девяти скважинах в междренье для изучения формы кривой депрессии – на расстояниях от нижней дрены, равных $(E_n - 0,06E)$ и $\frac{1}{2} E_n$ соответственно. Если скважины предназначены только для контроля водоотводящей способности дрен и установления нормы осушения, обеспечиваемой рассматриваемым E , третью и седьмую скважины можно не устраивать. Значение коэффициента λ определяют по эмпирической формуле

$$\lambda = 1 / (2,765 - 0,026 M + 0,036 i), \quad (12)$$

где M – содержание в дренируемом почвогрунте физической глины – частиц диаметром менее 0,01 мм, % по массе; $5 \leq M \leq 55$;

i – уклон поверхности почвы, ‰; $5 \leq i \leq 50$;

В случае если окажется, что в условиях, близким к граничным, по расчету $\lambda > 0,5$, то принимают $\lambda = 0,5$.

С целью сокращения расчетов значение коэффициента λ может быть определено и по номограмме, приведенной на рис.3.

При анализе вышеизложенного следует учитывать, что рассмотрен случай, соответствующий действующим техническим условиям: поперечные дрены устраивают при атмосферном водном питании и уклоне поверхности почвы $i \geq 5$ ‰.

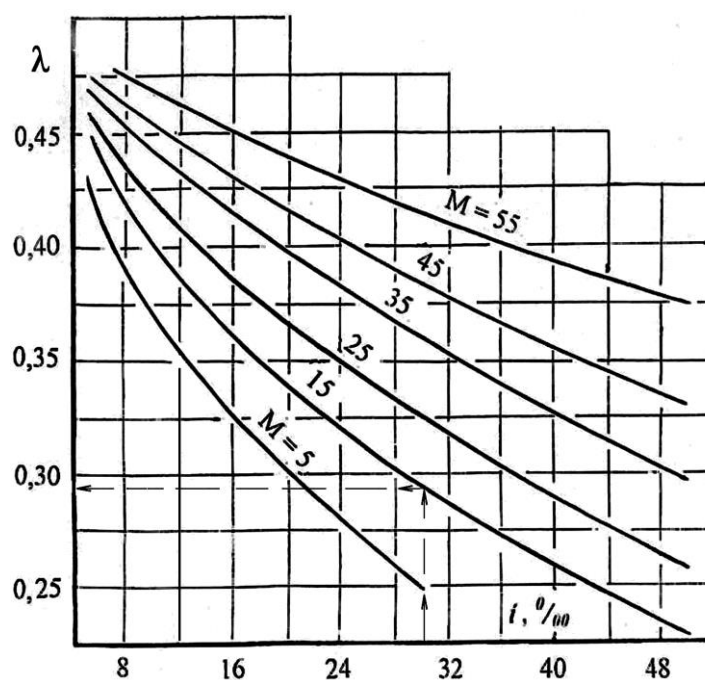


Рис. 3. Зависимость $\lambda = f(i, M)$.

Пояснение к изложенному новому методу приведено на рис. 1 и рис. 2, на которых: E – расстояние между дренами, H – норма осушения, i – уклон поверхности почвы, Δh – разница в отметках дна верхней и нижней по склону дрена при одинаковой глубине их заложения относительно поверхности почвы, E_B – расстояние от верхней дрены до вертикали в точке Б на кривой депрессии, в которой имеет место минимальная норма осушения – максимальное приближение уровня почвенно-грунтовых вод к поверхности почвы, E_H – то же от нижней дрены.

Максимальный подъем симметричной кривой депрессии и наиболее близкое ее положение к поверхности почвы имеет место в середине междренной полосы (рис.1). При этом водораздельная точка А, принадлежащая кривой депрессии и горизонтальной касательной к ней, совпадает с точкой Б, принадлежащей кривой депрессии и касательной к ней, параллельной поверхности почвы, а $E_B = E_H$.

При асимметричной кривой депрессии, имеющей место при поперечном размещении дрена на склоне, наиболее близкое ее положение к поверхности почвы смещается ближе к верхней по склону дрене (рис.2), а точки А и Б занимают разное положение на кривой депрессии. При этом приток воды к нижней дрене возрастает.

Разработанный метод размещения скважин и контроля работы поперечных дрен на катене включает следующие операции:

- строительство дренажной системы;
- установление для построенной дренажной системы исполненного расстояния между дренами E и глубины их заложения, уклона поверхности почвы i и содержания в дренируемом почвогрунте физической глины M ;
- разметку наблюдательных створов, определение значений λ , E_v , E_n и расстояний между скважинами в междренье;
- перенос местоположения скважин в натуру и их устройство;
- нивелирование в наблюдательных створах отметок верха и дна скважин, дна траншеи дрен и поверхности почвы, вычисление превышения верха скважин над поверхностью почвы;
- измерение хода во времени уровня почвенно-грунтовых вод относительно верха скважин;
- вычисление глубины стояния уровня почвенно-грунтовых вод относительно поверхности почвы;
- вычерчивание кривой депрессии по срокам наблюдений, уточнение положения точки B на кривой депрессии и соответствующей этой точке нормы осушения;
- анализ полученных данных, установление соответствия уровней почвенно-грунтовых вод в междренье предъявляемым требованиям;
- разработка и реализация системы мер, направленных на улучшение гидрологического действия дренажа и использование дренируемых почв (в случае необходимости);
- использование полученных данных при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и эксплуатации дренажных систем и использовании дренируемых почв на объектах-аналогах.

Пример. Осушается закрытым дренажем с расстоянием между дренами, равным 20 м ($E = 20$ м), супесчаный почвогрунт ($M = 15\%$) с уклоном поверхности почвы $i = 30\text{‰}$. Установить значения E_v и E_n и разработать проекты (схемы) размещения скважин в междренье для решения двух задач:

- изучения формы кривой депрессии;
- контроля водоотводящей способности дрен и установления нормы осушения, обеспечиваемой рассматриваемым $E = 20$ м.

По формуле (12) при заданных $M=15$ и $i=30$ находим, что $\lambda = 0,296$, тогда по формуле (10) $E_B = 0,296 \times 20 = 5,9$ м, а по формуле (11) $E_H = 20 - 5,9 = 14,1$ м.

Разработанная схема размещения скважин в междуренье для изучения формы кривой депрессии приведена на рис.4, на которой: а – верхняя дрена, б – нижняя дрена, в – скважины для замера уровня почвенно-грунтовых вод, 1-9 – номера скважин. При использовании скважин только для контроля водоотводящей способности дрен и установления нормы осушения, обеспечиваемой рассматриваемым $E = 20$ м, третью и седьмую скважины можно не устраивать. Для решения данной задачи достаточно семи скважин.

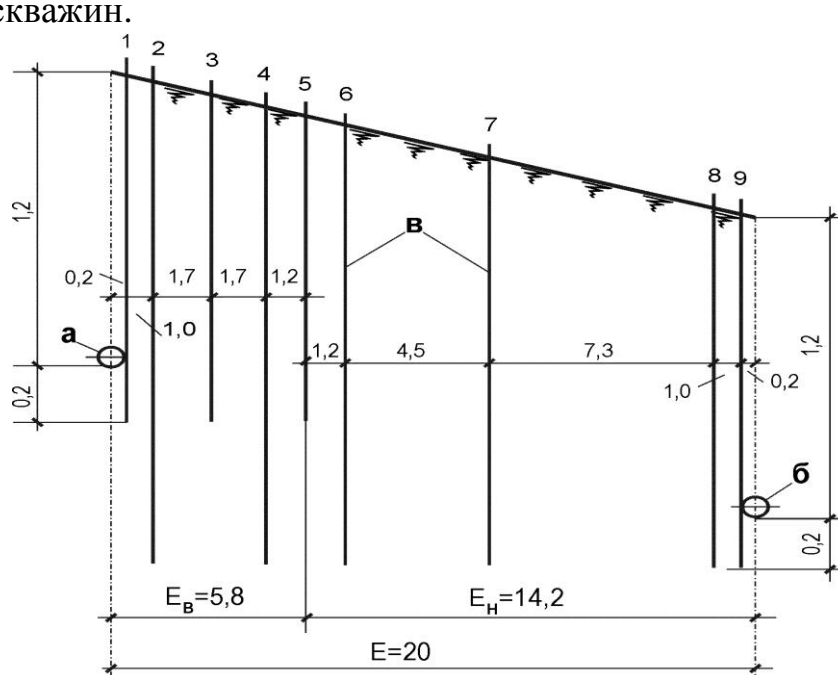


Рис.4. Размещение скважин в междуренье:

а – верхняя дрена, б – нижняя дрена, в – скважины для замера УПГВ,
1-9 – номера скважин

Данный метод апробирован на 6 объектах в Опытном-производственном хозяйстве Карельской опытно-мелиоративной станции и на 7 объектах Тверской области («Поджариха», «Греблево», «Некрасово», «Вяхирево», «Головинские горки», «Бухарино» и «Марьино»), почвы которых расположены на катене и осушаются закрытым дре-

нажем. Полученные при этом данные использованы при разработке эмпирической формулы (12).

Данный метод составлен в дополнение к действующим ГОСТам и другим нормативным документам, регламентирующим методику и качество наблюдений за уровнем верховодки и УПГВ при осушении почв. Причем дополнение разработано как для открытого, так и закрытого поперечного дренажа на катене. При этом закрытый поперечный дренаж при атмосферном водном питании устраивают, как правило, при уклоне поверхности почвы, большем $5^0/00$.

При разработке данного предложения учтены результаты теоретических исследований и практические предложения Сен-Венана (1849), Гергардта (1924), А.Н. Костякова, А.А. Роде (1950, 1955), Х.А. Писарькова (1958), С.Ф. Аверьянова (1961), А. Бальчюнаса и А. Лукянаса (1967, 1968, 1975), Ц.Н. Шкинкиса (1974, 1981) и А. А. Ксензова (1964, 1969, 1971, 1974, 1981, 2006, 2011) о влиянии уклона поверхности почвы на расстояние между осушителями, а также результаты полевых исследований в течение 1963-2011 гг. на объектах, перечисленных выше, на которых проводились натурные испытания закрытых и открытых осушителей.

При этом в дополнение к вышеизложенному необходимо заметить, что по А.Н. Костякову «Вельдике в Прибалтийске определял расстояние между осушителями главным образом в зависимости от уклона графически».

Мониторинг работы дренажа включает оценку его водоотводящей способности, установление своевременности понижения уровня верховодки и УПГВ, обеспечения требуемых темпа сброса поверхностных вод и верховодки из пахотного слоя (гумусового горизонта), нормы осушения на основе замеров положения кривой депрессии в междренье по установленным скважинам. Полученные данные служат основой для оценки действия осушительных систем в Нечерноземной зоне РФ.

Несмотря на то, что эти наблюдения просты и легко осуществляются технически, они требуют соблюдения определенных правил и большого внимания к особенностям изучаемого массива, включающим уклон поверхности почвы, литологию почвогрунтов и характер водного питания, глубину заложения дрен и расстояния между

ними, и которые необходимо учитывать при размещении, выборе конструкции, строительстве и оборудовании наблюдательных скважин и организации наблюдений.

Предложенное размещение скважин позволяет достоверно и точно осуществить контроль (мониторинг) работы поперечных дрен на катене: установить режим уровней верховодки и почвенно-грунтовых вод в междренье, фактическую скорость подъема и понижения уровней, норму осушения, форму кривой депрессии на катене при поперечном дренаже, а также установить, обеспечивают ли дрены или закрытые собиратели своевременное отведение поступающих в них почвенно-грунтовых вод. Это является основанием для проектирования, строительства, реконструкции, ремонта и эксплуатации надежных в работе дренажных систем на катене, обеспечивающих получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур в течение срока службы дренажа.

3. МЕТОД И КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С УЗКОЗАГОННОЙ ВСПАШКОЙ ДРЕНИРУЕМЫХ ПОЧВ

Метод и критерии относятся к комплексной мелиорации земель в гумидной зоне и могут быть применены как при осушении земель закрытым дренажем, так и в процессе сельскохозяйственного использования дренируемых почв.

В настоящее время на землях, осушаемых закрытым дренажем, применяется, как правило, экономически обоснованный, разреженный в 2-3 раза и более против нормативного, дренаж, дополняемый в процессе использования земель (с целью получения гарантированной урожайности сельскохозяйственных культур) агромелиоративными мероприятиями. Есть основание отметить, что первая работа по этой проблеме выполнена в СевНИИГиМ (Основные указания по борьбе с вымочками на полях, огородах, лугах и пастбищах / Карелин Т.И., Ключников Б.В., Писарьков Х.А., Турнас П.А.; Под ред. Б.Г. Гейтмана. - Л.: СевНИИГиМ, 1936. - 40 с.). В дальнейшем научно-исследовательские работы по этой проблеме продолжили Н.И. Смирнов, Н.С. Губарь, В.А. Розин, И.М. Кривоносов, А.И. Клишко, И.М. Нестеренко, А.В. Снигирева, Т.И. Даишев, А.А. Ксензов и др. В итоге были разработаны

нормативы дренирования почв разреженным дренажем в сочетании с агромелиоративными мероприятиями.

В настоящее время в качестве агромелиоративных мероприятий, ускоряющих отвод поверхностных вод, на практике используют в основном только узкозагонную вспашку – вспашку всвал загонами, шириной, в зависимости от конкретных условий, равной 10-30м. При такой вспашке поле покрывается сетью свальных гребней и разъемных борозд, отводящих избыточную воду.

Вдоль открытых проводящих каналов прокладывают водоприемные борозды, принимающие воду из разъемных (водоотводных) борозд узкозагонной вспашки. После завершения вспашки разъемные борозды прочищают и углубляют до 30-35 см. Глубина водоприемной борозды на 5-7 см больше. Обязательным условием является расчистка мест пересечения борозд вручную.

Из водоприемных борозд вода сбрасывается в открытый канал, имеющий глубину от 1,5 до 2,5 и более метров.

В площадь земель под открытым каналом включают и площади, отводимые под прибрежные водоохранные полосы задернения (статья 65 п. 9 и п. 17 Федерального закона № 74 «Водный кодекс РФ» от 03.07.2006 г. [96]). Осуществляют это в соответствии с Нормами (СН 474-75) отвода земель для мелиоративных каналов: вдоль каналов осушительной сети предусматриваются полосы отвода шириной 1,0 м от бровки.

Положение о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации (№ 1404 от 24 ноября 1996 г.). В границах прибрежных защитных полос, совпадающих с полосами отвода таких каналов, запрещается распашка земель, выпас сельскохозяйственных животных и др. (ФЗ № 74 от 03.07.2006 г., статья 65, п. 17).

Полоса поля, примыкающая к открытому каналу, размещаемому, как правило, по понижению рельефа, является разворотной для сельскохозяйственной техники, с применением которой осуществляют узкозагонную вспашку почвы и ведут другие работы. В результате многократного прохода техники по одному и тому же месту

почвогрунты на этой полосе, размещаемой, как правило, на разровненном кавальере, подвергаются сильному уплотнению, что приводит к снижению впитывания воды в почву, возрастанию поверхностного стока и снижению урожайности культур.

Нужно еще раз подчеркнуть, что положение усугубляется еще и тем, что разворотная полоса расположена, как отмечено выше, на полосе разровненного кавальера, образуемого при отрыве профиля открытого канала. Почва на полосе разровненного кавальера перемешана с грунтом, вынутым из канала. Плодородие ее резко снижено. Естественно, что она подвержена и более сильному уплотнению.

При выпадении осадков или таянии снега вода, поступая с площади поля в разъемные борозды, затем течет в водоприемные борозды. По мере наполнения водоприемной борозды вода, фильтруясь, в том числе и по гумусовому горизонту (пахотному слою), насыщает почвогрунты прибрежной полосы и откоса канала. Это приводит как к увеличению скоростей фильтрации, так и к возникновению больших у фильтрационного потока, превышающих допустимые градиенты. Поверхностные воды, размывая прибрежную полосу, смывают почвогрунты с откоса в канал, а воды, фильтрующиеся на откос канала, уменьшают его устойчивость, и, как показывает практика, вызывают оплывание и сползание почвогрунтов откоса, а также выпирание на откос прослоев водонасыщенного песка.

При разрушении откосов, наряду с поверхностной водой и гидродинамическим давлением, большое значение имеют явления промерзания и оттаивания почвогрунтов откосов. В предзимний период, особенно при промерзании насыщенных водой почвогрунтов откоса, в них образуются прослойки льда (по данным И.М. Нестеренко толщиной до 10 см), что усиливает текучесть почвогрунтов откоса по этим прослойкам при оттаивании льда весной.

Попавшие в канал почвогрунты уносятся дальше водным потоком в магистральный канал, малую реку и т. д., вызывая заиление их русел. Естественно, что при этом нарушаются требования Водного кодекса Российской Федерации.

Задача, решаемая в разработанном методе (патент № 2385990), заключается в

выполнении требований охраны природы, предъявляемых ФЗ РФ №74 от 03.07.2006 г., и направлена на сохранность в рабочем состоянии прибрежной водоохранной полосы задержания, на повышение скорости впитывания воды в почву на разворотной полосе, на повышение устойчивости откоса открытых осушительных каналов и урожайности сельскохозяйственных культур на разворотной полосе.

В выполненной работе предлагается с целью не допустить насыщение прибрежной водоохранной полосы задержания и откоса канала поверхностной водой, притекающей с полей, а также повышение скорости снижения уровня почвенно-грунтовых вод, и тем самым обеспечить повышение урожайности сельскохозяйственных культур на разворотной полосе, было предложено в вышеописанный (известный) метод устройства осушительной системы при узкозагонной вспашке дренируемых почв внести изменения. Этот метод включает прокладку водоотводных борозд в местах понижения и сопряжения их с разъемными бороздами и водоприемной бороздой, расположенной вдоль открытого канала, включающего прибрежную водоохранную полосу задержания (с возможностью сброса в канал отведенной с поля воды). В разработанном нами варианте предлагается следующее:

- между прибрежной водоохранной полосой задержания и водоприемной бороздой на разровненном кавальере размещать разворотную полосу узкозагонной вспашки шириной, равной половине ширины загона;

- распахивать ее вдоль открытого канала вразвал, совмещая разъемную и водоприемную борозды;

- далее проводить эксплуатационное рыхление вспаханной разворотной полосы на глубину до 45 см с одновременным внесением в почву повышенных доз органических удобрений.

При этом во избежание уплотнения прорыхленной почвы эксплуатационное рыхление должно быть одной из последних операций при работе сельскохозяйственной техники.

На рис. 5 представлена схема размещения водоприемной борозды

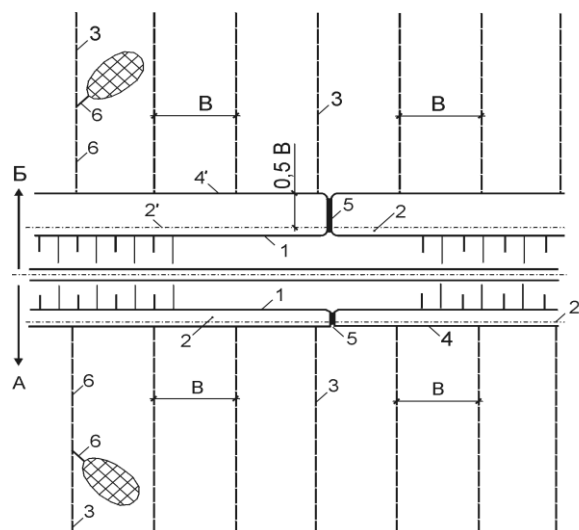


Рис. 5 *Схема размещения водоприемной борозды по существующему положению (А) и внесенному предложению (Б):*

1 – бровка откоса открытого канала; 2 – прибрежная водоохранная полоса задержания, 2' – ее граница с полем; 3 – разъемные борозды; 4 – водоприемная борозда по существующему положению, 4' – то же по разработанному нами методу; 5 – сброс воды, приуроченный к местному понижению рельефа, из водоприемной борозды в канал; 6 – выводная борозда, отводящая воду из замкнутого понижения и разъемной борозды в водоприемную борозду; В – ширина загона узкозагонной вспашки, м.

Разработанный метод направлен на повышение устойчивости откоса открытых каналов, разуплотнение почвогрунтов, снижение поверхностного стока на разворотной полосе и повышение на ней урожайности сельскохозяйственных культур, предотвращение размыва прибрежной полосы задержания, оплывания и сползания почвогрунтов откосов канала.

Его внедрение позволит увеличить межремонтные сроки каналов, сократить затраты на их эксплуатацию, повысить урожайность сельскохозяйственных культур на разворотной полосе, обеспечит выполнение требований Водного кодекса РФ [96], сделает возможным значительно снизить или предотвратить полностью вынос почвогрунтов в водоприемник и его загрязнение.

Таким образом, критериями комплексной оценки состояния дренажной системы в этом методе являются следующие показатели - устойчивость откоса открытых каналов, разуплотнение почвогрунтов, снижение поверхностного стока на разворот-

ной полосе, предотвращение размыва прибрежной полосы задернения, оплывания и сползания почвогрунтов откосов канала.

В современных условиях (в связи с переходом на рыночные отношения) в корне изменились требования к эксплуатации мелиоративных систем – в первую очередь требуется обеспечение экологической безопасности при их функционировании. Эффективное использование мелиорируемых земель должно быть направлено и на применение мер, исключающих или ослабляющих отрицательное воздействие на окружающую среду, обеспечивающих создание благоприятной экологической обстановки, в том числе на границе различных землепользователей (землевладельцев). На это, прежде всего, и направлен этот метод, прошедший производственную проверку на площади более 1000 га.

4. МЕТОД И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ЭРОЗИИ ЗАСЫПКИ ЗАКРЫТОГО СОБИРАТЕЛЯ

Методы и критерии оценки состояния техногенной эрозии засыпки закрытого собирателя направлены на обеспечение эффективных технологий сельскохозяйственного использования дренируемых тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов в Нечерноземной зоне РФ.

Известно, что глубокое рыхление-кротование тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов проводят только на фоне их осушения закрытым трубчатым дренажем. При этом осушение тяжелых слабоводопроницаемых почв заключается в отводе поверхностных вод через засыпку дренажной траншеи в закрытый собиратель. Через засыпку отводится в дренажную трубу и вода верховодки, поступающая в нее из пахотного слоя и по его плужной подошве, и вода из разрыхленного слоя почвогрунта и кротовин.

Используется метод осушения тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов закрытыми разреженными дренами – закрытыми собирателями в сочетании с агро-мелиоративными мероприятиями. Известен также в Латвии метод осушения тяжелых слабоводопроницаемых почв комбинированным дренажем, включающим соче-

тание трубчатых дрен с кротовым дренажем или кротованием при фильтрующей засыпке дренажных траншей.

Установлено, что засыпку траншей при устройстве закрытых собирателей следует производить ранее вынутым грунтом с обязательной добавкой 30-35% гумусированного грунта. При наличии на месте строительства фильтрующих материалов (песчано-гравийные смеси, крупнозернистый песок, гравий, щебень, шлак и другие) засыпку траншей следует осуществлять этими материалами. Известен способ осушения тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов, включающий закладку закрытого коллектора и дрен, а также проведение глубокого рыхления почвогрунта под углом 60-90° к направлению дрен.

В качестве мер по повышению эффективности осушения закрытыми собирателями, устроенными с фильтрующей засыпкой, предлагают проведение глубокого рыхления или кротования в направлении пересечения с засыпкой. При этом фильтрующая засыпка должна сохранять расчетную водопроницаемость в течение нормативного срока службы закрытого собирателя.

В Беларуси широко применяется для осушения слабоводопроницаемых глинистых и суглинистых почвогрунтов с атмосферным водным питанием горизонтальный трубчатый дренаж в сочетании с кротованием и засыпкой траншеи фильтрующим материалом, закрытых собирателей и узкотраншейного дренажа с фильтрующей засыпкой.

Известно применение кротования почв в ФРГ и его подключение к трубчатому дренажу посредством хорошо фильтрующего слоя из гравия и других водопроницаемых материалов, засыпаемых в дренажную траншею.

В соответствии со СНиП 2.06.03-85 (п. 3.57) кротование и глубокое рыхление почв предусматривают под углом 60-90° по отношению к регулирующей сети, глубину кротовин на слабоводопроницаемых почвах принимают 0,5-0,7 м, расстояние между кротовинами – 1,0-1,5 м при их диаметре – 5-7 см.

Используется на практике также метод глубокого рыхления почвогрунтов при направлении рыхления поперек или под небольшим углом к расположению дрен.

Довольно часто в мелиорации используется способ осушения слабОВОдопроницаемых почвогрунтов бестраншейным дренажем, включающий дренажную трубу, фильтрующую засыпку дренажной щели, зоны уплотнения и рыхления почвогрунта. Широко известна конструкция закрытого собирателя, включающая трубчатую дренаж со сплошной или прерывистой фильтрующей засыпкой до пахотного слоя или поверхности почвы, применяемая при атмосферном и намывном водном питании для перехвата и отвода поверхностных вод и вод верховодки. Способы назначения срока повторного проведения глубокого рыхления почвогрунтов отражены в работах.

На практике нашел также применение способ дренирования тяжелых слабОВОдопроницаемых почвогрунтов, включающий открытый канал, закрытый коллектор, разреженные параллельные дренажи и закрытые собиратели, уложенные в траншею с последующим ее заполнением ниже подошвы пахотного слоя фильтрующим материалом повышенной водопроницаемости в сравнении с естественным почвогрунтом, и периодическое глубокое рыхление-кротование почвогрунтов на глубину не менее 0,6 м под углом, близким к 90° к направлению дренажей. При этом используют рыхлители, предназначенные для глубокого полосового рыхления и полосового рыхления с одновременным кротованием или только кротования, выполняя кротовины ниже зоны рыхления.

Одним из основных параметров рыхления, наряду с глубиной, интервалом, расстоянием между полосами рыхления и его полнотой, является направление рыхления. Все приведенные выше известные методы, характеризующие современный уровень техники, не учитывают техногенную эрозию засыпки дренажной траншеи.

Под техногенной (механической, агрономической или агротехнической) эрозией понимают смещение почвы или почвогрунта почвообрабатывающими орудиями и механизмами. Первоначально, после завершения строительных работ по укладке закрытого дренажа, вертикальная ось засыпки дренажной траншеи находится в одной вертикальной плоскости с осью дренажа. При прохождении рыхлителя-кротователя почвогрунт и фильтрующий материал засыпки смещаются вперед по направлению его движения, часть фильтрующего материала засыпки замещается

разрыхленным естественным почвогрунтом, что приводит к снижению водопроницаемости засыпки над дренаем.

При многократном проведении глубокого рыхления-кротования в одном направлении фильтрующий материал засыпки может полностью сместиться из вертикальной плоскости над дренаем. Это резко ухудшит условия гидравлической связи верховодки пахотного слоя и поверхностной воды с дренаем. При этом гидрологическое действие дренажа в тяжелых слабопроницаемых почвогрунтах резко снижается – падает интенсивность отвода избыточных вод. В тоже время известно, что фильтрующая засыпка траншеи, подобранная из условия обеспечения пропускного расхода воды к закрытым дренам или закрытым собирателям в тяжелых слабопроницаемых почвогрунтах, должна сохранять расчетную водопроницаемость в течение, как минимум, нормативного срока действия закрытого дренажа.

Задача, решаемая разработанным нами новым методом (патент 2465760), заключается в сохранении фильтрующего материала засыпки в вертикальной плоскости дренажной траншеи в течение, как минимум, нормативного срока службы закрытого дренажа.

Технический результат, полученный при решении поставленной задачи, заключается в обеспечении надежного гидрологического действия закрытого дренажа в процессе его эксплуатации в условиях тяжелых слабопроницаемых почвогрунтов.

Поставленная задача решена таким образом, что в разработанном методе глубокого рыхления-кротования тяжелых слабопроницаемых почвогрунтов, осушаемых открытым каналом, закрытым коллектором, разреженными параллельными дренами и закрытыми собирателями, уложенными в траншею с последующим ее заполнением ниже подошвы пахотного слоя фильтрующим материалом повышенной водопроницаемости в сравнении с естественным почвогрунтом, включающем периодическое глубокое рыхление-кротование почвогрунтов под углом к направлению дрена, каждое последующее глубокое рыхление-кротование почвогрунтов проводят в направлении, противоположном предшествующему.

Критериями комплексной оценки состояния дренажной системы в этом методе являются способность фильтрующей засыпки сохранить расчетную водопроницаемость и обеспечить расчетную интенсивность отвода избыточных вод в условиях тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов.

Пример конкретного применения разработанного нами метода рыхления-кротования тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов.

Глубокое рыхление дренируемых тяжелых слабоводопроницаемых почвогрунтов проводилось одностоечным рыхлителем на объекте «Поджариха» в Тверской области: первое глубокое рыхление осуществлено на глубину 0,6 м, второе – через 3 года и третье – через 4 года после второго рыхления. Интервал между проводимыми рыхлениями почвогрунта увеличивали, учитывая остаточную часть его деформации. Аналогичное глубокое рыхление было проведено на объекте «Греблево».

Перед проведением глубокого рыхления осуществляли следующие операции:

- по исполнительной документации введенной в эксплуатацию дренажной системы и переданной строительной организацией землепользователю устанавливали на намеченном для проведения глубокого рыхления участке расположение в плане и глубину заложения дрен, закрытых собирателей и закрытых коллекторов;

- устанавливали направление предыдущего глубокого рыхления на дренируемом участке;

- назначали направление текущего глубокого рыхления под углом к направлению дрен и в направлении, противоположном предшествующему глубокому рыхлению;

- переносили направление текущего глубокого рыхления в натуру;

- проводили глубокое рыхление почвогрунтов на участке.

До проведения первого глубокого рыхления засыпка дренажной траншеи, имеющей ширину 50см, была выполнена на двух рассматриваемых объектах почвой пахотного слоя до плужной подошвы. Непосредственно после проведения глубокого рыхления устанавливали зону деформации засыпки траншеи почвой путем проведения раскопок.

Смещение почвогрунта и засыпки дренажной траншеи по направлению движения рыхлителя было наибольшим в зоне действия лемеха рыхлителя и достигало до половины ширины дренажной траншеи. Проведение каждого последующего рыхления в направлении, противоположном предшествующему, позволило избежать постоянного смещения почвогрунта и почвы засыпки дренажной траншеи в одну сторону и сохранить фильтрующий материал засыпки в положении, близком к вертикальной плоскости дренажной траншеи.

Разработанный новый метод глубокого рыхления-кротования тяжелых слабо-водопроницаемых почвогрунтов позволяет фильтрующей засыпке дренажной траншеи, подобранной из условия обеспечения пропускания расчетного расхода воды к дренам и закрытым собирателям, сохранить расчетную водопроницаемость и обеспечить расчетную интенсивность отвода избыточных вод. Это обеспечивает достижение ожидаемого технического результата: надежное гидрологическое действие закрытого дренажа в процессе его эксплуатации в условиях тяжелых слабо-водопроницаемых почвогрунтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданные новые научные знания будут способствовать техническому прогрессу, как в осушении почв, так и при их сельскохозяйственном использовании. Разработанные новые методы и критерии диагностики и оценки состояния осушительных систем необходимы для предупреждения появления и выявления площадей, имеющих невысокую продуктивность, установлению причин неудовлетворительного состояния осушительных систем и разработки гидромелиоративных и агро-мелиоративных мероприятий, улучшающих их состояние и обеспечивающих охрану окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по эксплуатации мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР / Коллектив авторов СевНИИГиМ; Сост. Т.И. Даишев. – Л.: Ленотделение Агропромиздата, 1987. – С. 72-85, 202-252.
2. Методические указания по постановке и проведению опытов на осушительных системах / Коллектив авторов: Э.А. Бишоф, Т.И. Даишев, Ю.А. Канцибер и др.; Утверждены научно-методическим советом СевНИИГиМ 25.06.1982 г. – Л.: СевНИИГиМ, 1983. – 104 с.
3. Мелиорация: Энцикл. справочник / Коллектив авторов; Под общ. ред. А.И. Мурашко. – Мн.: Белорус. Сов. Энцикл., 1984. – С. 138.
4. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение: Справочник / Коллектив авторов; Сост. Е.И. Кормыш; Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Ассоциация «Экост», 2001. – С. 68-70.
5. Костяков А.Н. Избранные труды. - М.: Сельхозгиз, 1961. - 808 с.
6. Розин В.А. Осушение тяжелых минеральных избыточно увлажненных земель с применением агро-мелиоративных мероприятий // Тр. СевНИИГиМ, вып. XII. – Л., 1957. – С. 71-97.
7. Кривонос И.М. Особенности дренирования слабоводопроницаемых почв. - Там же. - С. 25-69.
8. Водный кодекс РФ / ФЗ № 74 от 03.07.2006 г.
9. Руководство по проектированию осушительных и осушительно-увлажнительных систем / Утверждено приказом Главнечерноземводстроя при Минводхозе СССР № 170 от 23.03.1976 г. – М.: Главнечерноземводстрой, 1976. – 210 с.
10. Соколовская Л.Н. Осушение земель закрытым комбинированным дренажем. – М.: Колос, 1966. – С. 17, 54-61.
11. Справочник мелиоратора. – М.: Россельхозиздат, 1980. – С. 146-147.
12. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / А.А. Богушевский, А.И. Голованов и др.; Под ред. Е.С. Маркова. – М.: Колос, 1981. – С. 250-253.

13. Р. Эггельсманн. Руководство по дренажу / перевод с нем. В.Н. Горинского; Под ред. Ф.Р. Зайдельмана. – М.: Колос, 1978. – С. 78-79, рис. 32.
14. Мелиоративная энциклопедия. Том 1 / В.Т. Климков; Сост. Б.С. Маслов.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – С. 105-106.
15. Мелиоративная энциклопедия. Том 3 / В.С. Печенина, И.Ф. Юрченко; Сост. Б.С. Маслов.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – С. 188-189.
16. Смирнов А.М., Алексеева Ю.С. Глубокое рыхление тяжелых почв в Ленинградской области. – В сб.: «Осушение тяжелых почв» / Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Колос, 1981. – С. 184.
17. Черненко В.Я., Брусиловский Ш.И.. Глубокое рыхление осушаемых тяжелых почв. – М.: Колос, 1983. - С. 3, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 34, 36-44, 49-61.