

системы и наличие интерактивного режима работы способствует оперативному принятию управленческих решений. Результаты гидродинамического моделирования могут применяться для решения различных водохозяйственных задач: энергетических, экологических, защиты населения и хозяйственных объектов от катастрофических паводков. В дальнейшем планируется совершенствование расчетной гидродинамической модели и создание ЦМР для других водохранилищ волжского каскада.

#### Литература

1. Кучмент Л.С. Математическое моделирование речного стока. Л., Гидрометеиздат, 1972, 192 с.
2. Система поддержки принятия решений DSS-Wolga. Руководство пользователя. Университет Карлсруэ, 2003 г.
3. Данные по уровенному режиму и расходам воды Угличского, Рыбинского, Горьковского и Чебоксарского водохранилищ за 1996 г., 1986 г., 2000 г. Управление оперативного регулирования режимов водохозяйственных систем Министерства Природных Ресурсов РФ.

## ***МЕХАНИЗАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ***

УДК 631.626.2

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ ОРОШЕНИЯ. ПРОБЛЕМЫ. РЕШЕНИЯ**

Г.Х. Бедретдинов, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Мелиорированные земли юга России являются основным источником получения высококачественного товарного зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Урожайность сельскохозяйственных культур на таких землях становится все более зависимой от эффективности работы мелиоративных систем и, в частности коллекторно-дренажной сети, обеспечивающей отвод грунтовых вод при орошении и оптимальный водно-солевой режим в корнеобитаемом слое почвы.

Опыт показывает, что в процессе эксплуатации коллекторно-дренажной сети изменяются основные ее параметры: вследствие заиления ухудшаются водосборная и водопропускная способность, возрастают затраты на очистку и ремонт сооружений. Наряду с физическим и моральным износом на срок службы сооружений оказывают существенное влияние кризисные явления в экономике. Так, с началом реформ после 1991 г. в России произошло резкое сворачивание мелиоративных работ и сокращение государственного финансирования ремонтно-эксплуатационных работ. В результате площади мелиорируемых земель в Ростовской области за период с 1990 по 1998 гг. сократились на 23%, значительно ухудшилось состояние закрытого дренажа, а число работающих дрен сократилось вдвое (данные ЮжНИИГиМ). В Волгоградской области с 1991 по 1995 гг. площади орошаемых земель сократились на 12,8%, а площади с гори-

зонтальным дренажем – в 2,8 раза. [1]. Массовый выход из строя коллекторно-дренажных систем приводит к повсеместному повышению уровня грунтовых вод, к деградации и выводу мелиорированных земель из сельскохозяйственного оборота.

Энциклопедический справочник «Мелиорация» (изд. Белорусская Советская энциклопедия, Минск, 1984г.) определяет реконструкцию как комплекс мероприятий, направленных на повышение технического уровня действующих систем путем изменения конструкций и основных параметров сети, замены устаревших сооружений новыми, внедрение автоматизации управления водным режимом с целью повышения продуктивности мелиорируемых земель на основе новой техники, передовой технологии и роста производительности труда.

Исходя из этого, работы по реконструкции коллекторно-дренажных сетей должны базироваться на технико-экономической целесообразности, передовых научных достижениях, современном уровне технических решений и экологических требованиях. Значимость каждого из отмеченных факторов примерно одинакова, однако на орошаемых землях приоритет отдается экологическим требованиям, которые ограничивают воздействие оросительных систем на окружающую среду и поддерживают стабильность сложившегося агроландшафта [ 2 ].

Исследования последних лет показывают, что эффективность работы дренажной сети связана с совершенствованием конструкций ее элементов и технологии производства работ [ 1 ]. В то же время установлена необходимость совершенствования организации эксплуатационных работ [ 3 ].

Совершенствование конструкций коллекторно-дренажной сети связано с оптимизацией параметров основных составляющих ее элементов. Наличие существующих преимущественно открытых внутрихозяйственных, межхозяйственных и магистральных коллекторов и высокий уровень грунтовых вод требует обоснования перехода от открытых коллекторов к закрытым и исследований возможности эффективной укладки дренажа в водонасыщенные грунты.

Переход водопроводящих коллекторов из открытых на закрытые определяется достаточно широкой номенклатурой выпускаемых безнапорных труб диаметром от 400 до 2500 мм.

Необходимый диаметр коллектора может быть определен гидравлическим расчетом исходя из выражения А.Н.Костякова [ 4 ]:

$$Q = F \times q = w \times v,$$

где  $F$  – площадь, с которой отводится избыточная вода, га;  $q$  – модуль стока, л/с га;  $w = \frac{\pi d^2}{4}$  – площадь сечения трубопровода коллектора;  $v$  – скорость течения воды в трубопроводе.

Скорость течения рассчитывается по формуле равномерного движения при условии, что труба заполнена на всю высоту, а избыточное давление в ней отсутствует. Тогда скорость  $v = c\sqrt{Ri}$  или  $v = 0,5c\sqrt{di}$ , где  $i$  – уклон коллектора,  $c$  – коэффициент Шези.

В формуле равномерного движения коэффициент Шези принимается по формуле Маннига [ 5 ]

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad \text{или} \quad C = \frac{1}{n} \cdot 0,5^{\frac{1}{6}} \cdot d^{\frac{1}{6}},$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости.

Тогда выражение 
$$Q = F \cdot q = \frac{\rho d^2}{4} \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{n} \cdot 0,5^{\frac{1}{6}} \cdot d^{\frac{1}{6}} \cdot d^{\frac{1}{2}} \cdot i^{\frac{1}{2}}.$$

Или после преобразований 
$$F \cdot q = \frac{0,349}{n} \cdot d^{\frac{8}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Откуда диаметр трубопровода из бетонных и железобетонных труб ( $n = 0,015, i = 0,0008$ ) определяется по формуле:

$$d = (0,658 F \times q)^{0,375} \quad (1)$$

По формуле (1) получены зависимости диаметра коллекторов от площади мелиорируемого участка и модуля стока (рис.1).

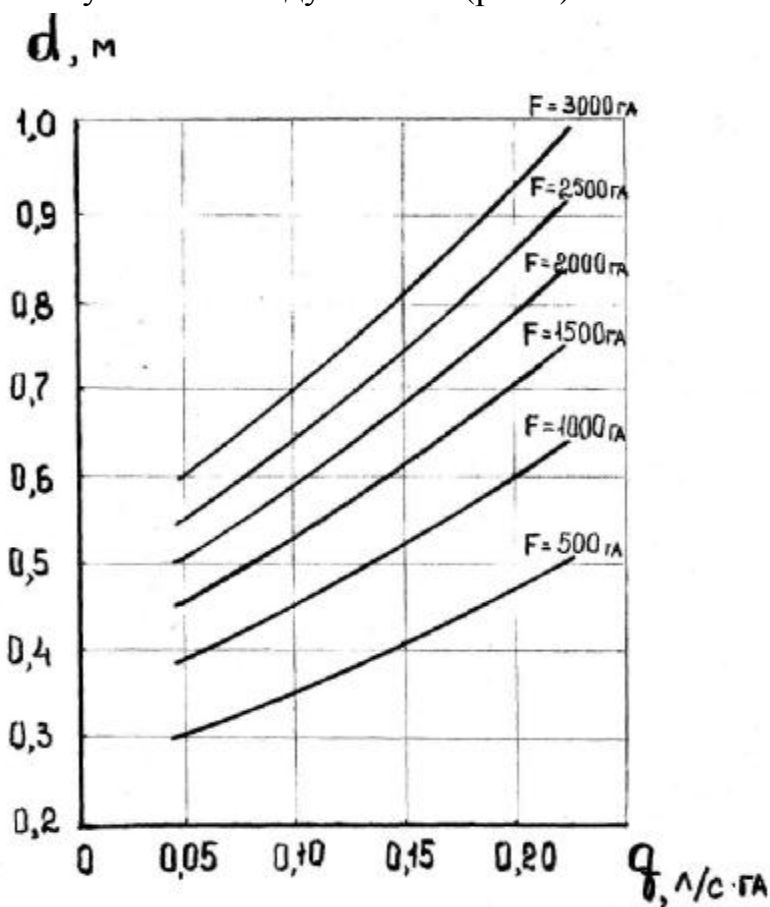


Рис. 1. Зависимости диаметров коллекторов из бетонных и железобетонных труб от площади мелиорируемого участка  $F$ , га и модуля стока  $q$ , л/с га

Расчеты показывают, что при характерных площадях орошаемых массивов от 1000 до 3000 га и модулях стока 0,08...0,2 л/с га значения диаметров закрытых коллекторов из бетонных и железобетонных труб составляют 0,38...0,98 м.

Таким образом, расчетные значения диаметров коллекторов и номенклатура выпускаемых безнапорных трубопроводов позволяют при реконструкции без существенных проблем перейти от открытых к закрытым коллекторам.

Укладка дренажа в обводненные грунты представляет серьезную проблему вследствие высокой вероятности кольматации фильтра и преждевременного выхода его из строя. Опыт укладки горизонтального дренажа в Голодной степи показал необходимость выполнения предварительного водопонижения, при этом стоимость укладки увеличивается на 30...40% [5].

Работы САНИИРИ, ЮжНИИГиМ, ВНИИГиМ позволили обосновать конструкции дрен, укладку которых при определенных условиях можно выполнять без предварительного водопонижения:

- комбинированные конструкции с синтетическим фильтром и песчано-гравийной обсыпкой [ ЮжНИИГиМ];
- многослойные фильтры с повышенной водоприемной способностью [1];
- фильтры типа СОЖ со специальной обработкой поверхности [1].

Многослойные фильтры и фильтры со специальной поверхностной обработкой повышают стоимость дренажа за счет увеличения расхода и укладки материала, однако позволяют отказаться от дорогостоящей песчано-гравийной обсыпки. При положительных результатах широкой производственной проверки конструкции фильтров с повышенной водоприемной способностью могут применяться при реконструкции коллекторно-дренажных сетей.

Технология укладки коллекторно-дренажной сети (КДС) требует обоснования технической возможности укладки закрытых коллекторов из бетонных и железобетонных труб диаметром до 1,0 м и горизонтального дренажа при высоком уровне грунтовых вод, при этом основным критерием оценки эффективности технологии является качество строительства КДС. Проведенные патентные исследования и анализ литературных источников показал, что при укладке закрытых коллекторов диаметром до 1000 мм, наряду с другими, перспективен метод «прокола», а горизонтального дренажа - узкотраншейный способ строительства. Предложены способы укладки коллекторов при высоком уровне грунтовых вод (патент РФ № 2200800) и размывающее устройство для выполнения данного способа (патент РФ № 2209889). Получено положительное решение на выдачу патента РФ «Способ укладки дренажа при высоком уровне грунтовых вод», в основу которого положены технические решения по снижению вероятности кольматации фильтра при укладке дренажа узкотраншейным дренажником (патент РФ № 2206670).

Существенным фактором при обосновании технологии является глубина укладки дренажа. Исследователи данного вопроса не имеют единого мнения, тем более при укладке дренажа в водонасыщенные грунты. Укладывать дренаж в сухие грунты рекомендуется на глубину 1,5...2,5 м – [4], 2,5...4,0 м – [5], на

среднюю глубину 3,2 м при укладке дренажа бестраншейным способом – [6], 2,5...3,0 м – [1]. Зарубежные исследователи рекомендуют укладывать дренаж на максимально возможную глубину в пределах 2,2...3,5 м, однако отмечают, что при глубинах более 2,4 м удельная стоимость дренажа повышается на 6,7 цента на каждые дополнительные 10 см глубины [7].

Оценка эффективности различных способов укладки дренажа в обводненные грунты позволяет определить их рациональные области применения (табл. 1).

**Таблица 1.** Область применения существующих способов укладки дренажа в водонасыщенные грунты

№№ п/п	Способ строительства	Уровень грунтовых вод	Источник информации
1	Метод полки	Выше линии укладки дренажа	[ 6 ]
2	Бестраншейный	-«-	[ 6 ]
3	Узкотраншейный, траншейный с водопонижением	-«-	[ 5 ]
4	Траншейный	Выше линии укладки на 0,4 м	[ 8 ]
5	Узкотраншейный	Выше линии укладки на 0,7 м	[ 8 ]

К указанным данным (табл. 1) можно добавить, что с применением новых синтетических фильтров, в том числе многослойных, и с предварительно обработанной поверхностью в сочетании с предлагаемыми техническими решениями по снижению кольматации расширяется рациональная область применения узкотраншейного способа. При этом установление зависимостей стоимости от глубины укладки дрен позволит обосновать их оптимальные параметры при высоком уровне грунтовых вод.

Организация эксплуатации коллекторно-дренажных систем требует решения ряда конструктивных и оптимизационных задач, связанных с нахождением научно обоснованных межремонтных сроков с минимизацией затрат на очистку и эксплуатацию коллекторно-дренажной сети.

Конструктивные элементы сети: длина, диаметры, применяемые материалы должны быть увязаны с технологическими возможностями и рабочими параметрами средств механизации для проведения ремонтных работ.

Известная методика периодичности промывок элементов коллекторно-дренажной сети [3] предусматривает определение максимальной величины заиления, при которой необходима промывка дренажа. Указанную величину при осушении земель рекомендуется определять по соотношению затрат на эксплуатацию (приведенных к одному году) и снижению урожайности сельскохозяйственных культур за счет смещения посевов относительно оптимальных аг-

ротехнических сроков. Предлагаемая методика может быть использована при обосновании осушения переувлажненных орошаемых земель. При этом должно учитываться снижение урожайности как за счет переувлажнения, так и за счет повышения минерализации земель. Кроме того, исследования А.В.Колганова [8] позволяют оценить эффективность работы системы по установленным им зависимостям снижения расхода воды в дренах и динамике заиления.

Применение указанных методик позволит комплексно и более точно определить оптимальные сроки проведения эксплуатационных работ.

Таким образом, взаимная увязка оптимальных конструктивных элементов дренажа, предлагаемых способов строительства и рациональной организации эксплуатации позволит повысить работоспособность, срок службы и составит основу для перспективной реконструкции коллекторно-дренажной сети в зоне орошения.

### Литература

1. Кирейчева Л.В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. – М.: ВНИИГиМ, 1999, 202 с.
2. Басс В.Н., Левчиков А.А., Бедретдинов Г.Х. Проблемы и перспективы реконструкции коллекторно-дренажной сети в зоне орошения. В сборнике Экологические проблемы мелиорации. – М.: ВНИИГиМ, 2002, с 353-355.
3. Зубец В.М., Вакар А.Е. Эксплуатация закрытых осушительных систем. – М.: Агропромиздат, 1989, 136 с.
4. Костяков А.Н. Основы мелиораций. М.: Сельхозгиз, 1960, 662 с.
5. Духовный В.А., Баклушин М.Б., Томин Е.Д., Серебренников Ф.В. Горизонтальный дренаж орошаемых земель. – М.: Колос, 1979, 255 с.
6. Томин Е.Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа. – М.: Колос, 1981, 240 с.
7. Маслов Б.С., Нестеров Е.А. Вопросы орошения и осушения в США. – М.: Колос, 1967, 320 с.
8. Колганов А.В. Научные основы развития орошения и технического совершенствования оросительных систем в засушливой зоне Российской Федерации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: ВНИИГиМ, 2000, 52 с.

УДК 626.80

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ КОЛЛЕКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Г.Х.Бедретдинов, к.т.н, В.Н.Басс, к.т.н .А.А.Левчиков, к.т.н.  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Потребность реконструкции орошаемых земель в России на площади более 1,4 млн.га (данные Департамента мелиорации Минсельхоза РФ) требует разработки эффективных технологий строительства коллекторно-дренажной сети.

Коллекторы коллекторно-дренажной сети предназначены для отвода воды, поступающей из водосборных участковых дрен. Конструктивно коллекторы выполняются открытыми и закрытыми. Традиционно – внутривладельческие

коллекторы выполняются закрытыми, межхозяйственные – открытыми и закрытыми, магистральные – открытыми.

По данным на конец 80-х годов открытых коллекторов строили в СССР в 2 раза больше, а в РСФСР – 5,4 раза больше, чем закрытых коллекторов. Это было вызвано простотой выполнения открытых коллекторов и срочностью планов.

Открытые коллекторы, занимающие значительную часть в общем объеме строительства коллекторной сети, имеют целый ряд недостатков: большие удельные объемы земляных работ; отчуждение значительных сельхозугодий (до 10% орошаемых земель); высокая трудоемкость эксплуатации, включающая периодическую очистку и восстановление профиля; ухудшение экологической ситуации за счет интенсификации эрозии в приканальных зонах; увеличение вероятности экологического загрязнения территорий при очистке коллекторов.

Закрытые коллекторы являются более прогрессивными, т.к. обеспечивают снижение объемов земляных работ и значительно уменьшают долю отчуждаемых сельхозугодий. Несмотря на то, что стоимость строительства закрытых коллекторов превышает стоимость открытых за счет стоимости труб, сооружений и необходимости проведения монтажных работ, эксплуатация их менее трудоемка и соответственно дешевле. Кроме того, закрытые коллекторы практически исключают эрозию на рекультивированной поверхности строительной полосы отчуждения.

Способы прокладки коллекторов определяются существующими конструкциями и схемами укладки труб. Традиционные схемы укладки предусматривают предварительное устройство траншеи, укладку и обратную засыпку трубопроводов.

Открытые коллекторы выполняются с применением землеройно-транспортных машин (экскаваторов, бульдозеров, скреперов). Имеется опыт прокладки открытых коллекторов взрывным способом, однако после взрыва требуются доработка откосов канала и формирование проектных отвалов (кавалеров); кроме того, наносится значительный ущерб окружающей территории за счет разброса грунта и загрязнения окружающей территории остатками взрывчатых веществ. По этим причинам применение взрывного способа трудно рекомендовать для широкого применения.

Традиционная технология укладки коллекторов траншейным способом предусматривает снятие растительного слоя с трассы трубопровода и оснований временных отвалов грунта, отрывку траншеи под трубопровод, при этом характерные глубины укладки требуют выполнения траншей с откосами не менее чем 1:1, разрабатываемый грунт укладывается во временные отвалы на бровках траншей, траншея выполняется с проектным уклоном, после отрывки выполняется монтаж нитки трубопровода, далее осуществляются присыпка нитки трубопровода, уплотнение присыпанного грунта и окончательная засыпка трубопровода. В заключение производится рекультивация растительного слоя грунта на строительной полосе отчуждения. Основные требования выполнения траншеи с коэффициентом заложения откосов не менее чем 1 и необходимость расположения временных отвалов приводит к тому, что полоса отчуж-

дения при данном способе укладки достигает 35...50 м. Это вызывает необходимость восстанавливать плодородие почвы на значительных площадях.

Проведенные патентные исследования показали, что в ряде случаев традиционный траншейный способ укладки коллекторов в зоне орошения может быть заменен на узкотраншейный и комбинированный с укладкой трубопровода методом «прокола» с протяжкой нитки укладываемого трубопровода тяговым устройством. Указанные способы и средства механизации для их осуществления защищены авторскими свидетельствами СССР и патентами РФ.

Укладка коллекторов диаметром до 0,35 м выполняется узкотраншейным дренаукладчиком ДУ- 4003 с шириной отрываемой траншеи 0,4 м. Прокладка траншеи выполняется без выноса грунта на поверхность за счет вращения скребковой цепи с разработкой грунта сверху-вниз. Разрабатываемый грунт проходит через нижнюю часть и транспортируется восходящей ветвью цепи в траншею. Трубопровод коллектора укладывается через специальный желоб, расположенный за рабочим органом. Преимуществом данного способа является возможность его применения при высоком уровне грунтовых вод. Область применения – укладка внутрихозяйственных коллекторов из гибких пластмассовых труб диаметром до 0,35 м.

Укладка внутрихозяйственных и межхозяйственных коллекторов диаметром более 0,35 м осуществляется комбинированным способом с предварительным устройством заходного и выходного шурфов, пионерной траншеи с укладкой троса (выполняется узкотраншейным дренаукладчиком ДУ-4003) и последующей протяжкой трубопровода в полость, разрабатываемую специальными наконечниками с гидроразмывающими соплами. Конструкции наконечников предусматривают разработку грунта тангенциальными струями с образованием пульпы и вытеснением ее в пространство между стенками полости и наружной стенкой трубопровода. Излишки пульпы аккумулируются в пионерной траншее и распределяются в полостях по длине укладываемого трубопровода.

Предлагаемые способы имеют явные преимущества по сравнению с традиционными траншейными, при этом требуют обоснования области применения по энергозатратам.

Энергетические затраты на выполнение данного способа в основном идут на преодоление суммарных тяговых сопротивлений, возникающих при протяжке укладываемой нитки трубопровода.

Суммарные сопротивления протягивания трубопровода определяются:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где  $W_1$  – сопротивление протягиванию размывающего наконечника;  $W_2$  - сопротивление протягиванию от силы действия столба пульпы в пионерной траншее;  $W_3$  – сопротивление от равномерно распределенной нагрузки в протягиваемой полости;  $W_4$  – сопротивление от результирующей силы действия столба пульпы, массы трубопровода и выталкивающей силы.

Сопротивление протягиванию  $W_1$  определяется по величине удельного сопротивления протягиванию дрениера с интерполяцией на большие диаметры. Сопротивления  $W_2$ ,  $W_3$ ,  $W_4$  определяются линейными размерами пионерной траншеи и параметрами укладываемого трубопровода. Искомые силы опреде-

ляются по схеме (рис.1). С учетом вышесказанного суммарное сопротивление протягиванию определяется:

$$W = 1,25 g\pi D^2 + g\pi f_1 \cdot vhl + g\pi f_1 \pi D \cdot K_1 \delta l + f \cdot l(g\pi v h + mg - 0,25 \rho \pi D^2 K_2),$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $D$  – диаметр трубопровода,  $\rho$  – плотность пульпы в пионерной траншее и полости,  $f_1$  – коэффициент трения материала трубы о пульпу,  $v$  – ширина пионерной траншеи,  $h$  – глубина пионерной траншеи,  $l$  – длина нитки трубопровода,  $K_1$  – коэффициент, учитывающий действие распределенной нагрузки  $\approx 0,7$ ,  $\delta$  – величина зазора между протягиваемой трубой и стенкой размываемой полости,  $f$  – коэффициент трения материала трубы о дно размываемой полости,  $m$  – удельная масса трубы,  $K_2$  – коэффициент, учитывающий степень влияния выталкивающей силы.

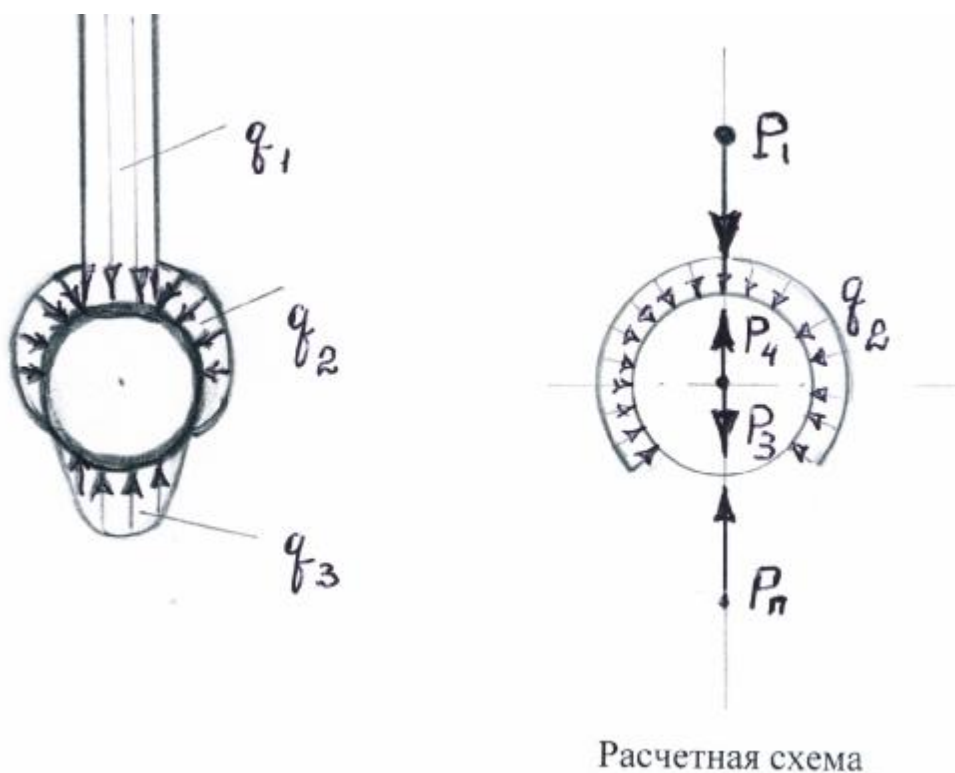


Рис.1. Схема сил, действующих на трубопровод при протягивании

Анализ полученного выражения показывает, что сопротивление протягиванию зависит от свойств грунта, диаметра и длины укладываемого трубопровода, при этом составляющая сопротивления от выталкивающей силы  $P_4$  снижает суммарное сопротивление трению трубопровода о дно разрабатываемой полости.

Расчеты тяговых сопротивлений показывают, что среди составляющих при протягивании наиболее значимым является сопротивление протягиванию наконечника, увеличивающееся пропорционально площади разрабатываемой полости. С увеличением длины укладываемого трубопровода наиболее значимым становится сопротивление трению трубопровода, которое в зависимости

от длины и диаметра превосходит сопротивление протягиванию наконечника в десятки раз.

При протягивании трубопровода возможно снизить тяговые сопротивления за счет уменьшения площади сечения полости разрабатываемой наконечником и снижения трения укладываемого трубопровода о дно разрабатываемой полости. Снижение сопротивления протягиванию наконечника предлагается выполнять за счет увеличения глубины пионерной траншеи до глубины укладки трубопроводов, тогда протягиваемый наконечник будет разрабатывать только боковые призмы грунта. При этом следует ожидать снижения сопротивления движению наконечника при увеличении затрат на разработку пионерной траншеи. Очевидно, что оптимальное соотношение затрат здесь достигается оптимальным соотношением ширины пионерной траншеи и диаметра разрабатываемой полости.

Сопротивление трения трубопровода о дно разрабатываемой полости можно снизить за счет усиления влияния выталкивающей силы и снижения коэффициента трения труб о дно разрабатываемой полости. Расчеты показывают, что при протягивании трубопровода максимальное значение выталкивающей силы  $P_4$  примерно равно сумме сил  $P_1 + P_3$  от давления столба пульпы и массы укладываемой трубы, поэтому теоретически возможно снизить до минимума сопротивление трения  $W_m$ . Однако выталкивающая сила зависит от величины зазора  $\delta$  между стенками полости и наружным диаметром трубы. При  $\delta = 0$  происходит протягивание трубопровода в смоченной полости без пульпы, при этом очевидно, что выталкивающая сила равна 0. С увеличением величины  $\delta$  трубопровод протягивается в жидкой среде (пульпе) с плотностью  $\rho$ . При этом можно предположить, что выталкивающая сила возрастает, достигая своего максимального значения  $P_4 = 0,25 \rho \pi D^2$ . Однако увеличение величины  $\delta$  приводит к возрастанию сопротивления передвижению наконечника, а возрастание  $P_4$  до максимального значения может привести к всплытию трубы в полости и нарушению уклона укладываемого трубопровода. Отсюда размер  $\delta$  предлагается определять минимальным, обеспечивающим требуемую точность уклона укладываемого трубопровода в пределах  $\delta = 30-50$  мм. Указанные величины  $\delta$  рекомендуются лишь для прокладки железобетонных и металлических трубопроводов, у которых удельная масса соизмерима с максимальным значением выталкивающей силы. Прокладку пластмассовых труб большого диаметра рекомендуется проводить с минимальной величиной  $\delta = 10-20$  мм. Кроме того, для снижения трения материала укладываемой трубы о дно траншеи можно рекомендовать укрывать площадь контакта труб с грунтом материалом с низким коэффициентом трения, например, пластиком. Это позволяет уменьшить сопротивление  $W_3$  пропорционально величине снижения коэффициента трения.

На рисунке 2 представлены зависимости суммарных тяговых сопротивлений от длины и диаметра укладываемых бетонных трубопроводов, по кото-

рым при известных тяговых показателях протягивающего устройства можно определить предельно допустимую длину протягиваемого трубопровода.

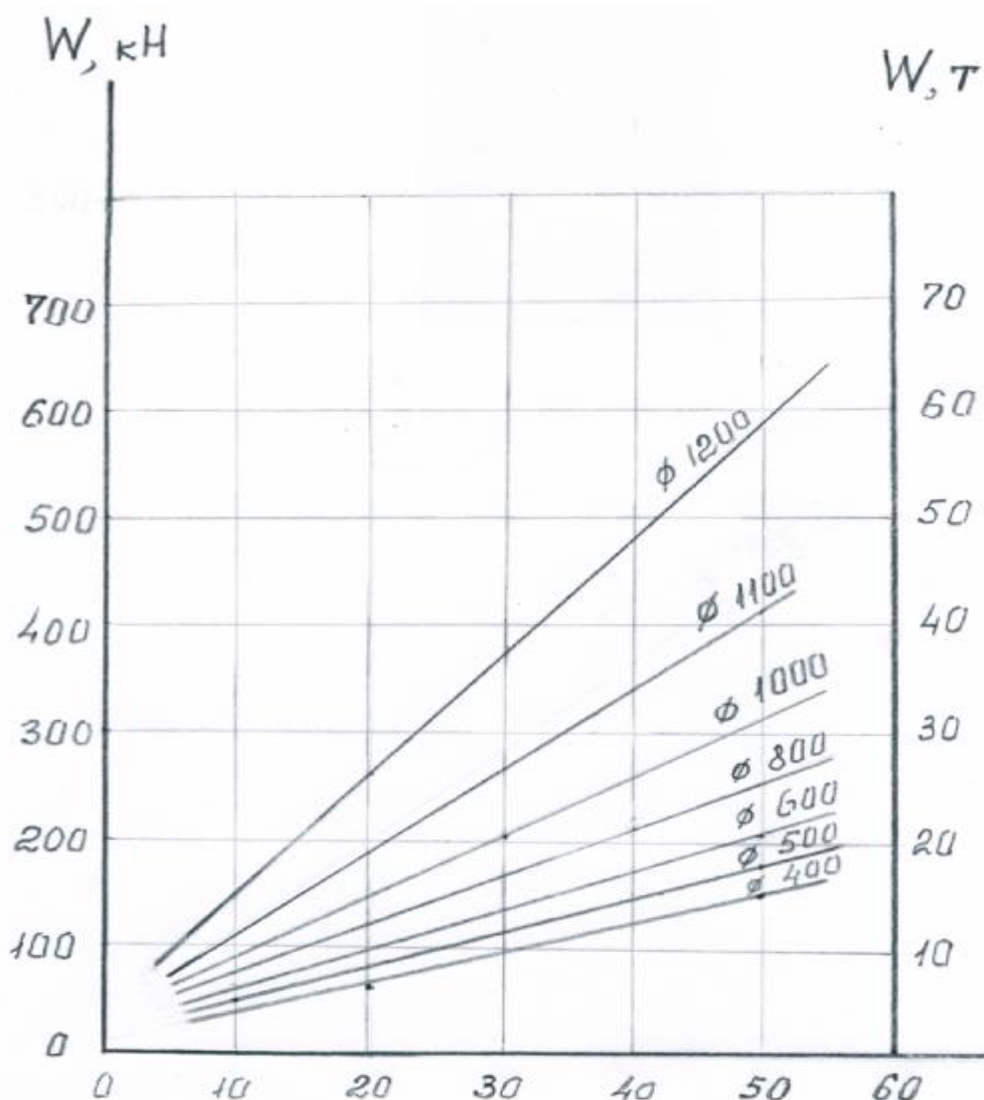


Рис.2. Зависимости сопротивления протягиванию от длины и диаметра трубопроводов

Предельную длину укладываемой нитки трубопровода необходимо увязать с длиной, определяющей оптимальное расстояние между шурфами. Оптимальное расстояние между шурфами. Определяется по формуле:

$$x_0 = \sqrt{\frac{3,6 \cdot 102 N e_3 (b_3 + m h_3) h_3 l_3}{e_2 \cdot w_1 \cdot \Pi_3}},$$

где N – мощность на барабане тягового устройства, кВт;  $e_2$  – стоимость машино-часа оборудования для прокладки труб методом протяжки, руб.;  $e_3$  – стоимость машино-часа экскаватора на отрывке шурфа, руб.;  $(b_3 + m h_3) h_3 l_3$  – объем шурфа, м<sup>3</sup>;  $w_1$  – суммарная удельная составляющая сопротивления протягива-

нию на 1 м трубопровода, кН/м;  $P_3$  – эксплуатационная производительность на отрыве шурфа, м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, оптимальное расстояние между шурфами, обеспечивающее минимальную стоимость укладки трубопровода пропорционально мощности тяговой установки, стоимость устройства шурфа, обратно пропорционально стоимости эксплуатации тягового оборудования и суммарной составляющей удельного тягового усилия, зависящей от длины укладываемого трубопровода.

Технологическая схема укладки коллектора методом прокола (рис.3) предусматривает применение специального тягово-подающего оборудования, при этом в качестве тягового средства могут использоваться лебедки, смонтированные на базе трактора 10...15 т или требуется создание специальных лебедок с тягой до 60 т.

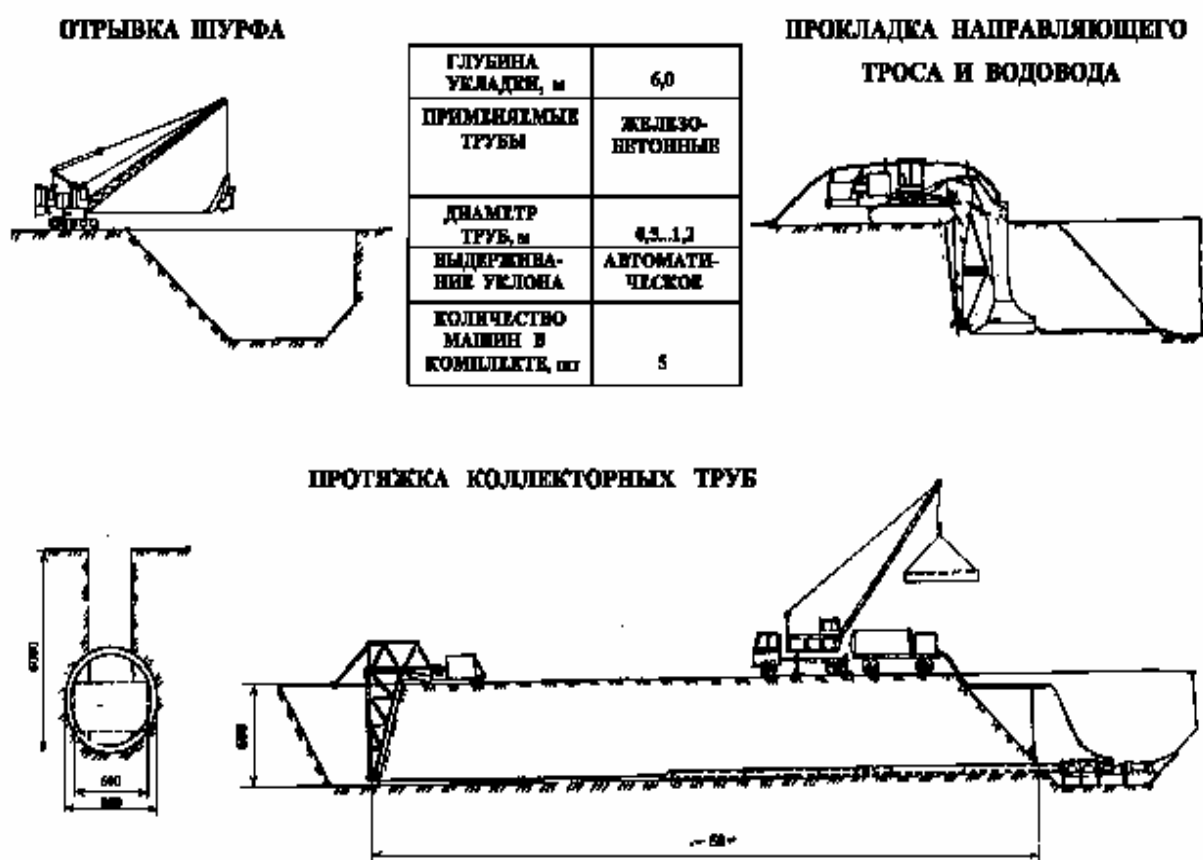


Рис. 3. Технологическая схема прокладки трубопровода методом протяжки

Технико-экономическая оценка предлагаемых технологий проведена в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель (РД-АПК 3.00.01.003-03)». При условии, что расчетный период равен 10 годам, из которых в первый год предполагается только приобретение машин и изготовление оборудования. Для приведения вариантов в сопоставимый вид по производи-

тельности принято, что коэффициент приведения для первого варианта (способ протяжки) равен 2, а для второго варианта (способ открытой траншеи) равен 3; норматив дисконтирования равен 0,05.

**Таблица 1.** Результаты расчета экономической эффективности предлагаемого способа укладки коллектора

Варианты	Чистый доход, млн.руб.	Чистый дисконтированный доход, млн.руб.
Способ протяжки	127,46	82,16
Способ открытой траншеи	209,45	135,01
Прирост эффекта за счет сокращения затрат	81,99	52,85

Способ протяжки существенно эффективнее способа открытой траншеи. Ожидаемый чистый дисконтированный доход от реализации технологии методом протяжки по сравнению со способом открытой траншеи при названных выше условиях составляет 52,85 млн.руб. Без учета дисконтирования ожидаемый чистый доход от реализации технологии методом протяжки составляет 81,99 млн.руб.

УДК 628.112

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

В.М.Беляков, д.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Использование подземных вод позволяет обеспечить сельское население качественной питьевой водой, а ресурсы подземных вод в основном удовлетворяют потребности сельского хозяйства.

Условия залегания подземных вод чрезвычайно разнообразны. Бурение скважин ведется на горных, предгорных, равнинных и пойменных массивах. Отбор воды производится из песчаных, валунно-галечниковых и твердых трещиноватых пород, а сами водоносные горизонты имеют различные напоры и глубины залегания. Поэтому бурение водозаборных скважин и вскрытие водоносных горизонтов требуют применения разнообразных технологических процессов и технических средств.

Во ВНИИГиМ с целью совершенствования и повышения качества буровых работ были проведены исследования по анализу состояния мирового уровня развития технических средств и технологии сооружения скважин. Были оптимизированы технологические параметры режимов бурения, на основании которых разработаны перспективные требования к нормальному ряду буровых установок.

Ресурсы подземных вод РФ питьевого качества составляют порядка 800 млн.м<sup>3</sup>/сут. Общий отбор их для разных целей в 2000 г. достигал 36,1 млн.

м<sup>3</sup>/сут., из которых около 5 млн.м<sup>3</sup>/сут. приходится на шахтный карьерный отлив и дренаж. Продуктивное их использование оценивается в 30 млн.м<sup>3</sup>/сут., в том числе 23,4 млн.м<sup>3</sup>/сут., или 78%- на хозяйственно-питьевые цели; порядка 5,8 млн.м<sup>3</sup>/сут. или 49% - на производственно-технические и 0,8 млн. или 3% - на орошение и обводнение пастбищ. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет 46%, при этом в водоснабжении городского населения эта величина оценивается в 35...38%, а сельскохозяйственного – 85%. Таким образом, все расходы на сельскохозяйственные нужды могут быть покрыты за счет подземных вод.

Удельное водопотребление для хозяйственно-питьевых нужд составляет в среднем по России 140 л/сут. на человека (включая расход воды на поение личного скота и на полив зеленых насаждений), а для населения с децентрализованной системой водоснабжения этот показатель равен 70 л/сут., что свидетельствует о низкой степени благоустройства села.

Инвентаризация существующих систем и сооружений сельскохозяйственного водоснабжения в РФ производилась по заданию Минсельхозпрода в 1991-1993 гг. Ей было охвачено 145026 населенных пунктов с населением 37120 тыс. человек.

К 1994 г. в стране насчитывалось 1777480 скважин при средней глубине 107 м. Из них до 1996 г. было пробурено 47%, в период 1976-1985 гг. -34%, 1986-1990 гг. – 16%, 1991-1993 гг. – 3%. Последние 10 лет, т.е. с 1994 по 2003 гг., в стране бурят около 1 тысячи скважин в год.

Если учесть амортизационный срок работы скважин 10...15 лет, то расчет показывает, что 75% скважин требуют ремонта или ликвидации. Такое положение является кризисным для сельскохозяйственного водоснабжения. В этой ситуации основной задачей является внедрение методов ремонта систем водоснабжения с целью их реанимации.

Анализ гидрогеологических условий сооружения скважин показывает, что 85% каптирует воду из песчаных водоносных горизонтов, что требует использования фильтров. В зависимости от гидрохимических условий эксплуатации скважин фильтры подвергаются или коррозии или колюматации. Одновременно происходит осадкообразование в прифильтровой зоне скважин, что приводит у росту гидравлических сопротивлений и как следствие к падению дебитов.

На основании анализа данных инвентаризации можно сделать следующие выводы: регенерации и ремонту подлежат 25222 скважины; ликвидации 68000 скважин, срок которых превысил нормативный.

В настоящее время для решения этой проблемы разработаны необходимые нормативы, технологии и технические средства. Восстановление работоспособности скважин позволит резко сократить расходы на сооружение новых. К вышеуказанным мероприятиям относятся механические, гидравлические, взрывные и химические методы обработки скважин. В зависимости от состояния используются следующие виды работ: техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты. Тот или иной вид работ применяется после обследования водозаборов специальными диагностическими средствами.

Во ВНИИГиМ был создан ряд новых технологий и технических средств для сооружения высокодебитных скважин, что позволило во многих регионах

повысить водообеспеченность населения и производств. Основным направлением в разработках было обеспечение сохранения проницаемости водовмещающих пород.

На эффективное функционирование водозаборов подземных вод оказывают воздействие природные и техногенные показатели. Если принять за функцию цели стоимость добываемой воды, то на основе системного подхода можно установить основные направления исследований влияния природных и техногенных факторов на эффективное действие скважин (табл. 1).

Таблица 1. Влияние природных и техногенных факторов на работу скважин

Объекты исследования Факторы	Скважины											Система	
	Показатели												
	Техногенные						Экономические						
	Фильтровые			Бесфильтровые			Металлоемкость	Требовательность (к времени бурения)	Землеёмкость	Долговечность	Эксплуатационные расходы		Дебит
Фильтр	Объёмка	Проницаемость зона	Водоёмкая полость	Время	Материал	Глубина							
Гидрохимический состав воды	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Гранулометрический состав пород, проницаемость	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Прочность пород кровли					*	*	*	*	*	*	*	*	*
Промывочный агент			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Гидростатическое давление в скважине			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Незаконченность скважин	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Технические средства			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Показатели { \* природные и техно.  
o производные экономические

Ниже приведены данные по основным разработкам ВНИИГим, внедренным в производства.

Бесфильтровые скважины сооружаются при наличии устойчивых пород над песчаным водоносным горизонтом. Водоприемная полость сооружается путем откачки водопесчаной пульпы. Полости имеют форму конусов глубиной 1...3 м, диаметром до 10 м. Такие конструкции скважин позволяют получить большие дебиты, имеют малую металлоемкость, долговечны. Их сооружают также при замене вышедших из строя фильтров.

Распадающиеся промывочные растворы были созданы и широко внедрены вместо глинистых, которые отрицательно влияют на проницаемость пластов и требуют длительных откачек. Предложенные растворы созданы на основе модифицированного технического крахмала. Они обладают высокой вязкостью и водоотдачей, но способны при направленном на них воздействии определенных добавок переходить в жидкость со свойствами воды.

Газожидкостные растворы представляют собой дисперсную систему на основе ПАВ. Они имеют низкую плотность, высокую выносную способность, противостоят проникновению коллоида в поры водосодержащих пород.

Сапропелевые растворы относятся к реологическим системам коагуляционного типа. Они имеют высокую степень дисперсности, что позволяет резко повысить выносную способность потоков.

Все указанные растворы не влекут за собой каких-либо изменений в технические средства производства работ.

Во ВНИИГиМ был разработан совместно с ВНИИнефтемашем нормальный ряд буровых установок нового поколения грузоподъемностью 63,200 и 320 кН. Установка БА-63АВ смонтирована на шасси КамАЗ-4310. Она обеспечивает бурение на глубину 250 м, прошла заводские испытания. Полностью гидрофицированный процесс бурения позволил вести работу различными способами и оборудованием. Была разработана также документация и получен патент на установку РБК-320 с глубиной бурения на 800 м.

Для сооружения неглубоких (до 25 м) скважин была создана установка МБУ-25. Она размещалась на одноосном прицепе, тракторе или машине УАЗ. Установка предназначена для фермерских хозяйств.

Выполненные ВНИИГиМ разработки нашли широкое внедрение в различных регионах РФ и ближнего зарубежья. Основные работы по внедрению разработок были осуществлены в Саратовской, Волгоградской, Брянской и Пензенской областях, где нашли широкое применение бесфильтровые скважины, технология бурения с использованием распадающихся растворов и пен.

Особое внимание было уделено сооружению дренажных и водопонижающих скважин при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и землетрясения в Армении.

Реализация методов и средств ремонта скважин водоснабжения, производство и внедрение буровых установок нового поколения позволит резко повысить технический уровень с/х водоснабжения и полнее удовлетворять потребность с/х предприятий и населенных пунктов в сельской местности в питьевой и технической воде.

УДК 826.82:626.861.5

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛАХ**

Н.К. Голубев, к.т.н., И.П. Прохоров, к.т.н.  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Получение устойчивых урожаев во многом зависит от технического состояния мелиоративных систем, для поддержания которых в исправном состоянии необходимо ежегодно производить работы по очистке мелиоративных каналов от наносов и растительности.

Заиление каналов происходит за счет поступления в них наносов не только с водой из водоисточников, но и с поверхности прилегающих площадей при

водной и ветровой эрозии, а также в результате руслоформирующих процессов, происходящих в неукрепленных земляных руслах водотоков [1]. Толщина слоя наносных отложений может достигать за год 0,1...0,5 м. Наносные отложения представлены в основном супесчаными, илистыми, суглинистыми и глинистыми грунтами со средним диаметром частиц 0,01...0,2 мм. В облицованных каналах из-за отсутствия фильтрационного уплотнения отложения имеют меньшую плотность сложения, чем в каналах с земляным руслом.

Наносные отложения могут содержать значительное количество органических и минеральных веществ, поэтому при отсутствии загрязнения (вредные вещества, превышающие ПДК) их рекомендуется использовать в качестве местного удобрения.

Объем работ в Российской Федерации по очистке мелиоративных каналов от наносов составляет 170 млн.м<sup>3</sup>, по окашиванию – 3,4 млн.га при протяженности каналов 2,44 млн.км. Из этих объемов ежегодно фактически выполняются 1,5 млн.м<sup>3</sup> по очистке каналов от наносов и 0,35 млн.га по их окашиванию.

За период реформирования экономики Российской Федерации финансирование ремонтно-эксплуатационных работ снизилось до 20% от необходимых средств, значительно подорвана техническая база для выполнения этих работ, производство отечественной мелиоративной техники практически отсутствует.

ВНИИГиМ совместно с АОЗТ «ВНИИземмаш» разработаны многоцелевые каналочистители на колесном ходу (типа МР-19) и на гусеничном ходу (типа МР-14) для каналов глубиной до 2,5 м (рис. 1, 2).

Базовой машиной для каналочистителей являются трактора соответственно Липецкого и Волгоградского тракторных заводов. Каналочистительные машины имеют навесное бульдозерное оборудование и следующие сменные рабочие органы (табл. 1):

- каналочиститель на колесном ходу: ротор-метатель, землесос, косилка, ковш обратной лопаты, ковш широкий, ковш-косилка, ковш поворотный, ковш для очистки облицованных каналов, грейфер, косилка для откосов, грабли, кусторез, крюк;

- каналочиститель на гусеничном ходу: ротор-метатель, косилка, погрузчик, торцевая фреза, землесос, ямобур, крюк.

**Таблица 1.** Техничко-эксплуатационные показатели каналочистителей

Наименование параметров	Марка машины	
	Типа МР-19 (на колесном ходу)	Типа МР-14 (на гусеничном ходу)
1	2	3
1. Базовая машина	Трактор Липецкого завода мощностью 58,8 кВт	Трактор Волгоградского завода мощностью 58,8 кВт

1	2	3
2. Наибольшая глубина очищаемого канала, м, при коэффициенте заложения откосов: 1,0 1,5 2,0	2,5 2,0 1,6	2,5 2,0 1,5
3. Ширина канала по дну, м	0,6	0,4...0,8
4. Среднее давление на грунт, МПа	0,16	0,03
5. Вместимость ковша, м <sup>3</sup> : - ковш обратная лопата - ковш широкий - ковш поворотный - ковш погрузчика	0,25 0,25 0,08 -	- - - 0,8
6. Техническая производительность при работе в грунтах I категории, м <sup>3</sup> /ч: - с ротором-метателем - с ковшом обратная лопата (грунт II категории) - с ковшом широким - с ковшом для очистки облицованных каналов - с погрузчиком - с ковшом поворотным - с грейфером (грунт II категории) - с землесосом - с ямобуром	35 25 25 25 - 10 25 30 -	60 - - - 30 - - 30 5
7. Техническая производительность при окашивании русел и каналов и уборке скошенной массы, га/ч: - косилкой - ковшом-косилкой - косилкой для русел	0,5 0,05 0,15	0,7 - -
8. Техническая производительность при планировке берм и разравнивании кавальеров, м <sup>3</sup> /ч	100	130
9. Грузоподъемность крюком, кг	200	200
10. Масса машины (без бульдозерного оборудования и сменных рабочих органов), т	6	9

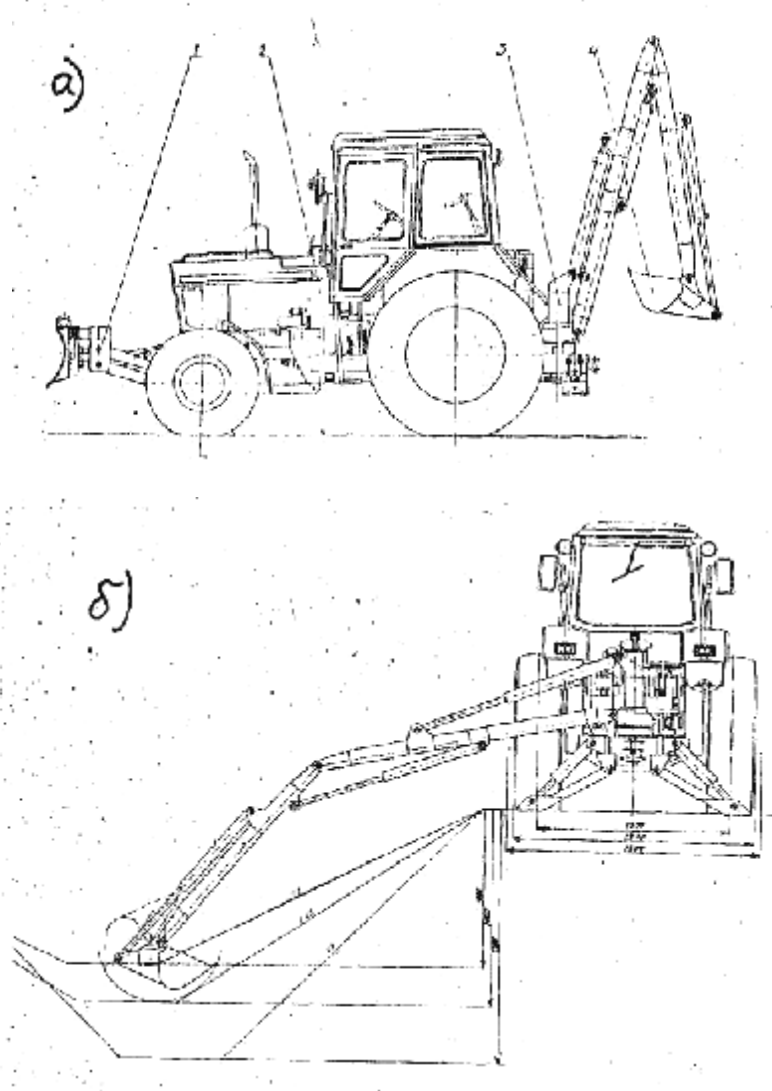


Рис. 1. Каналоочиститель на колесном тракторе (типа МР-19):  
 а) в транспортном положении (вид сбоку);  
 б) в рабочем положении (вид сзади)

Предлагаемые многофункциональные каналоочистители предназначены: на колесном ходу – для грунтов с высокой несущей способностью и на гусеничном ходу – для слабонесущих грунтов. Каналоочистители обеспечивают выполнение следующих технологических операций: очистку каналов от наносов, в том числе заполненных водой в земляном, облицованном и укрепленном русле; срезку и удаление мелкого кустарника; окашивание откосов; уборку скошенной массы; разработку и планировку грунта; погрузочно-разгрузочные работы; бурение ям.

Внедрение предлагаемых каналоочистителей позволит повысить производительность работ в 1,3...1,5 раза при снижении их себестоимости на 30...50%. Экономические преимущества разрабатываемых каналоочистителей по сравнению с отечественными и зарубежными образцами обеспечиваются за

счет повышения надежности и технологичности конструкции, а также за счет расширения области применения при увеличении комплекта сменных рабочих органов.

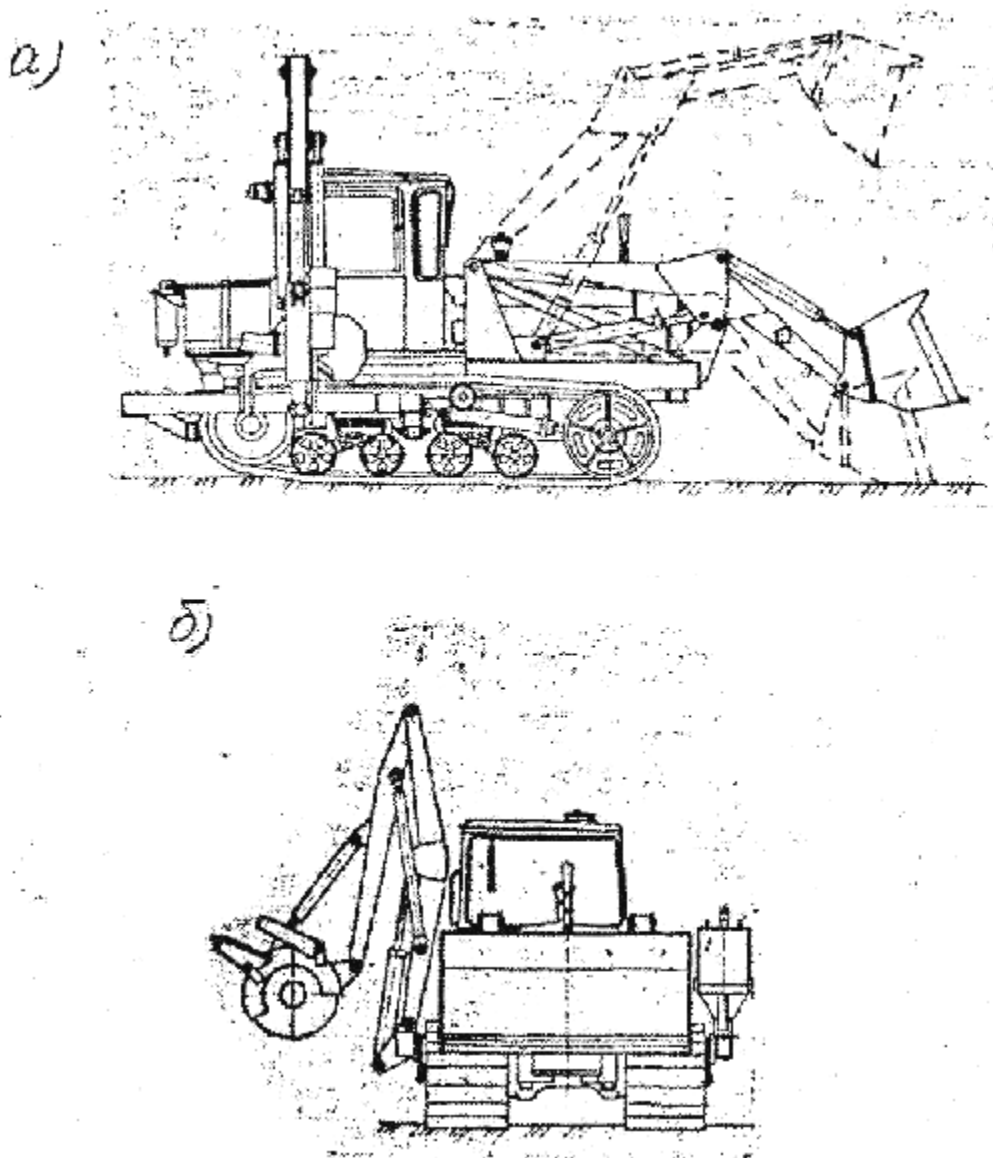


Рис. 2. Каналоочиститель на гусеничном тракторе (типа МР-14):  
а) с погрузчиком (вид сбоку);  
б) с ротором-метателем (вид спереди)

Опыт технической эксплуатации мелиоративных систем показал, что применение на очистке каналов земснарядов и береговых каналоочистителей, оборудованных землесосными грунтозаборными устройствами, ограничивается размерами поперечного сечения русла и глубиной воды, а также малоэффективно и зачастую невозможно при удалении наносов в труднодоступных местах. Кроме того, существующие грунтозаборные устройства созданы для определенного вида машин и не являются универсальными в отношении использования базовых машин, в связи с чем имеют ограниченную область применения на очистке от наносных отложений каналов и гидросооружений.

На основании выполненных исследований во ВНИИГиМ предложена технология и универсальный землесосный модуль для очистки от наносных отложений мелиоративных каналов.

Технология предназначена для очистки от наносов каналов в земляном и облицованном бетонном руслах в минеральных грунтах, на труднодоступных участках, например, с берегами заросшими древесными насаждениями. Параметры очищаемых каналов: глубина – до 6,0 м, максимальная ширина по верху – 15 м, минимальная глубина воды – 0,8 м, максимальная – 5,0 м. Технология может быть использована также для очистки прудов, водоемов, смотровых колодцев (глубиной не более 5,0 м с минимальным диаметром 1,0 м), шлюзов-регуляторов, аванкамер насосных станций, гидротехнических отстойников с наносными отложениями толщиной более 0,2 м.

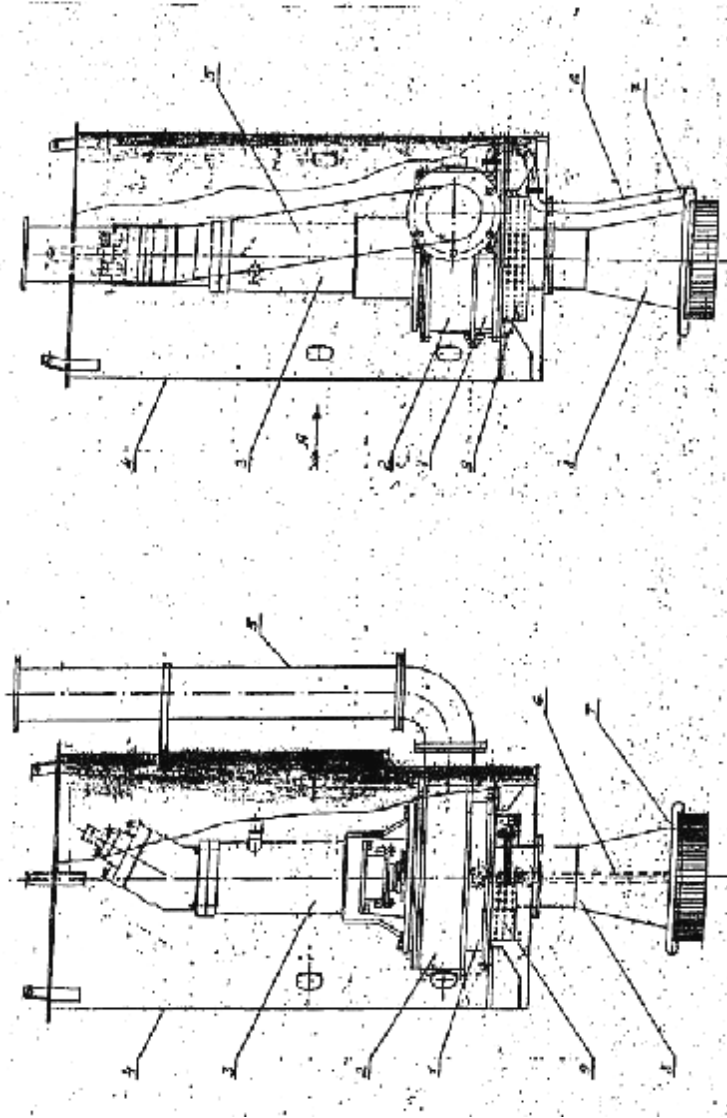
Для очистки от наносных отложений мелиоративных каналов и сооружений предлагается универсальный землесосный модуль (рис. 3), который может быть использован в качестве сменного рабочего оборудования к различным видам строительной и мелиоративной техники.

Универсальный землесосный модуль с гидравлическим рыхлителем включает погружной грунтовый насос 2 с напорным пульпопроводом 5 и всасывающим наконечником 8; водяной насос 1 с всасывающим наконечником 9 и напорным водоводом 6 кольцевого гидрорыхлителя 7. Погружной грунтовый насос 2, водяной насос 1 с всасывающим наконечником 9 и гидромотор 3 размещены в сквозном цилиндрическом кожухе 4, который служит для защиты перечисленных устройств от механических воздействий и завала грунтом при производстве работ. Погружные грунтовый 2 и водяной 1 насосы заключены в единый корпус, а их рабочие колеса жестко соединены на одном валу гидромотора 3.

При разработке более плотных наносных отложений и грунтов естественного сложения для универсального землесосного модуля с гидравлическим рыхлителем рекомендуется использовать в качестве сменного рабочего органа эллиптический всасывающий наконечник 11, оборудованный гидрорыхлителем с насадками 10 в виде гидромонитора (рис. 3).

Землесосный модуль, как сменное оборудование, применяется с машинами с гидроприводом: краны, одноковшовые экскаваторы (рис. 4, в) на гусеничном и колесном ходу, земснаряды типа МПМ-44 (рис. 4, а). При этом для гидропривода землесосного модуля используется гидравлическая система указанных машин.

Землесосный модуль при использовании его с машинами без гидропривода: канатные краны, экскаваторы-драглайн, земснаряды типа МЗ-10, специальные понтоны (рис. 4, б) оснащаются гидронасосной станцией с приводным дизельным двигателем и гибким напорным пульпопроводом, обеспечивающим соединение модуля с береговым пульпопроводом.



*Эллиптический*

С

*всасывающий*

Рис

3. 1 — погружной гидрорыхлитель — всасывающий кронштейн — кожух — насосный — всасывающий  
 6 — универсальный наконечник — насадок **наконечник** — эллиптический  
 смачивающий ; 4 пульпопровод

водовод ; 2

грунтовый гидрорыхлителя

наконечник

ВОЯЗНОГО

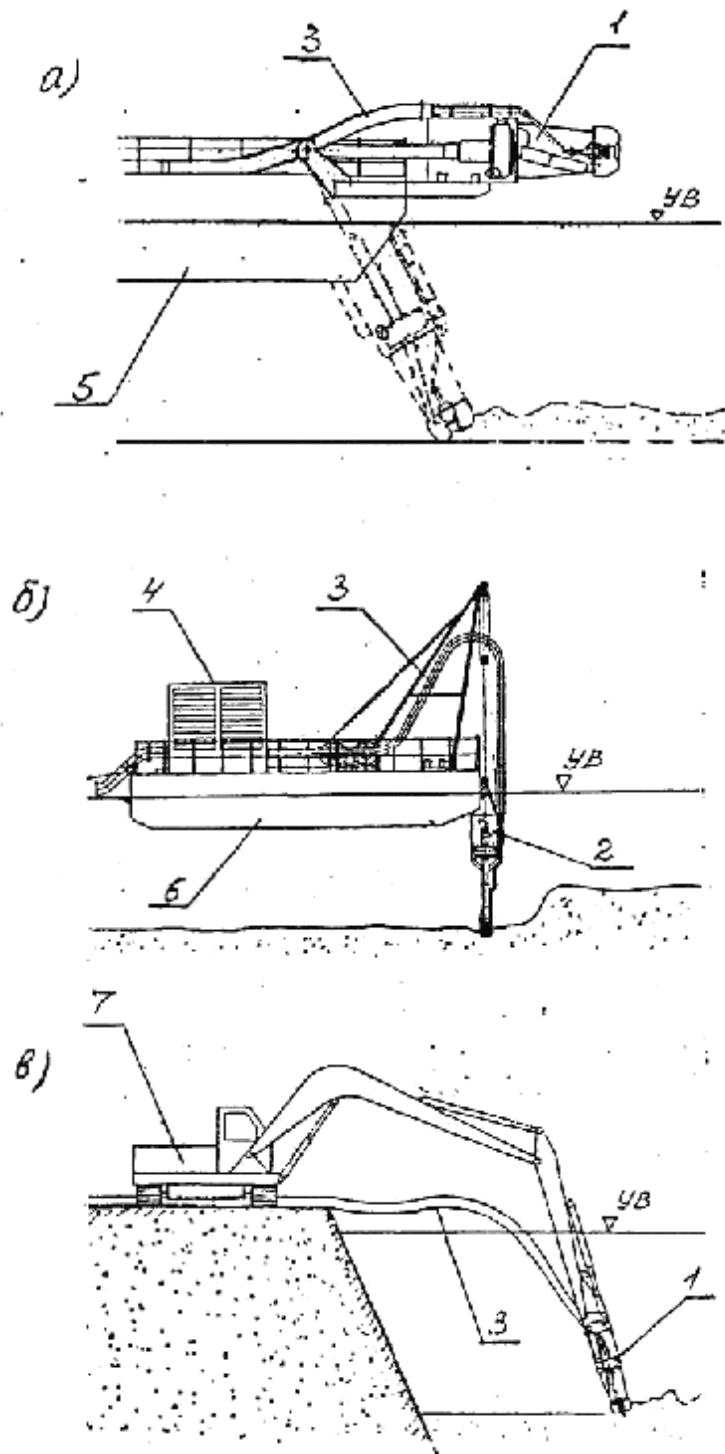


Рис. 4. Схемы использования землесосного модуля для очистки каналов от наносных отложений: а) на землесосном снаряде; б) на понтоне; в) на гидравлическом экскаваторе

1 – землесосный модуль с фрезерным рыхлителем; 2 – землесосный модуль с гидравлическим рыхлителем; 3 – напорный пульпопровод; 4 – гидронасосная станция с приводным дизельным двигателем; 5 – землесосный снаряд; 6 – понтон; 7 – гидравлический экскаватор

Технико-эксплуатационные показатели универсального землесосного модуля:

Производительность техническая по грунту I группы, м <sup>3</sup> /ч	20...30
Размеры очищаемых каналов, сооружений, м: глубина ширина по верху заложение откосов	до 6,0 до 18 от 0 до 1:3
Группа по трудности разработки грунтов	I...II
Минимальная глубина воды в канале, м	0,8
Максимальная дальность транспортирования пульпы (приведенная к горизонтали), м	300
Диаметр напорного пульпопровода, мм	150
Рабочее оборудование:	
а) погружной грунтовый насос: производительность по пульпе, м <sup>3</sup> /ч напор, м частота вращения, об./мин. мощность привода, кВт	250 15...20 1200 22
б) грунтозаборное устройство: ширина захвата, м скорость всасываемого потока пульпы, м/с водяной насос, тип	0,5...0,6 1,4...1,6 3К-45/30
в) гидромотор привода грунтового и водяного насосов: мощность, кВт частота вращения, об./мин.	31 1200
Масса модуля, т	0,25

Очистку оросительных каналов рекомендуется производить, когда толщина слоя заиления достигает 10% от проектной глубины наполнения водой канала при максимальном расходе потока [2].

На приканальных площадях предварительно проводят подготовительные мероприятия для укладки наносов (пульпы), удаляемых при очистке канала. При этом рекомендуются следующие схемы намыва разработанных наносных отложений.

Рассредоточенное распределение разработанных наносов на близлежащие сельскохозяйственные земли рекомендуется осуществлять при отсутствии загрязнения наносных отложений при большем содержании в них питательных веществ, чем в почвах, на поверхность которых производится намыв.

Укладка (намыв) разработанных наносных отложений в обвалованные карты с многократным отстоем пульпы осуществляется при наличии значительного свободного участка местности, располагаемого вдоль канала.

Для намыва разработанных наносных отложений рекомендуется использовать также естественные понижения местности (овраги, ложбины и т.п.), рас-

положенные от канала на расстоянии, обеспечивающем гидротранспортирование наносов по пульпопроводу данным землесосным модулем.

При использовании землесосного модуля с канатным краном, экскаватором-драглайн или со специальным понтоном разработку наносных отложений производят отдельными воронками, по мере разработки грунта с одной позиции крана модуль постепенно опускают, достигая непрерывного контакта грунтозаборного устройства с грунтом.

При использовании модуля как сменного рабочего органа соответствующего землесосного снаряда технология очистки канала от наносных отложений ничем не отличается от производства работ обычным земснарядом. Каналы очищают за одну или несколько проходов рабочего оборудования в зависимости от ширины дна и конструктивных параметров базовых машин, при этом каждую последующую проходку рекомендуется разрабатывать с перекрытием предыдущей на 10...20%.

Контроль за качеством очистки канала в процессе работы осуществляют путем контрольных промеров через 50...100 м. Качество очистки считается удовлетворительным при удалении 90...93% объема наносов.

Отстойники после осаждения грунта из пульпы и сброса осветленной воды рекомендуется разровнять, а лишний грунт вывести из полос отчуждения канала. Поверхность гидроотвалов и нарушенный почвенный покров подлежат планировке и рекультивации, для чего может быть использован растительный грунт, ранее снятый с отвалов и водосбросных сооружений.

Технические показатели применения универсального землесосного модуля с различными базовыми машинами приводятся в таблице 2.

**Таблица 2.** Технические показатели универсального землесосного модуля с различными базовыми машинами

Показатели	Ед.изм.	Базовые машины		
		Автокран КС 2571-А*	Экскаватор ЭО-3122	Земснаряд МПМ-44 (проект)
Техническая производительность по грунту	м <sup>3</sup> /ч	25	25	25
Установленная мощность	кВт	140/30	59	44
Удельный расход топлива	кг/м <sup>3</sup>	1,12/0,24	0,425	0,317
Удельная энергоемкость	кВт/м <sup>3</sup> /ч	5,6/1,2	2,36	1,76
Удельная материалоемкость	т/м <sup>3</sup> /ч	0,450/0,043	0,57	0,234
Обслуживающий персонал	чел.	2/1	2	2

\* - в числителе – показатели автокрана с землесосным модулем, в знаменателе – землесосного модуля с гидравлической насосной станцией

Для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ на каналах требуемого объема и качества необходимо восстановить производство мелиоратив-

ной техники, разработать методы организации работ в рыночных условиях хозяйствования.

Основными направлениями развития технологических процессов и средств механизации по технической эксплуатации мелиоративных каналов должны служить: многофункциональность, универсальность, мобильность и транспортабельность, возможность утилизации и захоронения запрещенных продуктов очистки, создание модульных машин, типоразмеры которых наиболее полно удовлетворяют условиям мелиоративной сети.

## Литература

1. Шавин А.Ф. Эксплуатация мелиоративных систем в Крымской области // «Гидротехника и мелиорация», № 8, 1972.
2. Багров М.Н. Оросительные системы и их эксплуатация. – М.: Колос, 1971.

УДК 624.132.3

## **ТОЧНОСТЬ ПЛАНИРОВКИ ПОЛЕЙ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ЭКОНОМИИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ**

А.Н.Ефремов, к.т.н.

ОАО Инженерный центр «Луч», Москва, Россия

Одним из важнейших мелиоративных требований к подготовке сельскохозяйственных полей при орошении является планировка поверхности земли, которая направлена на преобразование микрорельефа с целью создания наилучших условий для посева и выращивания растений путем образования ровной поверхности земли, последующего равномерного увлажнения спланированной площади и поддержания естественного плодородия почв. Планировка нужна практически на всех землях и, в первую очередь, на землях, орошаемых поверхностным поливом или дождеванием. Качественно спланированная поверхность земли обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур, на орошаемых землях дополнительно достигается экономия воды.

Показательным регионом в области орошаемого земледелия с планировкой полей является Краснодарский край. В последние годы в Краснодарском крае получают в среднем урожай риса около 50 ц/га. В то же время на отдельных рисовых картах урожай риса достигают 100 и более ц/га. Это объясняется тем, что, наряду с использованием современных агротехнологий выращивания риса, была применена высоко точная планировка рисовых чеков. По данным различных исследований, роль планировки среди различных факторов агротехнологий оценивается до 70%. Проведенные исследования показали, что состояние поверхности рисовых систем не соответствует современным требованиям, предъявляемым к точной планировке. Поэтому одной из главных задач повышения урожайности риса является проведение точной планировки на всей площади посевов риса.

В настоящее время в Ставропольском крае и других регионах России остро поставлен вопрос о переводе дождевальных систем на поверхностный способ полива, как самый дешевый и доступный способ, который в мировой практике применяют до 90 % орошаемых площадей. Это вызвано износом и старением имеющейся дождевальной техники и элементов построенной оросительной сети, значительными затратами на приобретение новых машин, удорожанием электроэнергии, топлива, материалов и запчастей. Для организации поверхностного полива нужна тщательная планировка поля, обеспечивающая самотечную подачу воды на поливные участки от канала по временным оросителям, бороздам или полосам.

Повышение эффективности использования орошаемых земель с применением дождевальных машин остается актуальной задачей. Наибольшее распространение получила дождевальная машина ДДА-100М, для которой необходимо иметь временный ороситель с уклоном. Однако выбрать на поле место расположения оросителей затруднительно из-за сложного и переменного уклона местности. В связи с этим, даже при наличии в хозяйстве дождевальной машины и действующей оросительной системы с самотечной подачей воды из канала, посевы не поливаются из-за отсутствия временных оросителей, для прокладки которых следует спланировать трассы и нарезать на них оросители. Для других дождевальных машин, поливных трубопроводов также необходима планировка поверхности земли.

Богарные земли, занимающие основные площади сельскохозяйственных угодий, как известно, характеризуются наличием на них замкнутых понижений и повышений, что создает значительную неравномерность в урожайности и приводит к общему ее снижению. Это в равной степени относится к осушенным землям. Для устранения значительных неровностей необходимо проводить планировочные работы.

Как известно, неспланированное поле имеет значительные повышения, где растения засыхают от недостатка влаги, и понижения, где они гибнут от вымочки, что в конечном итоге приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Площадь участков с буграми и низинами на неспланированном поле, может достигать до 40 % от общей площади поля. Такие поля покрыты пятнами, проявляющиеся в неравномерности роста и созревания растений. Неспланированная поверхность земли усугубляет эрозию почвы и провоцирует ускоренный смыв пахотного слоя при дождевании. Нерациональное использование мелиоративных земель и в первую очередь орошаемых земель, на которых не достигается проектная урожайность с/х культур, можно объяснить низким качеством поверхности полей.

Качественно спланированное поле имеет следующие преимущества [1]:

- равномерное распределение слоя воды и одинаковые условия для увлажнения почвы по площади и глубине;
- хорошая равномерность глубины заделки семян и внесения удобрений;
- оптимальный воздушный, питательный и водный режим почвы, обеспечивающий благоприятный рост, развитие растений и равномерное созревание урожая в более короткий срок;

- лучшие условия для механизации обработки, полива почвы, его автоматизации, уборки урожая, предупреждения и борьбы с засолением, водной эрозией почвы и сорняками;

- экономия поливной воды;

- сокращение применения ядохимикатов и получение продукции высокого качества.

Перечисленные преимущества в той или иной степени относятся к орошаемым, осушаемым и богарным землям. При этом наибольшая эффективность планировки достигается на землях, на которых применяют различные способы орошения: затопление чеков, поверхностный полив по бороздам и полосам, дождевание, полив сточными водами или животноводческими стоками и др. Положительное влияние планировки отмечено при осушении заболоченных и минеральных земель. Планировка позволяет устранить неравномерность увлажнения солонцеватых почв, а в засушливых районах, где основная часть корневой системы полевых культур располагается в толще 0,7–0,9 м, обеспечить глубокое увлажнение почвы, от которого главным образом зависит урожайность. На спланированных полях можно проводить промывку земель при расходах воды в 2 раза меньше чем на неспланированных участках. Чрезмерные нормы промывки приводят к резкому подъему грунтовых вод и засолению земель. Тщательная планировка позволяет применять более современные способы полива по длинным полосам и бороздам (400-500 м), что в несколько раз повышает производительность при поливе.

Наиболее ярко эффективность планировки проявляется на рисовых чеках от микрорельефа которых в первую очередь зависит урожайность риса и других культур рисового севооборота. При строительстве, реконструкции и эксплуатации рисовых оросительных систем по действующим требованиям колебания отметок микрорельефа чеков не должны превышать  $\pm 5$  см. Накопленный опыт выращивания риса в Краснодарском крае подтверждает, что по сравнению с этим требованием неровности поверхности чеков, находящиеся в пределах  $\pm 10$ -13 см, приводят к снижению урожайности риса в 1,5-2,7 раза и увеличению расхода поливной воды в 1,7-3,4 раза (табл. 1 и 2).

**Таблица 1.** Влияние точности планировки чека на урожайность риса и затраты поливной воды (по данным Е.Б. Величко и Б.Б. Шумакова)

Точность планировки $\pm$ см	Продолжительность вегетации, сут.	Урожайность риса (в бункерном выражении), т/га	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Затраты воды на получение риса сырца, м <sup>3</sup> /т
3	123	6,26	18000	2875
5	126	4,27	19200	4496
10	132	2,85	22200	7790
13	138	1,58	24000	15190

**Таблица 2.** Влияние точности планировки чека на урожайность риса и поливные нормы (по данным Крымского СХИ)

Точность планировки $\pm$ см	Урожайность, т/га			Оросительная норма $\text{м}^3/\text{га}$
	биологическая	в бункерном выражении	в товарном выражении	
2,3	10,88	7,91	7,47	20128
3,5	9,52	6,53	6,25	21900
4,5	7,59	5,66	5,36	22320

Необходимо отметить, что высокоточной планировке рисовых чеков отводится особая роль. Так, например, урожайность риса при колебании отметок чеков, спланированных с повышенной точностью  $\pm 3\text{см}$ , в 1,5 раза выше, а затраты поливной воды в 1,6 раза ниже чем при отклонениях отметок чеков в пределах  $\pm 5\text{см}$ , т.е. повышение точности планировки всего на  $\pm 2\text{см}$  дает прибавку урожайности на 19,9 ц/га (47%) и экономию поливной воды на  $1621 \text{ м}^3/\text{т}$  (36%).

Прогноз урожайности риса  $Y_{\text{п}}$  и расхода поливной воды  $W_{\text{п}}$  на чеке с учетом его микрорельефа (табл. 1) можно ориентировочно оценить по формулам:

$$Y_{\text{п}} = \frac{1}{100} \cdot (62,6 \cdot K_1 + 42,7 \cdot K_2 + 28,5 \cdot K_3 + 15,8 \cdot K_4) \quad (1),$$

$$W_{\text{п}} = \frac{1}{100} \cdot (2875 \cdot K_1 + 4496 \cdot K_2 + 7790 \cdot K_3 + 15190 \cdot K_4) \quad (2),$$

где  $K_1...K_4$  – количество отметок в процентах с отклонениями микрорельефа  $0... \pm 3\text{см}$ ,  $> \pm 3\text{см} ... \pm 5\text{см}$ ,  $> \pm 5\text{см} ... \pm 10\text{см}$ ,  $> \pm 10\text{см}$ ; 62,6, 42,7, 28,5, 15,8 – урожайность риса, ц/га с колебаниями отметок микрорельефа  $\pm 3\text{см}$ ,  $\pm 5\text{см}$ ,  $\pm 10\text{см}$  и  $\pm 13\text{см}$ ; 2875, 4496, 7790, 15190 – затраты воды на получение 1т риса-сырца,  $\text{м}^3/\text{т}$  с колебаниями отметок микрорельефа  $\pm 3\text{см}$ ,  $\pm 5\text{см}$ ,  $\pm 10\text{см}$ , и  $\pm 13\text{см}$  по таблице 1 .

Многолетними экспериментальными исследованиями ВНИИриса (В.А. Попов и др.) установлено, что высокоточная планировка рисовых чеков является главным фактором в создании эффективных агротехнологий и обеспечивает:

- снижение норм сева семян на 20-30 % за счет повышения полевой всхожести и отсутствия глубоких микрорельефов, в которых проростки риса погибают;
- сокращение продолжительности вегетационного периода при густоте растений 250-300шт/м<sup>2</sup> на 8-12 дней;
- более полное использование ФАР и потенциала испаряемости за счет равномерной площади густоты растений;

- снижение на 60-70% применения дорогостоящих химических средств защиты риса от сорняков, вредителей и болезней, а также минеральных удобрений на 20-30%;

- уменьшение расхода оросительной воды на 10-15% за счет сокращения вегетационного периода и уменьшение потерь на фильтрацию в период первоначального затопления и технических сбросов в предуборочный период;

- снижение потерь зерна при уборке на 20-30% и более за счет повышения производительности уборочной техники и качества работ при отсутствии пестроты стеблестья.

По результатам этих исследований установлена зависимость урожайности от среднеквадратического отклонения неровностей и паспортной урожайности сорта риса, устанавливаемой в зонах Госсортучастка. Максимальная урожайность достигается при точности планировки  $\pm 2$  см. Однако авторы считают, что такая точность приводит к переуплотнению почвы при планировке и поэтому следует ограничиваться точностью  $\pm 3$  см.

Не менее чувствительны к планировке и другие сельскохозяйственные культуры. На спланированном поле урожайность увеличивается на 15-25 %. Продуктивность земель возрастает после планировки при возделывании на грядах овощных и зернобобовых культур. Урожайность хлопчатника на спланированных участках в 1,3 – 2,9 раза выше, а поливная норма в 1,6 – 2,2 раза меньше чем на неспланированных участках. Эффективность планировки при выращивании пшеницы подтверждена зарубежными опытами, проведенными в США и Индии. Отечественными исследованиями на орошаемых, осушенных и богарных землях также достигнуты положительные результаты влияния планировки на урожайность различных культур (сои, сахарной свеклы, овощей, яровой и озимой пшеницы, люцерны, кукурузы, суданской травы и др.).

Вид поверхности земли также влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. По данным Б.К. Цоя, урожайность хлопчатника, выращиваемого на наклонной плоскости, в 1,5 раза выше чем на топографической поверхности, что следует учитывать при проектировании и проведении планировочных работ.

В последние годы из-за отсутствия планировки сельскохозяйственных полей значительно ухудшилось мелиоративное состояние земель, снизились урожайность сельскохозяйственных культур, наблюдается перерасход поливной воды на орошаемых землях. В процессе эксплуатации сельскохозяйственных земель происходит искажение поверхности поля с образованием неровностей. Основными факторами искажения спланированной поверхности являются деформации почвенного покрова, происходящие вследствие гидрогеологических особенностей территории, климатических условий, типа почв и вида орошения, водного режима полива сельскохозяйственных культур, образования просадок и вспучивания грунта, воздействия почвообрабатывающих, уборочных и дождевальных машин и др.

Проведенные ИЦ «Луч» многолетние обследования рисовых чеков показали, что после выполнения планировочных работ с точностью  $\pm 3...5$  см поверхность чека деформируется под воздействием указанных факторов и уже

через 2...4 года эксплуатации достигает величин  $\pm 8...12$  см. Подобным явлениям подвержены все земли, что приводит к падению урожайности сельскохозяйственных культур. Для поддержания ровности поверхности земли ежегодно проводят эксплуатационную планировку, а через 5...8 лет - капитальную планировку под горизонтальную или наклонную плоскость.

При использовании дождевальных машин значительные неровности резко ухудшают их проходимость в пониженных водонасыщенных местах и приводят к образованию глубокой колеи с интенсивным стоком по ней воды. При стоке воды с повышенных элементов рельефа в пониженные места нарушается равномерность увлажнения, разрушаются структурные агрегаты, влекущие за собой ирригационную эрозию. На слабоводопроницаемых светло-каштановых солонцеватых почвах высокая интенсивность полива дождевальными машинами превышает скорость фильтрации почв, что приводит к значительному стоку воды, смыву почв и недостаточному увлажнению их активного слоя.

Примером многолетних деформаций почвенного покрова по данным обследования ИЦ «Луч» в хозяйствах Краснодарского края может служить состояние поверхности рисовых чеков, где 41 % чеков нуждаются в точной планировке. При этом средняя прибавка урожайности риса после точной планировки, рассчитанной по формулам 1 и 2, может составить 12,8 ц/га (26%), а экономия воды 1392 м<sup>3</sup>/га (33%). Намного худшая картина наблюдается в Дагестане, где за последние годы урожайность риса упала с 31 ц/га в 1990 г. до 16,7 ц/га в 2000 г. Резко снизились урожайность и производство риса в Астраханской, Ростовской и Ставропольской областях, Калмыкии и на Дальнем Востоке. Необходимо отметить, что в итоге проектная урожайность практически всех сельскохозяйственных культур не достигается в последние годы, прежде всего, по причине отсутствия качественной планировки земель.

Таким образом, значимость планировки земель трудно переоценить. Она должна стать обязательным и регулярным мероприятием на всех без исключения землях. При правильной организации планировочных работ затраты на их проведение всегда окупаются за счет получения высоких и стабильных урожаев любых сельскохозяйственных культур.

Планировка земель это сложный комплекс различных мероприятий, связанных с предварительным нивелированием естественной поверхности поля и составлением проектов планировки по данным съемки с учетом предъявляемых технических требований к проектированию. При проведении планировочных работ необходимо также учитывать различные способы сохранения маломощного плодородного слоя почвы.

На планировочных работах находят широкое применение различные землеройно-планировочные машины (скреперы, планировщики). В последние годы при планировке рисовых чеков стали применять на машинах лазерные системы автоматического управления нового поколения, позволяющие обеспечить высокую точность планировки под горизонтальную плоскость, от которой зависит урожайность сельскохозяйственных культур и экономия поливной воды. Съемка местности также проводится с применением новых лазерных автоматических средств контроля, а проектирование планировочных работ ведется по

специальным программам на персональном компьютере, что позволяет резко поднять производительность труда и сократить стоимость работ [2].

Наилучшие результаты современных технологий с применением лазерной техники достигнуты при выполнении комплекса планировочных работ на рисовых чеках в Краснодарском крае [3]. Положительный опыт получен также в Ставропольском крае при съемке, проектировании и планировке трасс под временные оросители и участков полива под наклонные плоскости с применением лазерных средств контроля и автоматизации работ [4].

Однако перечисленные достижения пока не нашли массового применения в различных регионах России, так как проведению планировочных работ не уделяют должного внимания, что является одной из причин малоэффективного использования земель при низкой урожайности сельскохозяйственных культур. Периодически наблюдаемые благоприятные погодные условия вселяют ложную уверенность в получении хороших урожаев без проведения комплекса различных мелиоративных мероприятий, в число которых входит планировка земель. Однако эти урожаи далеки от проектных высоких урожаев, а при неблагоприятных погодных условиях можно ожидать их резкое падение, что будет усугубляться низким уровнем мелиорации земель и в том числе отсутствием планировки.

## Литература

1. Ефремов А.Н. О значении планировки земель при поверхностном поливе сельскохозяйственных культур. Сб. научных докладов международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии», Ч.1, Коломна, 2003.
2. Ефремов А.Н. Лазерная техника для мелиоративных работ. Ж. Мелиорация и водное хозяйство, № 6, М., 2002.
3. Ефремов А.Н. Комплексная автоматизированная технология планировки рисовых чеков (Рекомендации), ФГНУ «Мелиоводинформ», М., 2002.
4. Ефремов А.Н. Новые технологии для проведения планировочных работ на орошаемых землях. Эволюция и деградация почвенного покрова. II Международная конференция, Т.2, Ставрополь, 2002.

УДК 627.421.4

## **ГАБИОНЫ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ И МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

И.А.Иванов, д.т.н.

Бурятская ОМС СибНИИГиМ, Улан-Удэ, Россия

Многовековой опыт крепления ГТС показывает, что изменения в этом процессе происходят очень медленно и в настоящее время принято разделять конструкции для крепления ГТС на следующие классы - жесткие конструкции, конструкции из рыхлых материалов, гибкие и полужесткие конструкции.

К жестким относятся конструкции из бетона и железобетона. К преимуществам этих конструкций можно отнести то, что их укладка и изготовление ведется механизированным способом, они имеют высокую прочность и малую шероховатость. К недостаткам могут быть отнесены их высокая стоимость и подверженность подмыву грунтовыми водами.

Вторая группа – это полужесткие конструкции, которые собираются из отдельных жестких элементов, устойчивых к износу (например, ящики «волгобалт») и они способны выдерживать определенные деформации.

Третью группу составляют гибкие конструкции (из дерева или габионов), сочетающие в себе характеристики жестких конструкций и конструкций из рыхлых материалов (каменная наброска). Имея типичную для жестких конструкций целостность структуры, гибкие конструкции обладают способностью поглощать значительные деформации, сопротивляясь полному разрушению. Гибкие конструкции применяются там, где требуется предупредить эрозию, относится ли это непосредственно к аварийной ситуации или к обычным защитным мероприятиям. Эти конструкции предпочтительнее применять там, где дорого строить сложный фундамент, а также там, где трудно прогнозировать будущие ситуации. Гибкие конструкции могут легко менять свою форму вслед за грунтовым основанием и выдерживают вертикальные и горизонтальные деформации в широком диапазоне не разрушаясь и не теряя способности выполнять свои защитные функции. Следует отметить их водопроницаемость, целостность в период эксплуатации и более низкую стоимость по сравнению с применением железобетона, а также и технологичность процесса применения.

Например, габионное сооружение после многих лет работы, если даже появились признаки коррозии, не теряет своей прочности и работоспособности, поскольку можно всегда осуществить дополнительные мероприятия по их защите или заменить сетку. На практике грунт заполняет пустоты в камнях, способствуя стабилизации и консолидации сооружения, а растительность окончательно стирает границу между сооружениями и окружающей местностью. Таким образом, при использовании территории нельзя забывать об ее охране и рекультивации, чтобы не нарушать природное равновесие, необходимое для поддержания местной флоры и фауны и обеспечения существования биоценоза.

Высокие размывые берега производят незначительное количество биомассы из за малых взаимообменов с течением воды. Защищенный берег, на котором растительность может вновь расти естественным путем, производит повышенное количество биомассы. Это благоприятствует формированию мельчайших организмов, которые являются важными элементами естественного функционирования биоценозных систем, поддержания питательной базы для водной фауны.

Следует напомнить, что впервые габионные сооружения в России были применены в 1908 г. при строительстве Кругобайкальской железной дороги (некоторые фрагменты сохранились до настоящего времени).

Габионные сетки изготавливаются методом двойного кручения проволоки. Широкому распространению сетки двойного кручения в России препятствовало ее ручное изготовление. В настоящее время в России механизированное изготовление сетки двойного кручения предложено СибНИИГиМом (сетка с ячейкой 120 мм из проволоки 3 мм и сетка с ячейкой 80 мм из проволоки 2,8 мм.), которая может применяться в самых разнообразных сооружениях. Исходя из технических возможностей данных сетковязальных машин (ширина сетки 1-1,5 м), предложена и технология укладки матрасов при производстве берегоукрепительных работ (рис.1).

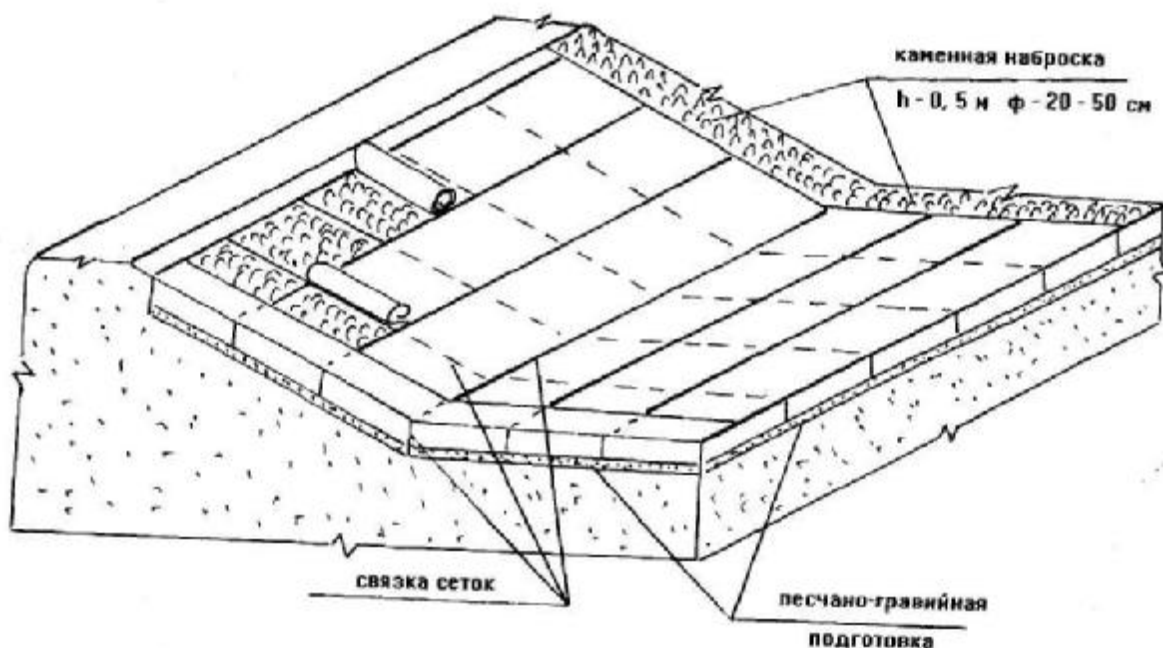


Рис. 1. Схема раскладки сеток для верхней части «матрасов»

Надежность габионного сооружения прежде всего лимитируется прочностью сетки двойного кручения - способностью ее к деформации в случае просадки грунта или подмыва, устойчивостью к раскручиванию, а также стойкости к коррозии.

Проведенные исследования (СибНИИГиМ) показали, что при эксплуатации габионного сооружения при скорости потока 3-6 м/сек и содержании в воде 20 г/л взвешенных частиц и покрытии проволоки цинком диаметром 3 мм. 135 г/м<sup>2</sup> в местах соприкосновения проволоки с потоком воды со взвешенными частицами цинк теряется за 3...4 года (рис.2). Следовательно, в этих условиях укладывать камень нужно таким образом, чтобы он выступал за габионное сооружение на 3...5 см и тем самым препятствовал прямому соприкосновению взвешенных частиц с проволокой, что увеличивает стойкость цинкового покрытия вдвое.

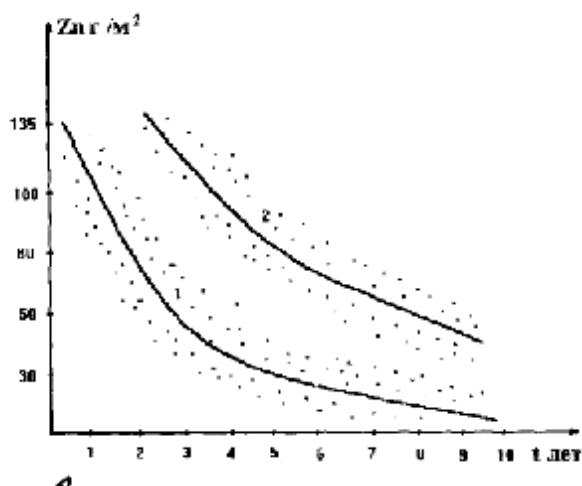


Рис.2. Потеря цинка при скорости потока 3...6 м/с и наличии взвешенных частиц 20 г/л в подводной части габионного сооружения, проволока диаметром 3 мм, р.Маргаритовка: 1 – скорость потока-6 м/с; 2 – скорость потока – 3 м/с

В надводной части цинк в проволоке габионного сооружения также подвергается износу, но менее интенсивно, чем в подводной (рис.3). Потери цинка определяли объемно-газометрическим методом в смеси серной и соляной кислот в объеме соответственно 100 \ 34 по формуле:

$$m = 929 \frac{V}{dl}$$

где:  $V$  – среднеарифметическое значение объема водорода, см<sup>3</sup>;  $d$  – диаметр проволоки, мм.;  $l$  – длина образца, мм.

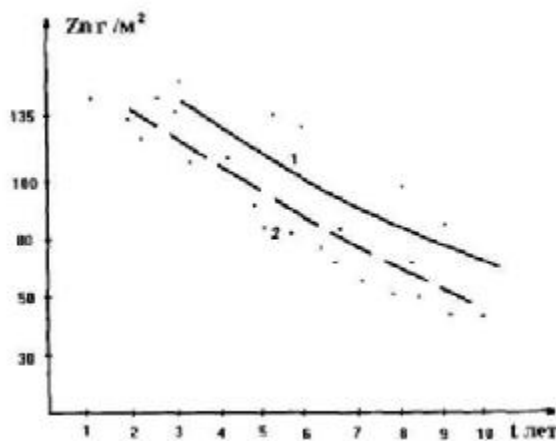


Рис.3. Потери цинка в верхней части габионного сооружения:  
1) Прибайкальский район – Бурятия, 2) Приморский край – р. Маргаритовка

На рисунке 3 показан процесс отслоения цинка на 1 см. скрутки в течение 7 лет (срок наблюдения). Как видно из графика, отслоение наступает на 3 -

4 год и после 5-6 года новых разрывов не наступает. В местах скрутки проволок при ее изготовлении происходит напряжение (наклеп), которое теряется на 5-6 год и далее процесс стабилизируется.

Оптимальное удлинение проволок, используемых в сетках, должно составлять не менее 12%, а число скручиваний не менее 12-13. Сетки, изготовленные на предложенной машине (рис. 1), использовались на 15 объектах и претензий к качеству сеток не поступало.

Следует отметить, что стоимость крепления ГТС габионами на 10-15% дешевле чем крепление ЖБ, при лучшем товарном виде и более высокой экологической безопасности.

## Литература

1. ГОСТ 3282-74. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения.
2. ГОСТ Р 51285-99. Сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций.

УДК 631.614

## **ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КУСТАРНИКА ТЯЖЕЛОЙ ДИСКОВОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ БОРОНОЙ**

К.К. Камиров

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В гумидной зоне России в виду отсутствия системного ухода, как за мелиорируемыми землями, так и за самими мелиоративными системами, идёт процесс их деградации и зарастания. Зарастают не только земли, зарастают русла и откосы каналов и других гидротехнических сооружений. Особенно интенсивно процесс зарастания идёт на естественных кормовых угодьях (луга, пастбища, сенокосы). За последнюю четверть века около 30 млн. га кормовых угодий ушло под кустарник.

Несмотря на существенное снижение из-за проблем животноводства потребности в пастбищах и сенокосах, по нашему мнению, складывается тревожное состояние, т.к. через 5-10 лет все угодья будут под лесом.

Для предотвращения этих очень негативных явления необходимо вести поиск дешёвых, эффективных технологических процессов реставрации (восстановление функциональных оперативных способностей) ГТС и адекватной реакции на эти изменения агроландшафтов (мелиорируемых массивов). При этом проведение культуртехнических работ должно выполняться с максимальным сохранением почвенного слоя на месте.

Возврат к старым технологиям, когда вместе с древесно-кустарниковой растительностью выносилось с полей и уничтожалось в кострах до 200-300 т/га почвенного покрова на современном этапе невозможно и недопустимо. Одним из перспективных технологических направлений уничтожения кустарника на стадии, когда он имеет диаметр ствола до 8 см и считается мелким, является обработка

этих вторично заросших земель тяжёлыми мелиоративными дисковыми боро-  
нами, типа БМН-2,5 конструкции ВНИИГиМ.

#### Техническая характеристика тяжёлой мелиоративной бороны БМН-2,5

Базовые тракторы	Т-130БГ-3, К-701, Т-170М1.03
Тип машины	Навесной
Ширина захвата, м	2,5
Глубина обработки, см	до 35
Рабочие скорости, км/ч	3,17 ÷ 7,6
Производительность, га/ч	0,9 ÷ 1,53
Количество батарей, шт	2
Количество дисков в батарее, шт	6
Диаметр диска, м	1,0
Угол атаки дисков, град.:	
передней батареи	15° ÷ 30°
задней батареи	15° ÷ 30°
Угол обработки пласта, град	100° ÷ 130°
Масса навесного оборудования, кг	2800

Гипотеза использования тяжёлой мелиоративной бороны БМН-2,5 на об-  
работке земель заросших мелким кустарником, с целью её ликвидации состоит в  
том, чтобы использовать свойства конструкции рамы складывать заднюю батарею  
вверх при транспортировке (рис 1).

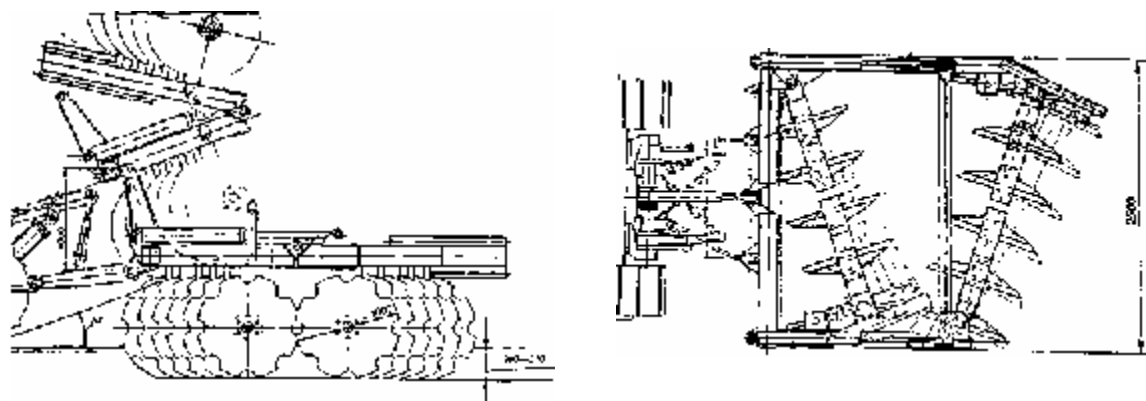


Рис. 1. Тяжёлая дисковая мелиоративная борона БМН – 2,5

Если использовать именно эту способность, т.е. работать первой батареей и  
при этом вторая задняя батарея находится в транспортном положении, то нагруз-  
ка на один диск бороны возрастёт с 240 кг до 480 кг. При такой нагрузке создают-  
ся условия для перерезания стволов кустарника, которые прогибаются и ук-  
ладываются на землю трактором.

При наступлении диска на лежащий на земле ствол в начальный период на-  
чинается продавливание ствола в грунт. Глубина продавливания и скорость

протекания этого процесса зависят от физико-механических характеристик грунта (плотность, влажность, гранулометрический состав).

Рассмотрим задачу перерезания кустарника (ствола), лежащего на поверхности почвы, тяжёлой мелиоративной бороной БМН-2,5. Для решения рассматриваемой задачи технологический процесс можно разделить на три этапа.

1. Наездом трактора с устройством укладки кустарника заранее укладывается кустарник на почву.
2. Вдавливание стволов древесины в почву под давлением диска.
3. Разрезание ствола кустарника.

Наездом тяжёлой мелиоративной бороны БМН-2,5 вдавливается кустарник до тех пор, пока не возникнет равновесие ( $G=F$ ) вертикальной нагрузки ( $G$ ) диска на древесину и реакции почвы ( $F$ ) на древесину равной противодействующей силе, после этого происходит процесс перерезания древесины.

### Вдавливание ствола кустарника в грунт

Определение закона взаимодействия ствола и грунта представляет интерес в вопросе перерезания кустарника, лежащего на поверхности почвы тяжёлой мелиоративной бороной БМН-2,5. Грунты различаются по структуре, форме и укладке твердых частиц, содержанию воды и воздуха. Следствием этого является большое многообразие механических свойств грунтов при динамических и статистических воздействиях.

Для грунтов малой и средней влажности, т.е. состоящих из твердых частиц и воздушных включений, наличие больших объёмных необратимых деформации, т.е. необратимая сжимаемость, и наличие сдвиговых эффектов существенны. Такие грунты можно рассматривать как однокомпонентную пластически сжимаемую среду.

Определение максимально вдавливающей нагрузки на единицу длины (см. рис. 2).

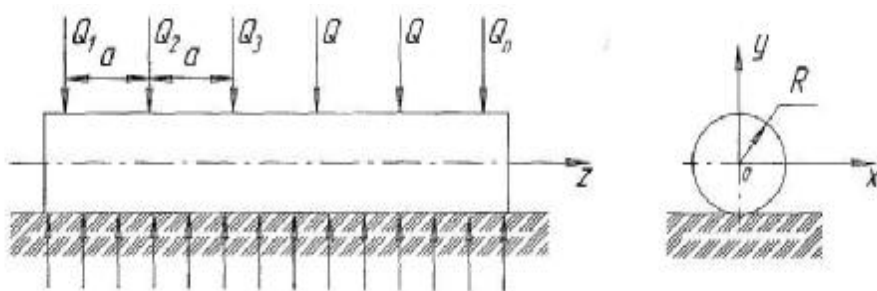


Рис. 2. Определение максимально вдавливающей нагрузки на единицу длины

$Q$ - усилие приходящееся на один диск;  $Q = 480 \text{ КГ}$

$a$  - расстояние между дисками;  $a=40\text{см}$

$n$ - количество дисков на батарее;  $n=6$

$P_{max}$  - максимальное усилие вдавливания на единицу длины вдоль оси  $Z$ ;

$$P_{\max} = \frac{n \cdot Q}{(n - 1) \cdot a};$$

Для получения равновесного состояния древесины в почве получаем необходимое усилие 14,1 кг на один см при усилии на один диск 480кг.

Давление ствола круглого поперечного сечения на пластическое тело.

Среда (грунт) – предельно пластический материал, т.е. не обладает упрочнением и является несжимаемым.

Диаграмма зависимости  $\sigma_i - \varepsilon_i$  изображается ломаной линией (рис.3), где:  $\varepsilon_s$  - деформации удлинения;  $\sigma_s$  - предел текучести (пластичности);

$S = k$  – интенсивность касательного напряжения;  $\tau_s$  - касательные напряжения;  $\gamma_s$  – деформации сдвига

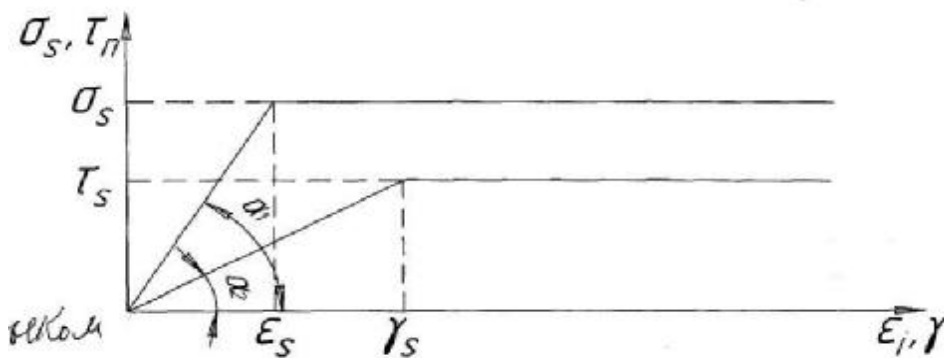


Рис. 3. Диаграмма зависимости  $\sigma_i - \varepsilon_i$

$$s_1 - s_2 = k = \frac{S_s}{3}; \quad F = \operatorname{tg} a_1 = \frac{S_s}{e_s}; \quad s_1 - s_2 = S_s;$$

$$G = \operatorname{tg} a_2 = \frac{t_s}{g_s};$$

### Вдавливание древесины в почву с трением

Между древесиной (штамп) и пластическим телом (грунт) возникает сила трения, максимальная величина которой постоянна.

Обозначим эту величину через  $t$  и введём для удобства угол  $\delta$  при помощи ра-

венства  $t = k \sin 2d$  или  $d = \frac{1}{2} \arcsin \frac{t}{k}$ ; вдоль участка AC постоянная

компонента (рис. 4)  $t_m = t = k \sin 2d$  при  $s_0 = 0$ ; имеет, приравнявая равнодействующую контактных напряжений сила давления штампа  $P$  взятой на единицу длины вдоль оси  $Z$ , обозначая через  $(r)$  радиус кривизны контура для круглого штампа, т.е. древесины  $r = R$ .

$$P = -2 \int_{g_0}^g s_n \cos a \, da - 2 \int_{g_0}^g t_m \sin a \, da$$

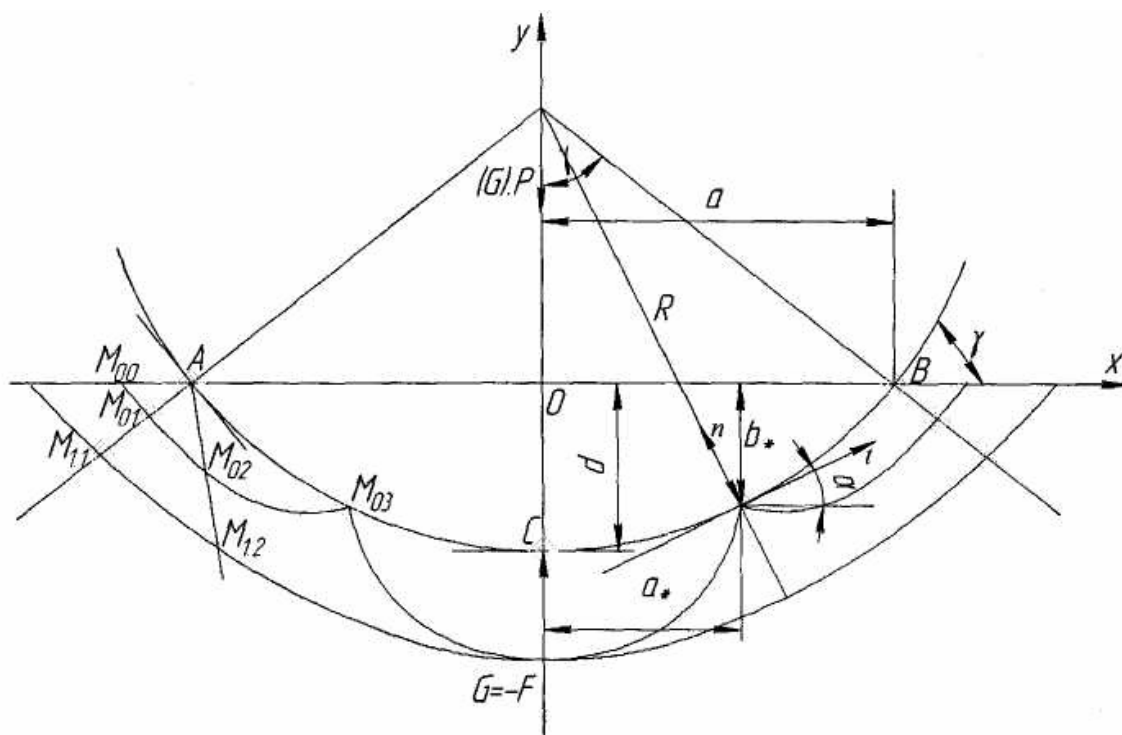


Рис. 4. Зависимость касательных напряжений от силы давления ствола кустарника ( $P$ ) на грунт

1) При  $\delta < \gamma_0$  сила трения достигает максимальной величины  $|\tau_{\text{тн}}| = t$  на всей линии контакта.

$$s_n = -k(p + 1 - 2a + \cos 2d)$$

$$t_m = -k \sin 2d \quad (1)$$

Сила давления штампа находится из следующего выражения:

$$P = 2k[a(p + 1 + 2d + \cos 2d) + d \sin 2d - 2 \int a \cos a \, da]$$

2) При  $g_0 \leq d \leq g$  у сила трения достигает максимальной величины  $|\tau_{\text{тн}}| = t$  лишь на некоторых крайних участках  $d \leq |a| \leq g$  линии контакта.

Через  $M_{03}$  точки линии контакта, где  $a = -\delta$  на среднем участке  $g_0 \leq |a| < d$  линия контакта  $|\tau_{\text{тн}}| < t$ . Нормальные и касательные напряжения на среднем участке линии контакта могут быть найдены по следующим формулам. Для правой линии контакта

$$s_n = -k(p + 1 + \cos 2a)$$

$$t_m = -k \sin 2a; \quad (g_0 \leq a \leq d) \quad (2)$$

Сила давления штампа  $P$  определяется из равенства

$$P = -2 \int_{g_0}^g s_n \cos a r d a - 2 \int_{g_0}^g t_m \sin a r d a$$

Путём подстановки (1) и (2) имеем

$$P = 2k[(p + 2)a_* + (p + 1 + 2d + \cos 2d)(a - a_*) + \sin 2db_* - 2 \int_0^g a \cos a r d a] \quad \text{Д}$$

для круглого штампа сила (P) выразится в зависимости от угла  $\gamma$

$$P = 2k[(p + 1 + 2d - 2g) \sin g + 2(\cos d + \cos g + \sin d) - \sin(2d - a)]$$

3). При  $\delta > \gamma$  сила трения нигде, на линии контакта не достигает максимальной величины  $|t_{\text{тн}}| < t$ , а под ней образуется область равномерного напряжённого состояния.

Нормальные и касательные составляющие напряжения вдоль всей линии контакта определяются по формуле (2).

Сила давления ствола кустарника (P) на грунт находится из выражения

$$P = -2 \int_{g_0}^g s_n \cos a r d a - 2 \int_{g_0}^g t_m \sin a r d a$$

Для круглого штампа (ствола) сила P в зависимости от угла  $\gamma$  будет

$$P = 2kR(p + 2) \sin g.$$

Разрезание наездом диска бороны БМН-2,5 ствола кустарника одним нормальным давлением.

Из опытов, проведённых ВНИИГиМ на объектах мелиорации Дмитровского и Толдомского районов Московской области с применением тяжёлой мелиоративной бороны БМН-2,5, установлено, что диск бороны разрезает древесину (кустарник) поперёк волокон при наезде диском (бороной) на кустарник (рис. 5). Наезд диска на лежащую на почве древесину и процесс разрезания можно рассматривать как разрезание древесины при действии одной нормальной и касательной сил не сразу на всю толщину разрезаемого материала, а отдельными тонкими слоями.

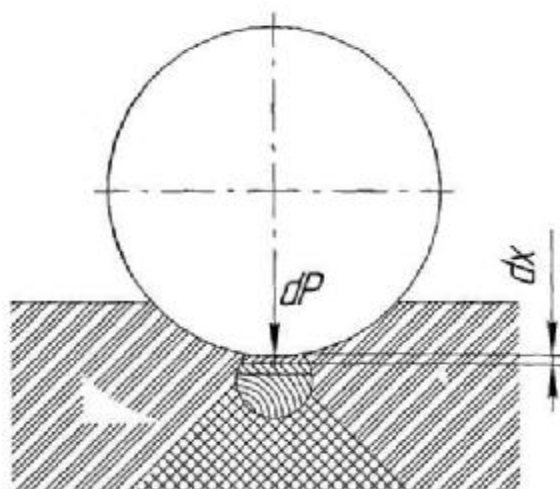


Рис. 5. Разрезание ствола кустарника после вдавливания в грунт

Разрезание ствола диском можно рассматривать как разрезание древесины клином. Наибольшие деформации при разрезании клином (диск) возникают от сжатия срезаемого слоя (разрезаемого материала). Вследствие этого, с известной степенью допущения, можно резание древесины кустарника диском рассмотреть как процесс пластического сжатия. Это положение дает возможность построить физическую теорию резания материалов клином (диск). При разрезании тонкого слоя древесины, как и при сжатии, допускается, что между приложенной силой  $dP$  и разрезаемым тонким слоем  $dx$  существует политропическая зависимость. Усилие  $dP$  необходимое на разрезание слоя древесины толщиной  $dx$  (рис) выразится уравнением:

$$dP = C_H \cdot d(x^{-m}).$$

Полное усилие, затрачиваемое на разрез всего ствола толщиной  $h$  т.е. диаметром ( $d$ ), равно сумме усилий, необходимых на разрезание отдельных тонких слоев древесины, и определяется уравнением:

$$P = \int_0^h C_H \cdot d(x^{-m}) = \frac{C_H \cdot h^{1-m}}{1-m}$$

Заменив  $\frac{C_H}{1-m} = C$  и  $1-m = -n$ , получим:

$$P = C \cdot h^{-n} + k_H; \text{ где } C \text{ и } n - \text{ постоянные.}$$

Определение максимального радиуса древесины перерезаемого бороной:

$Q$  – усилие на один диск бороны;

$D$  – диаметр перерезаемого бороной кустарника;

$I_x$  – центральный главный момент инерции круглого поперечного сечения;

$[t]$  – допускаемое касательное напряжение на срез поперёк волокон;

$S_x$  – статистический момент отсеченной части круглого поперечного сечения;

$b$  - максимальная ширина отсечённой части.

$$S_x = \frac{2R^3}{3} (\text{см}^3)$$

$$t_{\max} = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot b} \geq [t]$$

$$b=2R \text{ (см)}$$

Подставляя в формулу (1) свои значения, получим

$$t_{\max} = \frac{Q \cdot 2R^3 \cdot 4}{pR^4 \cdot 3 \cdot 2R} = [t]_{\max}$$

Из этой формулы можно найти максимальный радиус ( $R_{\max}$ ).

На основе данной теории можно определять технологические параметры процесса измельчения кустарника тяжелой дисковой бороной.

Литература

1. В.В.Соколовский. Теория пластичности. Изд.Академии наук СССР: М., Л., 1946
2. А.Я.Сагомоян . Проникание. Изд. Моск. Унив.; 1974
3. В.А.Камышев .Диссертация на тему: Исследование резания древесины кустарника ножом кустореза пассивного действия. М. – 1965
4. Кизяев Б.М., Мамаев З.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины. «Ассоциация ЭкоСт», Москва, 2003

УДК 631.31: 631.6

## **ПРОБЛЕМЫ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

А.А. Левчиков, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Неудовлетворительное состояние большей части сельхозугодий России, постоянная угроза засух, большое разнообразие и сложность почвенно-климатических условий, снижение плодородия почв и в то же время необходимость гарантированного обеспечения потребности населения России в сельхозпродукции определяют как основную задачу АПК России - плановое увеличение площадей орошаемых земель.

Опыт эксплуатации орошаемых земель показывает, что уже через 10...15 лет после начала орошения, на значительной части орошаемых и прилегающих к ним богарных земель появляются признаки засоления, вызванные подъёмом уровня минерализованных грунтовых вод (А.М.Матвеев, 1990). Примерно такие же по длительности сроки между сдачей в эксплуатацию орошаемых земель и их заболачиванием отмечены и в зарубежных источниках (Д. Лютин, 1957).

Для приведения деградированных орошаемых земель в «рабочее» состояние необходимо провести их реконструкцию. Это предполагает в кратчайшие сроки проведение ряда технологических операций, направленных на строительство закрытого глубокого дренажа. При этом желательно, чтобы этот дренаж был высокоэффективным сооружением, способным отвести грунтовые воды до необходимого уровня от поверхности земли и сдерживать УГВ достаточно длительное время. Возможно ли это сделать при наличии существующих средств механизации и способов строительства коллекторно-дренажной сети? Быстро и с низкими капиталовложениями невозможно. А при площадях, где необходимо проводить реконструкцию деградированных орошаемых земель (1,7 млн.га), необходимые капиталовложения становятся такими большими, что возможность их выделения из существующего бюджета РФ даже не рассматривается.

Для решения вопросов быстрого введения деградированных орошаемых земель в сельскохозяйственную эксплуатацию необходимо решить следующие вопросы:

- разработать способ, средства механизации и технологические приемы для укладки дренажной трубы на глубину до 4 м в грунтах при максимальном уровне грунтовых вод над дренажной линией;

- усовершенствовать конструкцию дренажной пластмассовой трубы, повысив ее водопримную способность, т. к. установлено, что при укладке такой трубы в жидкий грунт происходит интенсивное кольматирование водопримных отверстий.

Решение этих вопросов позволит изготовить необходимое количество специальных дренаукладчиков, способных в короткое время уложить глубокий дренаж во влажных грунтах независимо от глубины УГВ с минимальным отводом земли под строительство и минимальными капитальными затратами.

В 1987 г. ВНИИГиМ (авторы А. А. Левчиков, Р. П. Полад-Заде и Е.Д.Томин) был разработан дренаукладчик ДУ-4001 «Арал», изготовлен его опытный образец и испытан.

Дренаукладчик (рис.1) представляет собой самоходную гусеничную машину, выполненную на базе узлов тракторов К-701М и Т-130. Рабочий орган дренаукладчика цепной, навесного типа, привод механический. Особенностью рабочего органа является применение узкой цепи шириной 0,40 м с разрыхляющими и транспортирующими элементами. Вращение цепи осуществляется в направлении движения машины (против часовой стрелки), разработка грунта осуществляется в передней нисходящей части цепи, при этом рыхлящие элементы разрыхляют грунт, а транспортирующие (скребки) переносят его через нижнюю точку активного рабочего органа в зону разгрузки, осуществляемую на восходящей части цепи сзади рабочего органа. Разгрузка транспортирующих элементов, инерционно-гравитационная, осуществляемая за счет угла наклона восходящей части цепи к горизонту. За активным рабочим органом расположен бункер дренаукладчика с направляющим желобом для укладки пластмассовой дренажной трубы повышенной водопримной способности. Под действием тягового усилия движителя бункер протягивается в заполненной разрыхленным влажным грунтом траншее. При этом увеличение влажности разрыхленного грунта способствует снижению требуемого тягового усилия. Бункер с трубоукладочным устройством выполнен в виде конструкции коробчатого сечения с шириной меньше ширины траншеи. Благодаря этому разрыхленный рабочим органом грунт проходит в пространствах между стенками бункера и трубоукладчика с минимальным выносом на поверхность траншеи.

Преимуществом разработанного оригинального дренаукладчика «Арал» является возможность и подтвержденная высокая эффективность работы его на переувлажненных грунтах с УГВ выше глубины укладываемого дренажа. Кроме этого, при испытаниях дренаукладчика «Арал» было отмечено следующее:

- тяговое усилие, необходимое для работы, составляет не более 7т. с.( при 70т. с. у БДМ-302А);

-глубина укладки пластмассовой гофрированной трубы  $\Phi$ 150 мм достигает 4 м;

- увеличено время работы быстроизнашивающихся частей активного рабочего органа в 1,5...2 раза;

- при эксплуатации дренаукладчика типа «Арал» не происходят явления физического воздействия на дренажную трубу, такие как обрушение стенки траншеи и др;

- стоимость строительства дренажа снижается по сравнению со строительством с применением всех других типов экскаваторов-дреноукладчиков.

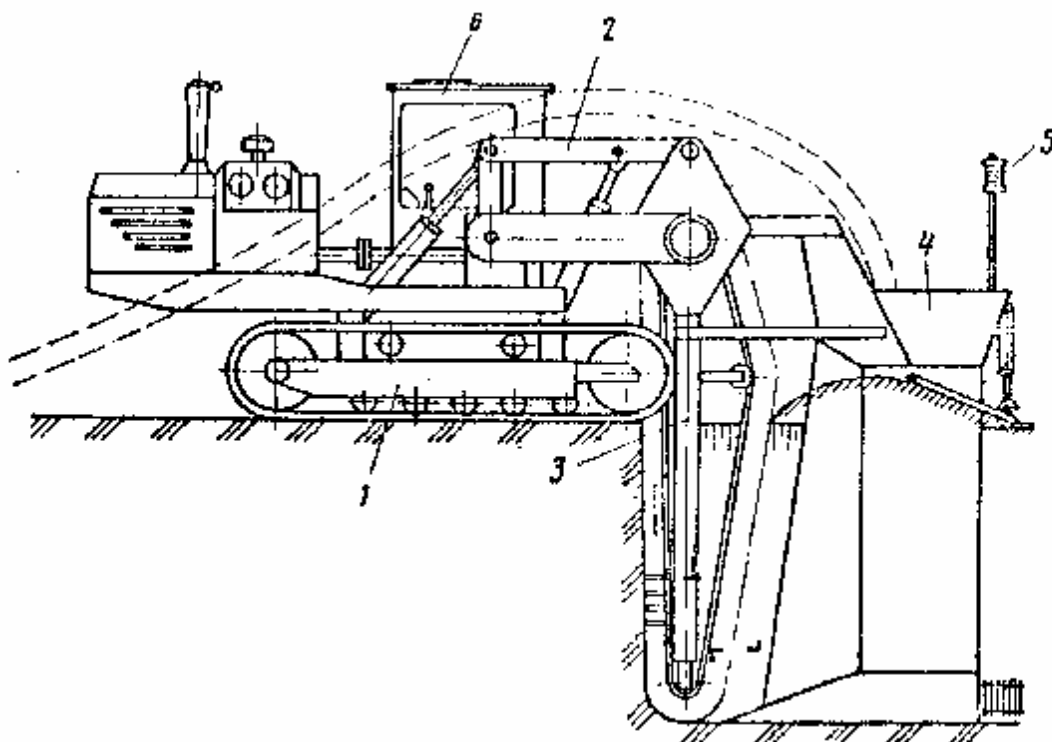


Рис.1 Конструктивная схема дреноукладчика для строительства горизонтального дренажа на орошаемых землях:

1 – гусеничная тележка; 2 – система управления рабочим органом; 3 – рабочий орган активного типа; 4 – трубоукладчик; 5 – приемник лазерного управления рабочим органом; 6 – кабина машиниста

Уложенные дреноукладчиком типа «Арал» пластмассовые, гофрированные дренажные трубы, при укладке обволакиваются разжиженным грунтом и испытывают, в основном, равномерно распределенное давление на свои стенки. При этом, необходимо отметить, что по распространенной технологии укладки дренажа, между грунтом и дренажной трубой, расположены два, или больше слоя фильтра, которые создают препятствие для движения дренажной воды в полость трубы, а кроме того перфорация гофрированной трубы составляет 7-11% от всей поверхности трубы. Такая конструкция дренажной системы уменьшает скорость потока дренажной воды в полость дрены, а значит увеличивается время, необходимое для вывода деградированных орошаемых земель из кризиса.

Для решения этого вопроса были предприняты попытки создать специальную дренажную трубу, которая должна была соответствовать следующим требованиям:

- иметь максимальную водоприемную способность;
- иметь достаточную прочность при укладке её в грунт;
- должна состоять из элементов или частей, которые производят на термопластавтоматах, что позволит значительно сократить стоимость 1 м трубы и производить её сборку возможно ближе к месту использования;
- окончательная сборка трубы с обмоткой её фильтром должна осуществляться непосредственно на дренаукладчике, перед укладкой её в грунт;
- труба не должна иметь монтажных стыков по длине;
- диаметр и форма трубы не должны быть ограничены по размеру.

От разработки такой конструкции дренажной трубы зависело, насколько успешно и эффективно будут работать дренажные системы, уложенные дренаукладчиком типа «Арал». Конструкция такой трубы была разработана и запатентована (Патент № 2218460, с приоритетом от 14. 05. 2002г.). Эта дренажная труба состоит из каркаса, который включает поперечные и продольные элементы, скреплённые между собой. Все элементы трубы изготавливаются в пресс-формах термопластавтоматов и могут поставляться заказчику россыпью, что значительно сокращает затраты на транспортировку труб. Водоприёмная способность таких труб составляет до 80% от всей поверхности. В транспортном положении 10 м каркаса укладывается в 2 м. Разработано несколько вариантов сборки каркаса трубы с возможностью увеличения прочности стенок. Окончательная сборка трубы с обмоткой фильтром типа «Фрислон» и укреплением леской или шпагатом производится перед укладкой трубы в грунт траншеи.

Для определения потребности России в дренаукладчиках типа «Арал», проводят расчет в машинах и материалах исходя из средних (достигнутых при испытаниях) технических показаний дренаукладчиков типа «Арал»:

- сменная производительность – до 1000 м, годовая производительность – 200 км/год;
- стоимость дренаукладчика (по расценкам завода) – 125 тыс. долл. США;
- плотность дренажа на гектар, не менее – 100 м дренажных труб Ø 150 мм;
- выпуск и подготовка дренажных труб – по необходимости, их стоимость зависит от метража (чем больше, тем дешевле), гарантийная стоимость 1 м трубы Ø150 мм на 2-3 долл. США дешевле, чем стоимость 1 м гофрированной трубы Ø150мм фирмы “ RENAУ” Германия.

УДК 631.512

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО РЫХЛЕНИЯ ДЛЯ ОСТРУКТУРИВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ**

З.М. Маммаев, д.т.н., Б.А.Аллаев  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Общеизвестно благотворное влияние оструктурирования тяжелых (глинистых, суглинистых) почв путем глубокого сплошного рыхления статическими одно-, двух- и трехстоечными рыхлителями, агрегатируемыми с колесными и гусеничными тракторами кл. 1,4; 3; 5; 10.

Статические (пассивные) рыхлители на указанных тракторах РС-0,8, РГ-0,8, РУ-65.2,5 позволяют выполнять рыхление тяжелых почв на глубину от 0,5 м до 0,8...1,2 м с достаточно высокой производительностью 0,3...0,8 га/ч. Они мобильны, могут перебрасываться с объекта на объект на собственном ходу. Вместе с тем, статическим рыхлителям свойственны такие недостатки, как потребность в больших тяговых усилиях и образование после рыхления крупноглыбистой структуры почвы на глубине 0,3...0,8м, которая, хотя и достаточно эффективно способствует проникновению в подпочвенные слои воды, воздуха, тепла и питательных веществ, но все же не является оптимальной, т.к. в почве создаются в большом количестве фракции размером в поперечнике от 150 до 350 мм с ненарушенными ядрами. Эти фракции замедляют почвообразовательные процессы, ускоряют процесс рекольтации щелей между крупными комками и способствуют обратному уплотнению подпочвенных слоев почв.

Анализ зарубежного и отечественного опыта показывает, что наметившаяся в последние 10-15 лет тенденция широкого внедрения технологии оструктуривания тяжелых почв вибрационным рыхлителем обоснована и весьма перспективна.

Вибрационное рыхление имеет ряд технологических и качественных преимуществ перед рыхлением орудиями статического воздействия на грунты, т.е. пассивным рыхлением. Опыт применения рыхлителей ТЛГ-12, «Брениг» (ФРГ), «Вибролаз-80» (Венгрия), отечественного РВШ-0,8 позволил выявить основные преимущества этого способа рыхления. К ним относится высокое качество рыхления: до 80% фракций почвы после рыхления имеют размеры 150 мм и менее в поперечнике, т.е. мы получаем мелкокомковатую структуру почв, близкую к идеальной. Вторым преимуществом является возможность выполнить обработку почвы с применением одних тяжелых мелиоративных или сельскохозяйственных борон типа БДМ-2,5М, БМН-2,5, БДТ-3, БДТ-7 и БДТ-10, исключая при этом такие операции, как пахота плугами с оборотом пласта. Для дальнейших исследований и развития технологий мелиорации тяжелых почв в ВНИИГиМ создан вибрационный рыхлитель РВ-0,8, агрегируемый с тракторами Т-130БГ-1, Т-170БГ-1 болотной модификации, снабженными ходоуменьшителем и бульдозерной лопатой (рис.1). Рабочий орган крепится к задней части несущей рамы трактора.

Рабочий орган вибрационного рыхлителя РВ-0,8 состоит из активных и пассивных элементов - стоек. Пассивные (неподвижные) стойки (3) соединены с рамой неподвижно. Активные (подвижные) стойки (2), к нижней части которых прикреплен рыхлительный лемех, совершают сложные колебательные движения. Привод рабочего органа гидромеханический, передача мощности осуществляется от гидромотора и редуктора на три эксцентриковых вала, соединенных с подвижными рыхлительными стойками. Гидромотор и редуктор крепятся на навесной тракторной раме. Для предотвращения поломки при встрече с препятствиями предусмотрены амортизаторы (7), представляющие собой набор тарельчатых пружин. Силовая установка, состоящая из дизеля и гидронасоса (10), с помощью которой осуществляется привод рабочих органов, смонтирована на бульдозерном отвале впереди трактора.

Управление трактором и передней силовой установкой размещено в кабине трактора.

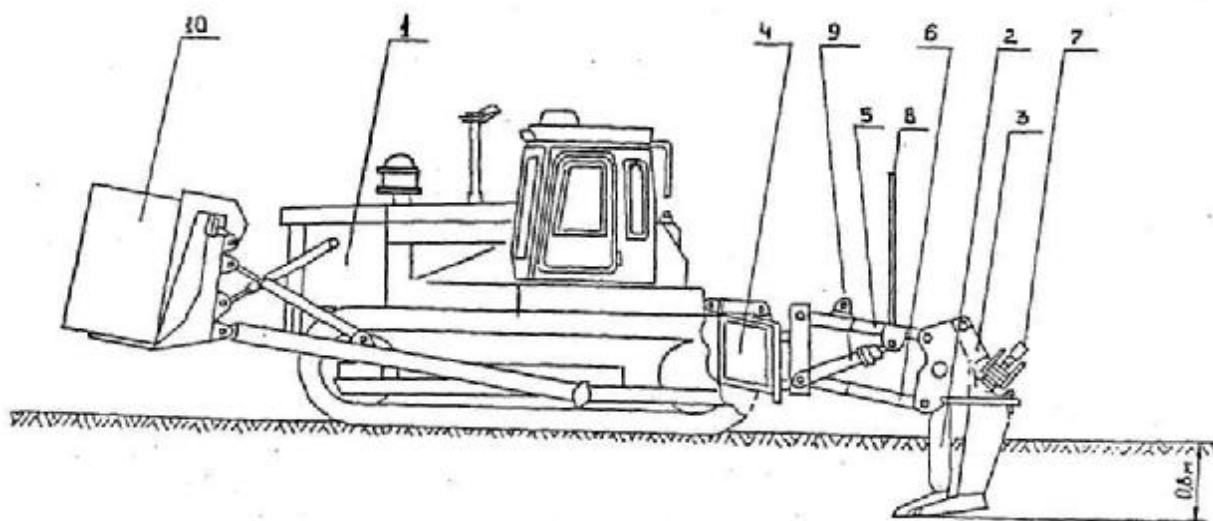


Рис. 1. Принципиальная схема рыхлителя РВ – 0,8:

1 – трактор (базовая машина); 2 – подвижная стойка; 3 – неподвижная стойка; 4 – навеска (кронштейн в сборе); 5 – верхняя рама; 6 – нижняя рама; 7 – амортизатор; 8 – указатель глубины рыхления; 9 – гидрооборудование; 10 – силовая установка (автономная насосная станция)

Технико-эксплуатационные характеристики современных отечественных и зарубежных рыхлителей приведены в таблице 1.

Нами выполнен предварительный анализ эксплуатационно-технологических и качественных показателей вибрационных рыхлителей в сравнении с наиболее распространенными пассивными отечественными рыхлителями, которые приведены в таблице 2.

Анализ данных таблицы 2 позволяет сделать следующий вывод: качество работ при вибрационном рыхлении безусловно выше. Данный вывод подтверждает полученный в результате исследований фракционный состав, а также коэффициенты полноты рыхления и разрыхления. Предложенный нами условный показатель качества подготовки почвы учитывает, наряду с качеством от собственно рыхления, влияние на подготовку почвы к сельскохозяйственным работам возможных операций по вспашке и дискованию.

На лугопастбищных угодьях, особенно при их коренном улучшении, условный интегрированный показатель (УИП) также достигает довольно высокого значения (0,85-0,9), хотя и уступает той же технологии, применяемой на пашне. Это объясняется наличием на лугопастбищных угодьях кочек, мелких камней, дернины, иногда и мелкого кустарника, которые препятствуют достижению высокого качества подготовки почвы.

**Таблица 1.** Сравнительные технико-эксплуатационные показатели пассивных и активных (вибрационных) рыхлителей

№ п/л	Показатели	Ед. изм.	РУ-65.2,5	РГ- 0,8	РС-0,8	Брениг Н-К 1/650(ФРГ)	ТЛГ-12 (ФРГ)	Вибролаз -80 (Венгрия)	РВШ-0,8	РВ-0,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Базовый трактор		Т-130Г-3	Т-130Г-3, К-701	Т-130Г-3, К-701	Гусеничный трактор	Т-130БГ-1	Т-130Г-3, К-701, «Zetor»	ДТ-75	Т-130БГ-1
2	Тяговый класс	кН	100	100	50, 100	150	100	30, 50, 100	100	100
3	Мощность	кВт	118	118, 220	118, 220	132	103	ПО, 118,220	55	103
4	Мощность дополнительного дизеля для привода рабочих органов	кВт					43			44
5	Способ рыхления	-	пассив.	пассив.	пассив.	активный	активный	активный	активн.	активный
6	Количество стоек	шт.	2	1, 2, 3	2, 3	2, 4	3	2, 5	3	3
7	Глубина рыхления	м	0,65	0,8	0,8	до 1.0	до 1.0	0,8	0,8	до 1.0
8	Ширина захвата	м	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,1	2,4
9	Производительность	га/ч	0,3-0,6	0,5	0,8	0,2...0,4	0,47	0,3...0,4	0,25	0,48
10	Рабочие скорости	км/ч	3,7	2,9... 4,2	2,9.. 4,2	2,0	2,0	2,9...3,5	1,5	2,0
11	Масса трактора	кг	1250	2300	1080	4600	4600	2260	4400	4600

**Таблица 2.** Технологические и качественные показатели пассивных и вибрационных рыхлителей

№ п/п	Технологические операции	Показатели	Ед. изм.	РУ-65.2,5	РС-0,8	РГ-0,8	ТЛГ-12 (ФРГ)	Вибролаз-80	РВ-0,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Рыхление	Трудоемкость	чел. ч/га	2,22	1,25	1,43	2,13	2,86	3,1
		Удельная энергоёмкость	кВт. ч/га	262,2	200-275	168,6	310,6	337,1	306,2
		Удельная металлоёмкость	т.ч/га	34,6	16,97	30,2	45,5	42,17	46,14
2	Вспашка	Трудоемкость	чел.ч/га	1,16	1,16	1,16	-	-	-
		Удельная энергоёмкость	кВт. ч/га	77,1	77,1	77,1	-	-	-
		Удельная металлоёмкость	т.ч/га	7,6-7,9	7,6-7,9	7,6-7,9	-	-	-
3	Дискование	Трудоемкость	чел.ч/га	0,36	0,36	0,36	0,39	0,41	0,38
		Удельная энергоёмкость	кВт. ч/га	19,8	19,8	19,8	18,5	18,9	18,5
		Удельная металлоёмкость	т.ч/га	3,8	3,8	3,8	3,4	3,6	3,4
4	Итого	Трудоемкость	чел.ч/га	3,74	2,77	2,95	2,52	3,27	3,48
		Удельная энергоёмкость	кВт. ч/га	359,1	333,9	265,5	329,1	356,0	324,7
		Удельная металлоёмкость	т.ч/га	42,14	28,52	41,75	48,9	45,67	49,62
		Коэффициент полноты рыхления, Кп	-	0,62	0,67	0,65	0,85	0,80	0,85
		Коэффициент разрыхления, Кр	-	1,2	1,21	1,2	1,35	1,28	1,36
		Размеры и соотношение фракций, мм:							
		свыше 200		17,6	15,9	15,8	3,9	5,2	3,8
		200-100		23,2	21,8	24,3	4,5	6,1	4,6
		100-50		19,7	23,8	21,7	6,8	10,5	6,6
менее 50		39,5	38,5	38,2	84,8	78,2	85,0		
		Условный интегрированный показатель качества подготовки почвы (УИП)	-	0,49	0,52	0,50	1,0	0,98	1,0

Данные таблицы получены по итогам исследований авторов и путем анализа и обобщения материалов по рыхлению тяжелых почв, выполненных во ВНИИГиМ, УкрНИИГиМ, СевНИИГиМ, БелНИИМ и ВХ в 80-х годах прошлого века.

Качество рыхления, в частности фракционный состав взрыхленного грунта, коэффициенты разрыхления и полноты рыхления сильно зависят от влажности почвы и нижележащих слоев в период проведения работ. На рисунке 2 приведена зависимость коэффициента полноты рыхления  $K_p$  от влажности почвы  $W$ .

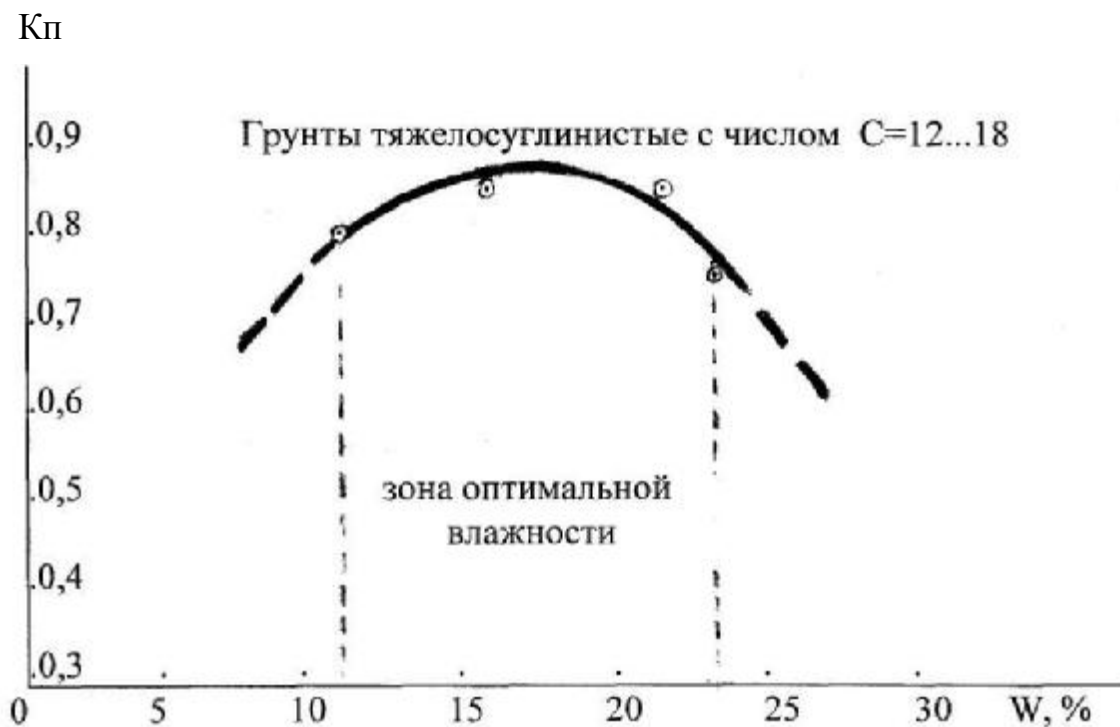


Рис. 2. Зависимость коэффициента полноты рыхления  $K_p$  от влажности почв  $W$

Из графика видно, что зависимость коэффициента полноты рыхления  $K_p$  от влажности почвы имеет явно выраженную параболическую форму с экстремумом наверху, что указывает на наличие оптимальной зоны влажности, при которой рыхление происходит наиболее эффективно. Эта зона находится в пределах 12...23. Дальнейшее снижение влажности приводит к резкому ухудшению качества крошения (крупноглыбистость) и повышению тягового сопротивления; повышение влажности - к возникновению обратного эффекта текучести и уплотнения грунта от вибрации и граница между зонами размывается.

Вибрационное рыхление для оструктурирования тяжелых почв (глинистые, суглинистые, генетически уплотненные грунты) является весьма эффективным способом, позволяющим получить высокое качество крошения почвы на глубине до 1,0м с мелкокомковатой структурой. Этот способ рыхления конкурентоспособен с пассивным рыхлением по технологическим и качественным признакам.

## Литература

1. Кизяев Б.М., Маммаев З.М., Кузнецов В.В. Вибрационное рыхление тяжелых и уплотненных почв. «Мелиорация и водное хозяйство» №9. 1989.
2. Кизяев Б.М., Маммаев З.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины. «Ассоциация ЭкоСт», Москва, 2003.
3. Руководство по глубокому рыхлению осушаемых минеральных почв ВТР-11-27-80, Москва. 1981.

УДК 631.62 : 633.2.03

### **ОСВОЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ С ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫМИ ПОНИЖЕНИЯМИ**

З.М. Маммаев, д.т.н., О.Ф. Першина, к.т.н.  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Мелиоративные и сельскохозяйственные машины на полях работают обычно загонным способом движения. При этом в местах постоянного разворота техники возникают уплотненные понижения. Площадь таких поворотных полос достигает от 0,1 до 0,2 га на гектаре и эти участки обычно не используются для выращивания сельскохозяйственных культур.

К тому же в условиях полного или частичного отсутствия эксплуатации и ухода за мелиоративными системами, земли вторично заболачиваются, зарастают кустарниковой растительностью и, как следствие этого, выбывают из сельскохозяйственного оборота.

Некоторая часть земель переувлажнена из-за образования бессточных понижений площадью от 0,2 га до нескольких гектаров. Такие земли быстро зарастают грубостебельчатой травяной и кустарниковой растительностью и, как правило, используются только для выпаса скота. Восстановление таких земель может быть выполнено простыми методами с небольшими трудовыми и финансовыми затратами. Полосе вдоль открытого канала придают поперечный уклон для предотвращения скопления вод на поверхности. Для ускоренного восстановления продуктивности земель с переувлажненными понижениями и поворотных полос часто достаточно проведение таких работ как глубокая первичная обработка почвы и тщательная планировка участков. Но иногда образовавшиеся понижения и поворотные полосы бывают такой глубины, что для введения их в сельскохозяйственный оборот необходимо производить подсыпки привозным грунтом толщиной 20-30см. Грунт доставляют на участки самосвалами, тракторными самосвальными тележками или прицепными скреперами типа ДЗ-33А, ДЗ-111А с вместимостью ковша 3 и 4,5 м<sup>3</sup>, которые базируются на тракторах ДТ-75, Т-4А. Если осваиваемый участок расположен так, что доставка грунта возможна с объекта, находящегося на расстоянии до 100 м, то подсыпка понижений грунтом осуществляется бульдозерами ДЗ-42Г, ДЗ-130 на базе трактора кл.3; ДЗ-101А на тракторе кл.4 или ДЗ-48 на базе трактора кл.5.

Планировку на мелиорируемых полях необходимо проводить до вспашки. В зависимости от площади вымочек и их состояния, глубины понижений проводят строительную или эксплуатационную планировку.

Грубая строительная планировка предусматривает заравнивание ям, срезку неровностей, бугров и др. При эксплуатационной планировке проводятся работы по выравниванию микрорельефа участка или выравнивание поверхности поля после выполнения грубых планировочных работ.

Строительную планировку обычно выполняют бульдозерами, грейдерами, скреперами. При выполнении строительной планировки добиваются сглаживания микрорельефа, перемещая почвогрунты на расстояние от 50 до 400 м.

Эксплуатационная планировка выполняется на площадях с неровностями микрорельефа не превышающими по ширине 20-25 м и по высоте 0,2...0,3 м длиннорельежными планировщиками П-4; Д-719; ДЗ-602; ДЗ-603 прицепными к тракторам Т-130 и К-701 и планировщиком ППА-3 полуприцепного к трактору ДТ-75Б. Количество проходов планировщика по одному следу зависит от микрорельефа обрабатываемого поля.

Для ликвидации мелких впадин и возвышений на поверхности поля, образующихся в результате обработки почвы и проходов техники, применяются выравниватели ВП-8; ВПН-5,6; волокуши, агрегируемые с тракторами классов 1,4 и 3,0. Выравнивание углов и других неудобных мест участка производится грейдерами – выравнивателями ГН-4,0; ГН-2,8.

Задачей первичной обработки земель является глубокая вспашка почвы с уничтожением дернины, кочек, заделки древесных остатков под пласт и создание нормальных условий для последующих сельскохозяйственных работ. При первичном освоении земель хорошо зарекомендовали себя дисковые мелиоративные бороны БДМ-2,5М и БМН-2,5 на тракторах К-701 и Т-130 (Т-170). Двумя перекрестными проходами бороны по диагоналям участка достигается эффективное размельчение пласта вместе с корнями мелкого кустарника (толщина ствола до 10 см) и заделка мелких древесных остатков в почву. Работа мелиоративных борон в качественном отношении существенно отличается от работы отвальных плугов. Дисковая мелиоративная борона производит обработку почвы с оборотом пласта на 110-130°. Борона обрабатывает почву на глубину до 35 см, хорошо разрыхляет ее на всю глубину обработки. Диски, располагаясь под углом 60-80° к поверхности земли, способствуют равномерному распределению гумуса почвы в обрабатываемом слое. Мелиоративными боронами при оптимальной влажности почвы 16-18% и рабочей скорости 5-7 км/ч достигается высокая степень крошения (75-80%).

Первичную обработку почвы часто приходится выполнять при повышенной влажности почвы, в таких случаях проводят дополнительную операцию – разделку пласта бороной БДТ-3; БДТ-7; БДТ-10 за один – два прохода в зависимости от типа почвы.

Часто для отвода из образовавшихся понижений избыточной воды недостаточно проведения планировки и агро-мелиоративных приемов обработки почвы, требуются дополнительные мероприятия. Для осушения бессточных понижений целесообразно устройство сети дренажных линий. Наиболее простым решением является устройство кротового или щелевого дренажа. На переувлажненных землях, осушаемых дренажем, кротование способствует ускорению отвода избыточных вод. На переувлажненных почвах, неосушенных дренажем землях, кротование применять нельзя. Здесь кротование будет спо-

способствовать длительному скоплению воды в подпахотных горизонтах и окажется вредным. На землях, осушаемых редкой сетью каналов, не обеспечивающих надлежащее дренирование почвы, кротование может принести тот же вред, что и на неосушенных дренажем землях.

На торфяных почвах применяют щелевой дренаж. Прокладка дрен в виде узкой траншеи-щели производится от канала.

Щелевание и кротование способствуют:

- более быстрому отводу избыточных вод с участка;
- более равномерному распределению влаги в почвенном профиле;
- улучшению аэрации пахотных и подпахотных горизонтов почвы.

Для улучшения агромелиоративного состояния земель ВНИИГиМ разработан щелерез-рыхлитель-кротователь ЩРК-0,6 на базе трактора класса тяги 3 (МТЗ-82). Щелерез-рыхлитель-кротователь представляет собой рабочий орган, навешиваемый на заднюю гидравлическую навеску трактора МТЗ-82 (рис.1). Навесное оборудование состоит из рамы, щелереза, ножа, формователя кротовин, рыхлительного лемеха (рис.2).

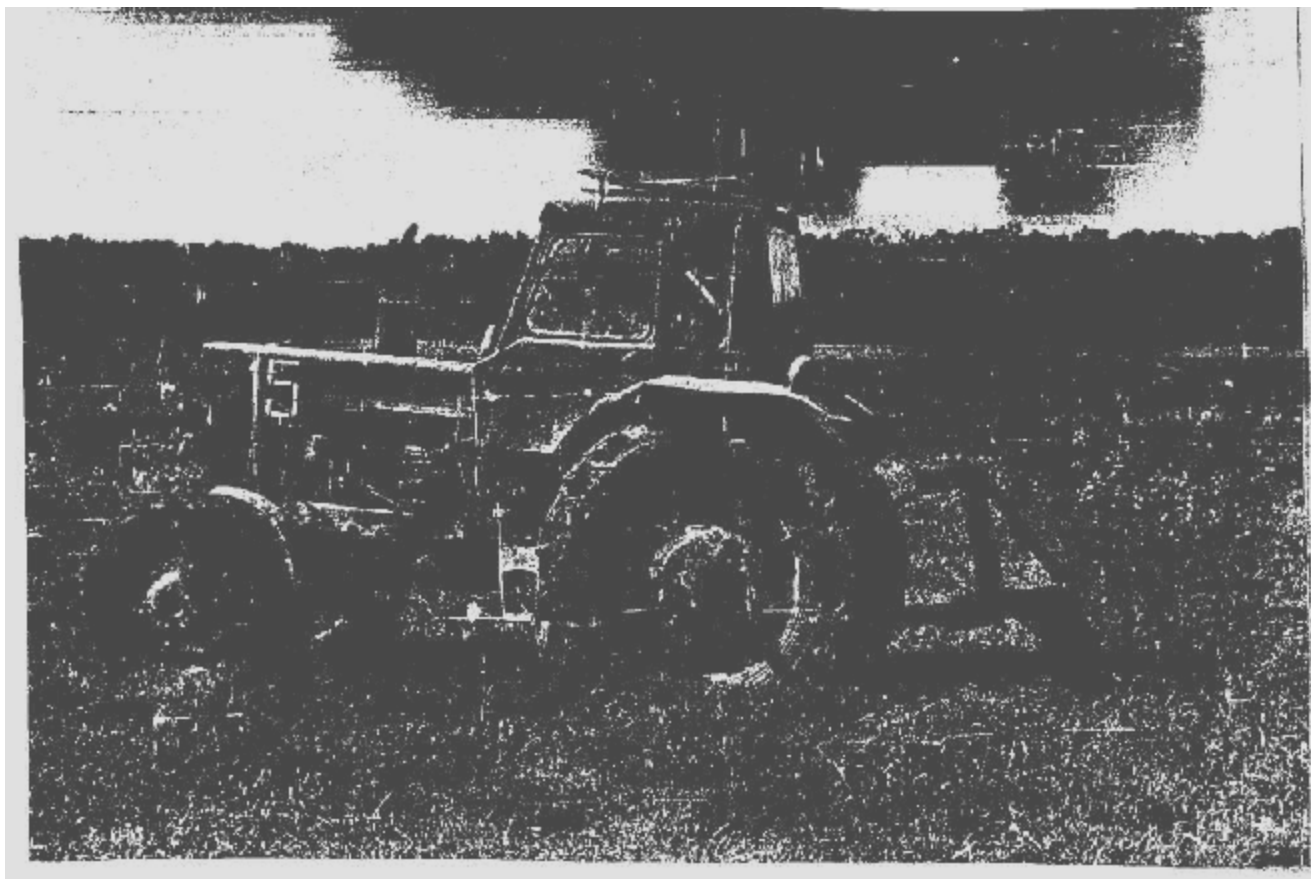


Рис. 1. Щелерез – рыхлитель - кротователь ЩРК- 0,6 в работе

Щелерез-рыхлитель-кротователь ЩРК-0,6 обеспечивает прокладку щелей, кротовых дрен и рыхление на глубину до 0,6 м с рабочей скоростью до 4,5 км/ч.

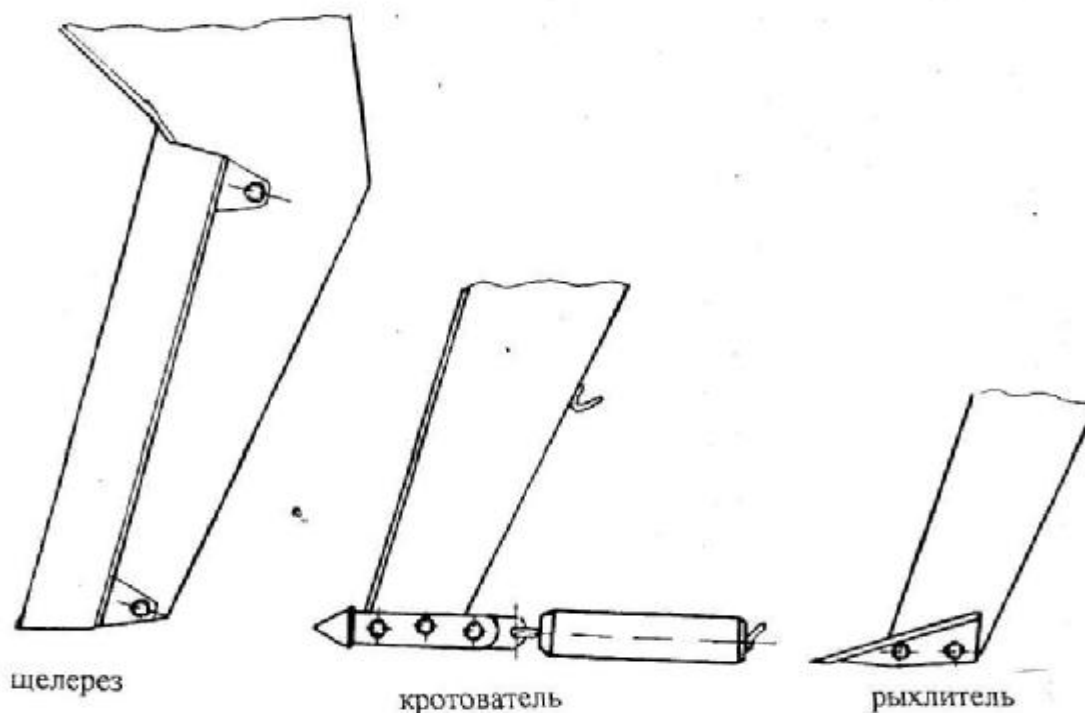


Рис.2. Навесное сменное оборудование ЦРК – 0,6

Кротование проводят под прямым или близким к нему углом к осушительным дренам, чтобы избытки воды через кротовины поступали в дренажи и отводились за пределы осушаемой площади. Этот угол должен быть не менее  $60^\circ$ . Прокладывать кротовины можно с откосов каналов. Глубина прокладки кротовых дренажей должна быть 40-60 см, во избежание разрушения кротовин от прохода над ними трактора, а также, чтобы не повредить материальный дренаж. Расстояние между кротовинами рекомендуется 1,0-1,5 м.

Бессточные понижения обычно образуются на тяжелых или вторично уплотненных почвах, где водопроницаемость верхнего пахотного слоя во много раз выше чем подпахотного. Коэффициент фильтрации таких почв достигает всего 0,01 м/сутки, а в большинстве случаев он ниже 0,1 м/сутки.

Для борьбы с генетическим и вторичным уплотнением применяют глубокое сплошное или полосовое рыхление на глубину 0,5-0,8 м с помощью рыхлителей пассивного или активного действия. В зависимости от гидрогеологических, почвенных и рельефных условий применяют:

- сплошное рыхление почвы;
- полосовое рыхление почвы;
- сплошное рыхление почвы с кротованием;
- рыхление-кротование, выполняемое в виде отдельных полос.

Сплошное рыхление с одновременным кротованием применяется при наличии на глубине ниже 65-70 см кротоустойчивых грунтов, при этом наряду с рыхлением верхнего (60 см) слоя почвы, на глубине 60-80 см закладывают кротовины.

Глубокое рыхление-кратование в виде отдельных полос выполняют в том случае, когда на глубине ниже зоны рыхления залегают кротоустойчивые грунты, а выше влажность почвы находится в благоприятном для выполнения рыхления состоянии.

Расстояние между отдельными полосами принимаются 2-2,5 м для глинистых почв, 3-4 м для суглинистых и 4-5 м для легких суглинков.

Глубокое рыхление выполняют в процессе основной обработки почвы: на глинистых почвах через 3-4 года, на тяжело- и среднесуглинистых через 2-3 года при влажности почвы в пахотном слое не выше 80% наименьшей влагоемкости. Наиболее благоприятными периодами для выполнения глубокого рыхления являются лето и осень до начала затяжных дождей. Рыхление проводят поперек дрен или под углом к ним. Допустимая глубина рыхления должна быть на 20-30 см меньше минимальной глубины закладки дрен.

Таким образом, простые агромелиоративные мероприятия, как планировка, рыхление, кратование и глубокая безотвальная обработка почвы, позволяют восстановить земли, имеющие переувлажненные понижения и повысить их с/х и экономическую эффективность.

Ускоренное освоение земель с участками, имеющими переувлажненные понижения, позволит в первые же годы перейти на общий уровень агротехники, включить их в сельскохозяйственный оборот для возделывания сельскохозяйственных культур и повысить валовую продуктивность тех же площадей.

## Литература

1. Б.М. Кизяев, З.М. Маммаев «Культуртехнические мелиорации: технологии и машины», -М. «Ассоциация Экост» 2003.
2. Справочник «Мелиорация и водное хозяйство», часть 2. Строительство, -М., 1984

УДК 631.62 : 633.2.03 : 633.2.04

## **ТЕХНОЛОГИИ РЕАНИМАЦИИ ЗАКОЧКАРЕННЫХ ЛУГО-ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ**

З.М. Маммаев, д.т.н., О.Ф. Першина, к.т.н, Ю.В. Мартынов  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В настоящее время более 40% земель, находящихся в сельскохозяйственной эксплуатации, особенно луга и пастбища, засорены кустарником, покрыты кочками. Из-за неудовлетворительного состояния естественных кормовых угодий возникают трудности в механизации работ по уходу за травостоем и сенокосной уборки. В результате от 15 до 18% таких сенокосов остаются не выкошенными.

Выродившиеся кормовые угодья требуют коренного улучшения и, как правило, осуществление этого мероприятия связано со значительными инвестициями, хотя они значительно ниже чем требуются в гидротехнические ме-

лиорации. Наибольшую трудоемкость составляет улучшение кормовых угодий, покрытых растительными кочками.

Технология освоения закочкаренных земель включает в себя уничтожение кочек, первичную вспашку, разделку пласта и прикатывание почвы. Выбор технологии и комплекса машин определяется типом и размерами кочек.

Мелкие растительные кочки могут быть запаханы без предварительного измельчения. Однако с целью ускорения минерализации органического вещества растительных кочек и мобилизации питательных элементов в почве лучше их измельчать. Обычно измельчение мелких кочек выполняют тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3,0; БДТ-7,0; БДТ-10; БД-10А. Количество следов дискования определяется в зависимости от связности кочек, мощности дернины и влажности почвы. На задернелых торфяно-болотных почвах дискование обычно проводят в два-три следа, на минеральных – три - пять.

Основным показателем степени разделки кочек перед вспашкой является размер кусков дернины, они не должны превышать 3 см. На сильно задернелых участках, покрытых мелкими кочками, при мощности дернового слоя 20 см и выше не всегда удается провести нужную поверхностную обработку дисковыми боронами. Здесь для разрушения дернового слоя и кочек применяется фрезерование болотной фрезой ФБН-1,5 в один – два следа.

Многократные проходы машин отрицательно влияют на почву, приводя к ее переуплотнению. А переуплотнение, как известно, вызывает нарушение водно-воздушного режима почвы и ухудшение условий развития сельскохозяйственных культур.

Отмеченные недостатки существующих технологий для уничтожения растительных кочек обусловили необходимость совершенствования и дальнейшего развития как технологий, так и техники для производства указанных работ при обеспечении высокого качества работ и минимизации числа операций.

Исследования развивались в двух направлениях:

- создание новых машин и технологий для уничтожения крупных кочек;
- расширение области применения серийно выпускаемых мелиоративных машин за счет совершенствования рабочих органов и технологических приемов.

Фрезерные машины МТП-42А, МТП-44 позволяют производить фрезерование кочек в зимнее время года, что очень важно для ранее освоенных торфяно-болотных почв, где природные условия не позволяют вести освоение закочкаренных земель летом.

Сущность технологии состоит в измельчении мерзлых кочек зимой фрезерными машинами МТП-42А, МТП-44А, вспашке и разделке пласта в весенне-летний период. В зимний период фрезеруют только наземную часть кочек при мощности снежного покрова до 40 см при глубине промерзания почвы более 10 см. Качество фрезерования обеспечивается при рабочей скорости агрегата 0,24 км/ч.

Технология освоения закочкаренных земель в зимнее время широко применялась в Тюменской области, где было освоено 6840 га переувлажненных торфяников, покрытых кочками.

Первичную обработку почв с малой мощностью гумусового горизонта и при наличии кочек высотой до 30 см эффективно проводить дисковой мелиоративной бороной БДМ-2,5М; БМН-2,5, обеспечивающей вспашку и рыхление почвы без оборота пласта.

Рабочими элементами являются сферические вырезные диски диаметром 1000 мм, что позволяет проводить обработку почвы на глубину 30-35 см.

При работе дисковой мелиоративной бороны сферические вырезные диски, свободно вращаясь, разрезают, сдвигают и оборачивают почвенный пласт на  $110-130^{\circ}$ , заделывают кочки в почву.

Разделка пластов после вспашки проводится тяжелыми дисковыми боровами БДТ-3,0; БДТ-7,0; БДТ-10; БД-10А. В зависимости от типа почвы разделку пласта проводят в разное количество следов: на торфяно-болотных почвах достаточно два следа, на минеральных – три. Первый след бороной делается вдоль пластов и лишь при повторном дисковании делается смещение заездов к направлению диагонали участка.

Прикатывание почвы является важным агротехническим приемом, который способствует доступу почвенной влаги в пахотный горизонт, более быстрому разложению запаханных дернины и кочек, выравниванию поверхности почвы. Его осуществляют гладкими водоналивными катками КВГ-2,5 или ЗКВБ-1,5 сразу же после разделки пласта.

Со временем почвы кормовых угодий сильно уплотняются, ухудшается их водный режим, замедляются микробиологические и биохимические процессы. Для улучшения условий произрастания трав проводят боронование, дискование. Однако глубина обработки боровами не превышает 20 см, что недостаточно для улучшения водно-воздушного режима почвы. Особенно затруднена обработка почв тяжелого гранулометрического состава, которые встречаются практически во всех природно-экономических зонах России. Одним из основных условий улучшения водно-воздушного режима и других свойств тяжелых почв является углубление пахотного слоя.

Для глубокого рыхления и обработки почв, в т.ч. переувлажненных и закочкаренных, ВНИИГиМ разработан совершенно новый тип орудия – роторный плуг-рыхлитель РПР-2,4. Роторный плуг-рыхлитель предназначен для глубокой безотвальной обработки тяжелых и уплотненных почв с целью аэрации и отвода избыточных вод с поверхности и из пахотного горизонта. Рабочий орган состоит из вала, на котором монтируется по 4 пары фланцев. На каждой паре фланцев устанавливается по 3 клыка. Сзади рабочего органа крепится барабан с мелкими ножами по периметру, которые измельчают верхний 10 см слой почвы (рис. 1).

В процессе движения рабочий орган разрабатывает почву на глубину 30-40 см шириной 2,0 м, без выворачивания подзола наверх, размельчая при этом верхний 10 см пласт. Испытания показали, что роторный плуг-рыхлитель обеспечивает рыхление тяжелых почв ( $C=9-15$ ) на глубину 0,4 м, и хорошую разделку верхнего 10-15 см слоя почвы для проведения с/х работ. Производитель-

ность плуга-рыхлителя составляет 0,653га/ч. Технология первичной обработки почвы с применением роторного плуга-рыхлителя позволяет снизить количество технологических операций, максимально сохранить плодородный слой почвы, проводить почвообработку при высокой влажности почвы. После работы роторного плуга-рыхлителя проводят дискование тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3,0; БДТ-7,0; БДТ-10; БД-10А.

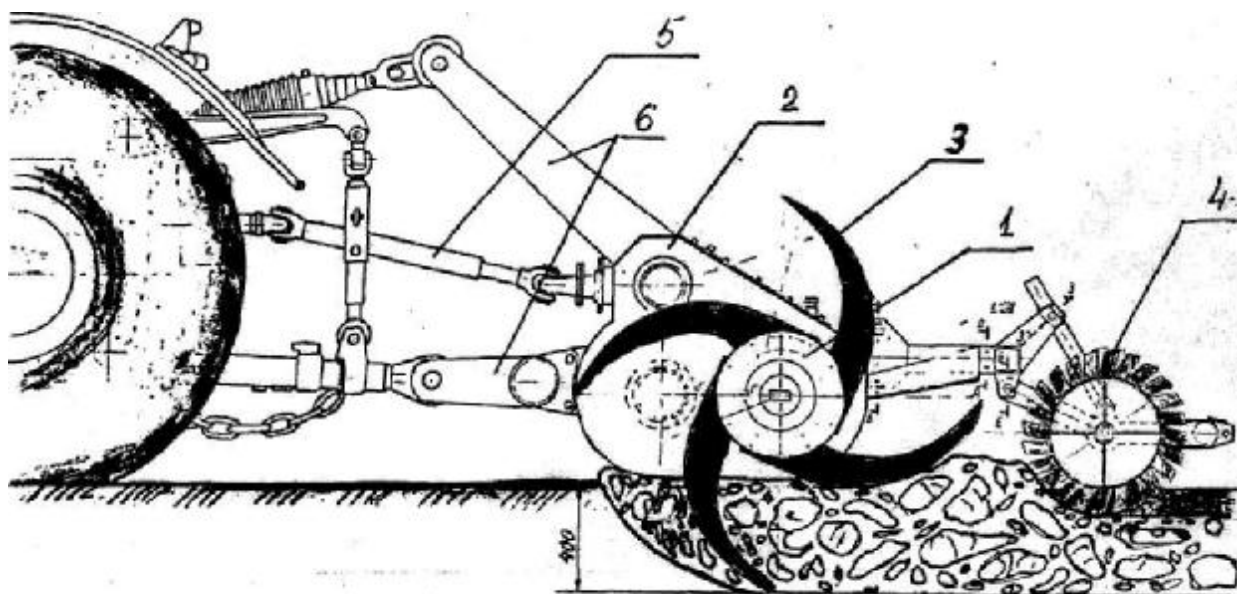


Рис. 1. Схема роторного плуга – рыхлителя РПР – 2,4:

- 1 – ротор; 2 – редуктор; 3 – съемные ножи (клыки);
- 4 – каток для измельчения; 5 – карданная передача; 6 – рама

Анализ показателей, приведенных в таблице 1 показывает, что предлагаемые технологии 2 и 3 для восстановления земель, покрытых кочками по затратам труда, энергоемкости и материалоемкости - более предпочтительны.

Применение новых технологий освоения заочкаренных земель с использованием мелиоративных машин создает условия для интенсивного ведения сельскохозяйственного производства. При соблюдении мероприятий, связанных с окультуриванием и рациональным использованием земли, можно достичь повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на 13-24% и достичь быстрой окупаемости капиталовложений в мелиорацию.

Кроме того, при применении третьего варианта с роторным плугом-рыхлителем РПР-2,4 позволяет рыхлить подпочвенный слой и сбросить туда поверхностные воды из пахотного горизонта, что особенно важно в периоды с большим количеством осадков.

**Таблица 1.** Технологии мелиорации заочкаренных земель

Операция	Машины	Производительность, га/ч	Затраты труда, чел.ч/га	Энергоемкость, кВт/га/ч	Материалоемкость, т/га/ч	
1. Фрезерование ко-чек за 1-2 прохода Вспашка  Разделка пласта в 2-3следа  Выравнивание и уплотнение почвы	Фреза ФБН-1,5	0,48-0,96	2,08-1,04	122,9-61,46	18,79-9,4	
	Плуг ПБН-75	0,35	2,86	168,6	25,54	
	ПБН-2-75	0,75	1,33	265,3	20,1	
	Борона БДТ-3,0	0,98-0,65	1,02-1,54	67,35-101,5	8,96-13,5	
	БДТ-7,0	2,8-1,87	0,36-0,53	71,1-106,4	6,04-9,03	
	БДТ-10	4,0-2,67	0,25-0,37	49,75-74,53	4,59-6,88	
	Каток ЗКВБ-1,5	1,75	0,57	37,7	6,83	
	В среднем по технологии:			4,82	406,95	49,62
	2. Безотвальная вспашка заочкаренных земель  Разделка пласта в 2-3 следа  Выравнивание и уплотнение почвы	Мелиоративная борона БДМ-2,5М (БМН-2,5)	1,2	0,83	165,8	13,75
		Борона БДТ-3,0	0,98-0,65	1,02-1,54	67,35-101,5	8,96-13,5
БДТ-7,0		2,8-1,87	0,36-0,53	71,1-106,4	6,04-9,03	
БДТ-10		4,0-2,67	0,25-0,37	49,75-74,53	4,59-6,88	
Каток ЗКВБ-1,5		1,75	0,57	37,7	6,83	
В среднем по технологии:			2,17	273,8	28,72	
3. Глубокая обработка почвы  Заделка растительных остатков в поч-ву  Выравнивание и уплотнение почвы		Роторный плуг-рыхлитель РПР-2,4	0,65	1,54	306,2	24,15
		Борона БДТ-3,0	1,96	0,51	33,6	4,48
		БДТ-7,0	5,6	0,18	35,5	3,02
		БДТ-10	8,0	0,125	24,88	2,3
	Каток ЗКВБ-1,5	1,75	0,57	37,7	6,83	
	В среднем по технологии:			2,38	375,22	34,25

Роторный плуг-рыхлитель РПР-2,4 имеет рабочий орган с серповидными резцами, вращающимися в направлении рабочего движения агрегата, т.е. осуществляет попутное фрезерование. При таком вращении в процессе работы происходит подталкивание трактора благодаря снижению общего тягового сопротивления грунта рабочему органу.

Рассмотрим некоторые вопросы кинематики и динамики роторного плуга-рыхлителя.

Рабочий орган ротора совершает вращательное и рабочее прямолинейное движение. При этом переносная скорость точки на окружности барабана многократно ниже относительной (окружной) скорости. По этой причине точка, лежащая на окружности вращения ножей, описывает бесконечную петлеобразную кривую – трохоиду, в отличие от циклоиды, описываемой свободно катящимся колесом (рис. 2).

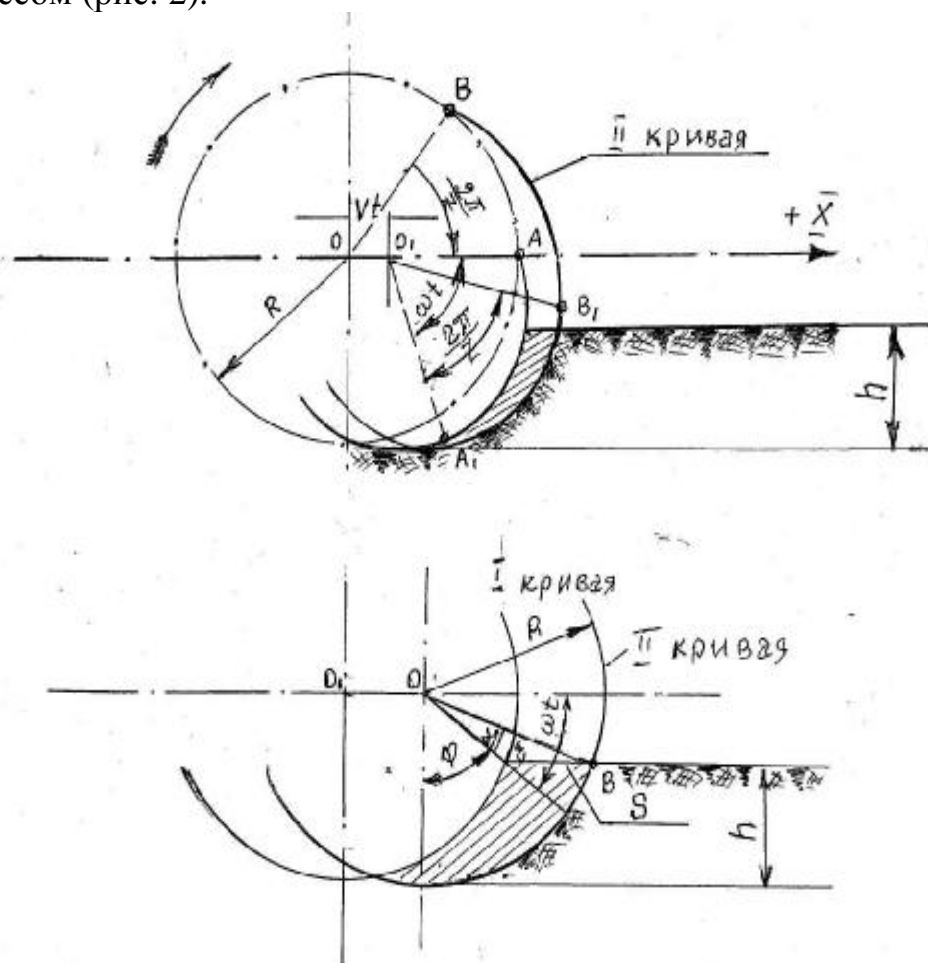


Рис.2. Схема движения рабочего органа роторного плуга-рыхлителя РПР-2,4

В начальный период времени центр фрезерного барабана находится в точке (O), а конец ножа рабочего органа в точке (A). За промежуток времени (t) ротор при постоянной угловой скорости его ( $\omega$ ), перевернулся на угол ( $\omega t$ ) и центр его переместился в точку ( $O_1$ ). Конец ножа рабочего органа за это же время перешел в точку ( $A_1$ ).

За начало координат примем точку (O). Направления координат примем, как это принято на рисунке.

Расстояние между соседними кривыми выражается формулой

$$S = X_2 - X_1 = V_0 \frac{2\pi}{\omega z} = \text{Const}$$

Абсолютная скорость на конце ножа ротора определяется из выражения

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2},$$

которая после преобразований примет вид:

$$V_a = V \sqrt{1 - 2 \frac{V_B}{V_0} \sin \omega t + \frac{\alpha V_B}{\xi V_0} \frac{\ddot{\theta}^2}{\theta}} \quad (1)$$

Как видно из формулы (1), абсолютная скорость ротора является величиной переменной и колеблется в пределах 5...6%, что неизбежно приводит к появлению динамических нагрузок в процессе работы. Поэтому этот фактор необходимо учитывать при просматривании как самих рабочих органов, так и их трансмиссий.

С учетом сказанного, координаты точки  $A_1$  определяются:

$$\left. \begin{aligned} X &= V_p t + R \cos \omega t \\ Y &= R \sin \omega t \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $R$  – радиус ротора по концам ножей;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата.

Уравнения изображают работу ротора в вертикальной плоскости в параметрической форме, где параметром является время ( $t$ ).

По истечении времени ( $t_c$ ) центр ротора перемещается в точку ( $O_1$ ) и соответственно точка ( $A$ ), в точку ( $A_1$ ), а точка ( $B$ ) в ( $B_1$ ).

В этом случае координаты точки ( $B_1$ ) будут определять уравнения:

$$\left. \begin{aligned} X_2 &= V_0 t + R \cos \xi \omega t - \frac{2p \ddot{\theta}}{z \theta} \frac{y}{\rho} \\ Y_2 &= R \sin \xi \omega t - \frac{2p \ddot{\theta}}{z \theta} \frac{x}{\rho} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $Z$  - число ножей в одной плоскости барабана.

Следует отметить, что расстояния между одними и теми же точками соседних кривых с равными ординатами являются величиной постоянной (const).

Главным показателем оценки любой новой машины, в т.ч. и роторного плуга-рыхлителя РПР-2,4, является энергоёмкость и обусловленная его производительность.

Для определения энергоёмкости роторных и фрезерных рабочих органов важнейшее значение имеет толщина стружки. Для этого существует ряд рекомендаций. Наиболее приемлемой формулой для условий фрезерования грунтов является выражение проф. Фишера, которая в принятых нами выражениях имеет вид:

$$\delta = S \sin \vartheta = S \cos \omega t, \quad (4)$$

где  $\vartheta$  - угол, соответствующий положению рабочего органа.

Энергоемкость, т.е. мощность затрачиваемая на осуществление рабочего процесса, может быть представлена следующей суммой составляющих:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 ,$$

где  $N_1$  - мощность, затрачиваемая на холостое движение машины;

$N_2$  - мощность, затрачиваемая на подачу рабочего органа вперед;

$N_3$  - мощность, затрачиваемая на фрезерование грунта;

$N_4$  - мощность, затрачиваемая на протаскивание пластинчатого катка для разделки почвенного слоя.

Мощность на рабочее передвижение машины  $N_1$  определяется по общеизвестной формуле с учетом сопротивления перекачивания колесного хода.

Мощность  $N_2$  на подачу рабочих органов вперед определяется из формулы:

$$N_2 = \frac{P_1 F_1 Z_1 B V_p}{75} ,$$

где -  $P_1$  - удельное сопротивление резанию штампом;

$F_1$  - сечение части внедряемой в грунт вперед серповидного ножа;

$Z_1$  - число одновременно находящихся в зоне дуги резания ножей.

Длина дуги серповидного ножа, соприкасаемая с грунтом при резании стружки определяется из выражения:

$$\arcsin (90^\circ - \vartheta) = \frac{R - h}{R}$$

Исходя из длины дуги устанавливается число одновременно работающих ножей в одной плоскости и по всей ширине захвата  $B$ .

Мощность, затрачиваемая на фрезерование грунта, определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{P S b R Z_1 n}{60 \cdot 75} ,$$

где  $b$  - ширина стружки;

$n$  - число оборотов ротора.

Предварительный расчет энергоемкости обработки почв роторным плугом-рыхлителем РПР-2,4 и его анализ показывают, что рабочий орган может агрегатироваться не только с энергонасыщенным трактором К-701, мощность которого в избытке, но и с трактором Т-150К или ЛТЗ-155 Липецкого тракторного завода с мощностями двигателей 150 л.с.

Этот вопрос актуален в связи с тем, что выпуск трактора К-701 прекращен, начат выпуск мощного К-500, стоимость которого пока для российских хозяйств запредельна.

## Литература

1. Х.Н.Стариков, В.М.Бублик «Сенокосы и пастбища в зоне осушения», М 1985
2. Справочник «Мелиорация и водное хозяйство», часть2. Строительство, М 1984
3. Е.И.Ельцов.»Справочник по проведению культуртехнических работ», М.1981
4. Б.М. Кизяев, З.М. Маммаев «Культуртехнические мелиорации: технологии и машины» «Ассоциация ЭкоСт», М 2003.

УДК 631.62

## **ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬ**

З.М.Маммаев, д.т.н., О.Ф.Першина к.т.н., З.Ю.Мартышкин  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Общепризнанными орудиями для корчевания, срезания и сгребания в места складирования или сжигания в кострах при освоении закустаренных земель являются корчеватели, корчеватели-собиратели на колесных и гусеничных тракторах кл. 5, 10, 15 с тяговыми возможностями от 50 до 150 кН. Эти агрегаты оснащены в основном корчующими и срезающими рабочими органами и реже собирающими (граблями и т.д.). Однако в последнее время позитивно принята идея о необходимости сбора и перемещения выкорчеванной или срезанной древесно-кустарниковой растительности (ДКР) специальными машинами – кустарниковыми граблями или собирателями-погрузчиками.

Новые методы и орудия дают возможность производить сбор и перемещение выкорчеванной или срезанной ДКР с максимальным сохранением и сбережением почвы при освоении новых и восстановлении уже эксплуатируемых земель в гумидной зоне России. Для подтверждения этого достаточно указать на объемы потерь луго-пастбищных угодий и пахотных земель в Нечерноземной зоне России в пределах 30 млн.га за последние 25 лет. Известно также, что потери почвенного покрова в процессе проведения культуртехнических работ достигают 200...300 т/га. Почва сгорает и уничтожается в кострах.

Собиратели-погрузчики созданы и широко применяются в США, Франции, Латиноамериканских странах. В нашей стране велись также работы по созданию собирателей-погрузчиков. Однако возникший в начале 90-х годов коллапс промышленности закрыл пути внедрения этой технологии в производство.

ВНИИГиМ самостоятельно и совместно с бывшим Нелидовским заводом мелиоративных машин были созданы собиратели-погрузчики СП-3,2 на тракторе Т-130Г-1 и МП-15 на тракторе ДТ-75В. Они прошли ведомственные и государственные испытания в рамках бывших Минводхоза СССР и Минстройдор-маша и получили рекомендации к промышленному выпуску.

Собиратель-погрузчик СП-3,2 был выпущен партией более 20 шт., а МП-15 выпущено более 70 шт., и они работали в областных объединениях по мелиорации земель Нечерноземной зоны РСФСР и в системе Минводхоза Белоруссии и Главполесьеводства. Машины с технологической, технической и экономической точек зрения вполне оправдывают себя.

Собиратели-погрузчики могут также успешно применяться на нижних складах в системе лесозаготовки, при уборке строительного мусора и т.д. Для подтверждения гипотезы о технологичности и высоком качестве работы были

сопоставлены и проанализированы эксплуатационно-технологические и качественные показатели собирателей-погрузчиков.

Техническая характеристика собирателей-погрузчиков:

Показатели	СП-3,2	МП-15
Базовый трактор	Т-130Г-1 Т-170Г-1	ДТ-75БС2
Мощность, кВт	117,6	66,2
Ширина захвата, м:		
с уширителями	4,3	-
без уширителей	3,0	3,0
Высота выгрузки, м	3,2	2,6
Грузоподъемность, т	3,0	2,0
Производительность, га/ч:		
при сгребании	0,153	0,12
при транспортировке	0,16	0,142
Количество сгребующих зубьев, шт.	8	5
Количество зажимных зубьев, шт.	3	2
Давление на грунт, МПа	0,05	0,032
Масса навесного оборудования, т	6,69	2,67
Общая масса с трактором, т	25,6	10,22

К качественным показателям относятся прежде всего:

- чистота подбора ДКР;
- соотношение объема собранной в кучи почвы к объему всей кучи, в %;
- количество мелких древесных остатков (МДО) на 1 га площади;
- объем не полностью сгоревших стволов, пней в кострах.

Косвенным показателем качества является также период времени, в течение которого куча сгорает полностью. На рисунке 1 представлена зависимость объема собираемой в кучи ДКР от влажности.

Из графика хорошо видно, что с ростом влажности (весовая, %) и плотности объем почвы, собираемой в кучи, резко увеличивается, т.к. сепарировать почву от корневой части ДКР при высокой влажности и плотности становится затруднительно, если не сказать, практически невозможно. Уменьшение влажности почвы ниже 15% также приводит к увеличению собираемой в кучу почвы, т.к. в плотном состоянии она плохо отделяется от корней. Влажность в пределах  $W = 10...20\%$  и плотность  $C = 10...15$  ударов являются оптимальными, при которых объем собираемой в кучи почвы минимален.

Наблюдения показали, что большой разницы в чистоте подбора кустарниковых стволов кустарниковыми граблями, корчевателями-собирателями и собирателями-погрузчиками нет. Однако преимущества собирателей-погрузчиков отчетливо проявляются при складировании ДКР в высоких кучах, при перетряхивании куч, при транспортировке в режиме погрузчиков на большее расстояние,

чем обычно, за пределы поля или в места складирования или закапывания как балласт. В этих случаях собиратель-погрузчик является незаменимой машиной.



Рис.1. Зависимость сгребаемой с поверхности земель в кучи почвы от ее влажности и плотности

Была проанализирована производительность собирателей-погрузчиков СП-3,2 и МП-15 и корчевателя-собирателя МП-7В (рис.2).

Зависимость производительности собирателей-погрузчиков и корчевателями-собирателями МП-7В от дальности перемещения материала приведена на рисунке 2.

Анализ зависимостей показывает, что увеличение расстояния транспортирования с 50 до 200 м, приводит к снижению производительности с 5,8...9 м<sup>3</sup>/ч до 1,0...1,9 м<sup>3</sup>/ч. С увеличением объема древесины с 4,2 до 18 м<sup>3</sup>/га производительность собирателей – погрузчиков увеличивается с 4,1...5,1 до 11,8...12,2 м<sup>3</sup>/ч. Корчеватель-собиратель МП-7В имеет средние показатели между СП-3,2 и МП-15, что вполне закономерно, так как МП-15 базируется на тракторе более низкого класса тяги ДТ-75В.

Анализ применения подбора и транспортировки выкорчеванной ДКР в строгом режиме показывает, что потери почвы, т.е. потери ее в процессе перемещения вместе с ДКР к местам утилизации можно свести к минимуму. Для этого после наполнения пространства перед решетчатым отвалом ДКР с почвой (что неизбежно) необходимо выполнить скачкообразные отряхивающие движения гидроцилиндрами. Снижения количества сгребаемого грунта можно до-

биться путем строгого ведения собирающих клыков всех типов рабочих органов по поверхности, достигнуть которого, однако, чрезвычайно трудно.

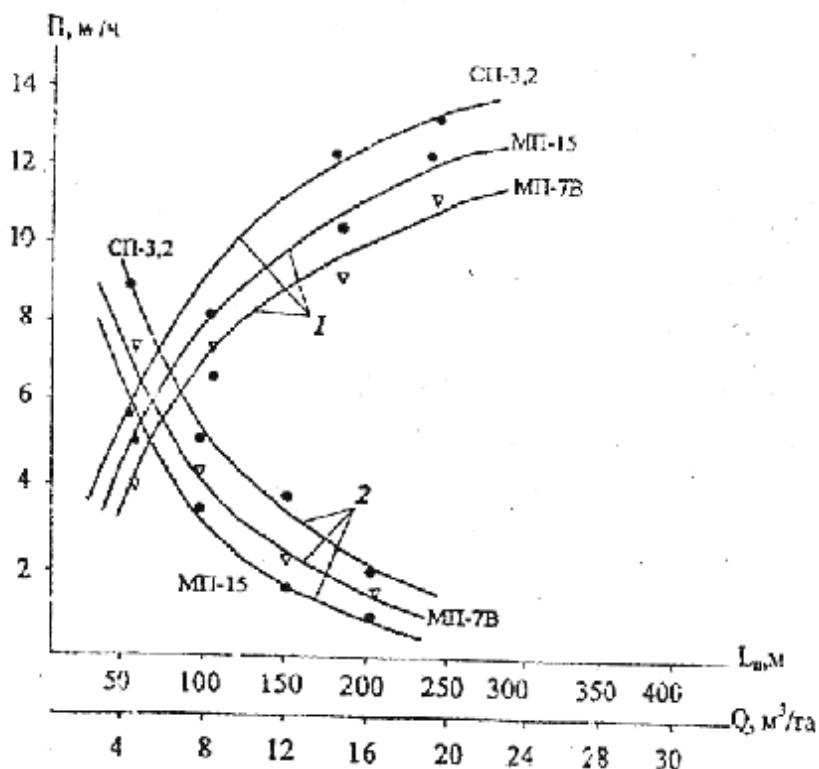


Рис. 2. Зависимость производительности собирателей-погрузчиков СП-3,2, МП-15 и корчевателя-собирателя Мп-7В от расстояния транспортирования и объема ДКР на 1 га:  
1 –  $P = f(Q)$ ; 2 –  $P = f(L_{т})$

В процессе перемещения смешанной массы следует периодически скачкообразными действиями отвала отряхивать массу. То же относится, если массу перевозить на весу при поднятом отвале. До складирования ДКР следует два, три раза совершить подобные операции для сброса прилипшей к корням почвы.

В таблице 1 приведены данные о снижении потерь почвы в результате многократных отряхиваний, в %.

**Таблица 1.** Снижение потерь почвы при отряхивании ДКР, %

Операции	СП-3,2	МП-15	МП-18
1 отряхивание	43	42	75
2 отряхивание	22	19	63
3 отряхивание	8	5	52

\* Примечание: чем выше % доля, тем больше почвы уничтожается в кострах

Применение на сборе, транспортировке, отряхивании собирателей-погрузчиков обеспечивает сохранение почвы на месте (на полях) на уровне

92...95%. Кустарниковые грабли из-за низкого клиренса не могут эффективно отряхивать собираемую ДКР.

Малоценную ДКР, удаляемую с применением собирателей-погрузчиков, можно с успехом применить в качестве балласта при рекультивации нарушенных ландшафтов, заброшенных старых карьеров, котлованов, ям, оврагов, балок и других естественных и искусственных понижений на сельскохозяйственных угодьях. Использовать древесину в целях рекультивации нарушенных агроландшафтов можно в тех случаях, когда ДКР не используется в других хозяйственных целях, как сырье, или как топливные дрова, или примитивные строительные материалы.

Цель освоения нарушенных земель – создание верхнего плодородного слоя почвы, незасоренного различными включениями на глубину обработки сельскохозяйственными машинами, способного аккумулировать влагу и питательные вещества. На склонах должны быть созданы условия для уборки урожая. В тех случаях, когда ДКР используется в качестве балласта, целесообразно извлекать ее корчевателями с корчевателями-собирателями типа МП-7В, МП-2Б и в составе корчевального агрегата МП-18.

Особенностью данного проектного предложения является то, что максимальная сепарация почвы от корневой части кустарника в очагах рекультивации необязательна, так как наличие почвы (грунта) способствует разложению древесины. Для интенсификации процесса разложения на рекультивируемые объекты можно привозить грунт, извлеченный из озер, водохранилищ, прудов, малых рек при их очистке, если таковые имеются поблизости.

Укладка грунта на балластируемую ДКР, кроме того, способствует стабилизации и консолидации процесса создания нового агроландшафта и нового почвенного слоя. При перемещении и укладке балластируемого материала в пониженные места используют корчевальные агрегаты МП-18 и МП-19, как наиболее универсальные машины для выполнения этих работ. Однако, когда расстояние перемещения ДКР к местам укладки превышает 100 м, то преимущество собирателей-погрузчиков становится более явным.

## Литература

1. Каталог специальной мелиоративной техники. – ВНИИГиМ – М., 1991.
2. Першина О.Ф. Пути снижения потерь почвенного слоя при освоении закустаренных земель // Сб. трудов ВНИИГиМ – М., 1986.
3. Кизяев Б.М., Мамаев З.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины – М.: Ассоциация «Экост», 2003.

УДК 631.6

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

С.М. Мухамеджанов, иностр. чл-корр. РАСХН

Казахский национальный технический университет, Казахстан

Вопросы экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе в настоящее время стоят весьма остро в связи с тем, что во многих населенных пунктах сельских районов водоснабжение нарушено или даже полностью выведено из строя. Я, будучи гидрогеологом, работал и продолжаю работать в

южной части Западно-Сибирской низменности, в которую полностью входит весь Северный Казахстан. Так что гидрогеологические исследования и работы по водоснабжению, мелиорации земель, выполняемые в пределах Омской области Российской Федерации, Северо-Казахстанской и Павлодарской областей Республики Казахстан, хорошо знакомы специалистам.

Причем следует отметить, что имеющиеся в Казаханской части массивы орошения за счет использования артезианских подземных вод созданы благодаря тому, что скважины пробурены буровиками Омской области. Поэтому проблемы водоснабжения населенных пунктов сельских районов государственных, территориальных границ не знают. Они - общие как для России, так и для Казахстана.

В связи с этим, в данной статье освещается сложившаяся невероятная ситуация с водоснабжением сельских населенных пунктов на стыке двух государств, как принято говорить "ближнего зарубежья".

Гидрогеологические условия залегания, распространения, формирования подземных вод на этой площади, оценка их ресурсов являются идентичными и общими. Они изучены в свое время совместными исследованиями специалистов России и Казахстана, и продолжают в настоящее время.

Строительство в 60-х годах магистральных водопроводов большой протяженности (в Северо-Казаханской обл. - свыше 3,5 тыс.км) из открытых водоемов (рек), тем более для питьевых нужд, с подачей воды насосами потребляющими электроэнергию было, к сожалению, не продумано.

Эта - гигантомания, от которой в цивилизованных странах отказались давно. Кроме того, она имеет ряд негативных последствий.

Во-первых, вода, пройдя по трубам какое-то расстояние, теряет кислород и обогащается железом, поскольку труба ржавеет.

Во-вторых, использование электроэнергии для подачи воды - это дополнительные расходы, повышающие стоимость воды.

Таким образом, вопросы водоснабжения были решены путем строительства магистральных водопроводов к населенным пунктам, городам, селам, колхозным, совхозным центрам, фермам и т.п. из р. Ишим. И тысяча колодцев, скважин, водозаборов, родников были брошены и забыты за этот более чем 40-летний период, поскольку вода была в квартире.

В итоге многокилометровые железные водопроводные трубы, зарытые в землю на глубину промерзания, стали изнашиваться, ржаветь и выходить из строя, и это еще усугублялось тем, что прерывалась подача электроэнергии для перекачки воды в связи с ее нехваткой и дороговизной, а то и вовсе не подавалась электроэнергия.

Результат - в настоящее время нет питьевой воды, она привозится, продается. Нонсенс!!! Можно ли поправить это положение? Конечно можно. Как это сделать и осуществить? Необходимо найти и восстановить заброшенные родники, колодцы, скважины, обратить внимание на близлежащие речки и озера.

К задаче водообеспечения следует подходить комплексно. Это означает, что следует использовать все возможности, пригодные для решения этой важ-

ной и насущной проблемы. Мы - специалисты считаем, что основной источник водообеспечения - это подземные воды.

Магистральные трубопроводы, как выше говорилось, на всем протяжении полностью вышли из строя, поэтому подача воды в систему исключается. Выполняемые в настоящее время работы по восстановлению отдельных участков системы должны быть запрещены, так как проведение таких работ не решит проблему. Хотя в организациях, решающих ее, находятся специалисты, которые - за восстановление вышедшей из строя системы.

Что такое восстановление старой магистрали. Это земляные работы, т.е. рытье канала до проржавевших труб, их удаление и замена новыми трубами, которые будут подключены с обеих сторон к уже сгнившим трубам, которые будут заменяться, очевидно, в последующем. Тут и специалистом не надо быть: нужно вырыть канал и в него уложить новые трубы, а не делать двойную или тройную работу. Но на это нет средств, и это полностью отпадает.

При производстве работ по бурению скважин на подземные воды мы анализируем геологическое строение и гидрогеологические условия таким образом, чтобы водозабор был в непосредственной близости от уже имеющихся водонапорных башен или емкостей воды. Восстановленные колодца и родники должны эксплуатироваться истари сложившимися методами и способами, чтобы население не покупало привозную воду.

В тех населенных пунктах, где водозаборы будут иметь солоноватую воду (воды рек, озер или пробуренных скважин), речь будет идти об установлении опреснителей.

Все типы вод хорошо изучены и они как в количественном, так и в качественном отношении наряду с поверхностными водами (воды рек, озер), атмосферными осадками (снеговые воды, воды дождей) являются одним из основных источников водообеспечения и их можно использовать при решении вопросов питьевого водоснабжения, орошения и обводнения

Для широкого и эффективного использования подземных вод в южной части Западно-Сибирской низменности нет необходимости проведения дорогостоящих поисково-съемочных и разведочных работ и утверждения запасов подземных вод - они уже выполнены в достаточной степени.

Выполненные гидрогеологами государственные гидрогеологические карты, научные труды по закономерностям формирования подземных вод, работы по оценке региональных ресурсов и запасов подземных вод, монографические обобщения по отдельным регионам и многие другие результаты гидрогеологических исследований в свое время были высоко оценены и общепризнанны.

Вопросы водообеспечения огромной территории с дефицитом атмосферных осадков и ограниченными ресурсами поверхностных вод можно решать главным образом за счет подземных вод. Таким образом, отсюда следует важнейший вывод: питьевое водоснабжение сельских населенных пунктов можно решать только за счет подземных вод.

## **ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛОВ ОТ НАНОСОВ**

Д.А.Оришев

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Для поддержания мелиоративных систем в исправном состоянии необходимо ежегодно проводить ремонтно-эксплуатационные работы на мелиоративной сети, основная часть которых заключается в очистке открытых каналов от наносов. Ремонт и очистка мелиоративной сети характеризуется значительной сложностью и большим разнообразием производства работ, выполнение которых требует использования специальных комплексов машин и технологического оборудования.

Для эффективного выполнения ремонтно-эксплуатационных работ требуемого объема и качества при наименьших затратах, необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые прогрессивные экологически адекватные технологические процессы, средства механизации и методы организации работ в новых условиях хозяйствования.

Комплекс ремонтно-эксплуатационных работ для поддержания в работоспособном состоянии мелиоративной сети включает:

- уход и надзор;
- текущий и капитальный ремонты.

Уход и надзор за мелиоративной сетью включает мероприятия по систематическому и своевременному предохранению и устранению повреждений и неисправностей по мере их появления.

При уходе за мелиоративной сетью производится очистка отдельных участков каналов от наносов, мешающих пропуску воды; ремонт откосов и их креплений; очистка берм; окраска гидротехнических сооружений.

Текущий ремонт необходим на мелиоративной сети, износ которой не превышает 20% и проводится комплексно по всей мелиоративной системе или выборочно по отдельным ее элементам. При текущем ремонте производится очистка русел от наносов, являющаяся основным видом земляных работ, устранение оползней, ремонт и частичная замена существующих креплений откосов, заделка трещин в бетонных сооружениях.

Для ремонтно-эксплуатационных работ на осушительных системах используют, как машины общестроительного назначения, так и специализированные машины и оборудование. Специальные машины и оборудование можно применять на следующих видах работ: восстановление деформированных сечений каналов и очистка их от растительности, ремонт закрытых дренажных систем.

В зависимости от назначения каналов для их содержания и ремонта используют следующие технологическое оборудование и комплексы машин: боковые драглайны на экскаваторах ЭО – 321+ Е1, ЭО- 3323А, ремонтную лопату КПр, сменное оборудование на одноковшовых экскаваторах с различными кон-

струкциями ковшей; ковши КДМ-1,3, КДМ-2, профильные ковши КПУ к экскаваторам ЭО-3332А, ЭО-3323А.

При ремонте и очистке осушительных каналов к наиболее трудоемким операциям относятся выемка грунта из каналов, транспортирование и укладка его в отвал. Если учесть, что стоимость этой работы составляет 60-70% стоимости всего ремонта каналов, то очевидна необходимость выбора оптимальных технологических схем работы экскаваторов, правильного подбора машин и их рабочих органов, что позволяет организовать высокопроизводительное использование механизмов и добиться высокого качества работ с наименьшими затратами.

Перед капитальным ремонтом и текущим ремонтом каналов и очисткой рек-водоприемников одноковшовыми экскаваторами необходимо выполнить следующие подготовительные работы: разровнять кавальеры, очистить бермы и русла каналов от древесной растительности, по возможности снизить уровень воды в каналах.

После ремонтных работ необходимо: разровнять вынутый грунт, спланировать бермы, укрепить русла и т. п.

В зависимости от вида ремонта, состояния и параметров русла выбирается рациональная технологическая схема работы, обеспечивающая при данных условиях максимальную производительность и хорошее качество очистки.

Недостатками данной технологии для очистки облицованных каналов являются:

- невозможность выемки тонких слоев;
- разрушение облицовки канала.

В настоящее время для очистки каналов используются каналочистители на базе колесных, гусеничных тракторов и специальных самоходных шасси.

Использование колесных тракторов в качестве базы для каналочистителей определяется широким распространением этих тракторов, мобильностью, маневренностью, наличием отборов мощности и гидросистемы. К недостаткам этой базы можно отнести недостаточную проходимость, непригодность для навески специального оборудования, как правило, малую мощность гидропривода, невысокую боковую устойчивость.

Каналочистители на базе гусеничных тракторов используются для очистки каналов в торфо-минеральных грунтах с низкой несущей способностью. На специальных шасси выпускают в основном каналочистители с многоковшовым рабочим органом (МР-15), работающие по береговой или седлающей схемам, а также внутриканальные каналочистители.

Каналочистители оснащаются рабочими органами для выполнения работ по очистке всего профиля канала. Для осуществления этих работ используются универсальные и специализированные рабочие органы активного и пассивного действия.

Обычно каналочиститель оснащается набором рабочих органов, предназначенных для очистки канала от наносов, скашивания дна, откосов и берм, а также ремонта (планировки) поперечного сечения и для других видов работ.

При очистке канала от наносных отложений землесосными снарядами разработка грунта, его транспорт и укладка в отвал является единичным технологическим процессом, осуществляемым одновременно.

Анализ опыта технической эксплуатации мелиоративных систем с применением земснарядов, оборудованных землесосными грунтозаборными устройствами, показал их эффективность и возможность использования как при очистке мелиоративных каналов и отстойников от наносов, так и в облицованном русле, не нарушая эксплуатационный режим мелиоративной сети.

Применение на очистке каналов земснарядов ограничивается размерами поперечного сечения русла, глубиной воды, малоэффективно и зачастую невозможно при удалении наносов, расположенных в труднодоступных местах (дренажные колодцы, камеры отстойников и др.).

Существует способ струйной очистки облицованных каналов и лотков, который имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными (очистка землесосами, экскаваторами, вручную):

- достаточно высокая производительность очистки при гарантированном не повреждении поверхности облицовки канала и лотка;
- высокое качество очистки;
- возможность производства работ в неполивной период, когда в каналах и лотках нет воды, в том числе и в зимнее время;
- возможность удаления из каналов и лотков наносов, представленных крупными включениями.

Струйная технология предназначена для очистки дна и откосов облицованных каналов и лотков от наносов и водорослей, мусора и камней.

При ширине канала по дну до 2 м применяется технология и газоструйные машины для боковой очистки. Машина передвигается по дороге вдоль откосов, а газо-воздушная струя – нормально к оси канала (или под некоторым углом к ней), так что наносы выдуваются на противоположную приканальную часть. Применяют технологию и газоструйные машины фронтальной очистки. Машина движется внутри канала, а газо-воздушные струи направлены в обе стороны от его оси нормально (или под углом к ней), так что наносы выдуваются, как правило, по обе стороны канала.

При ширине канала более 3 м возможно применение комбинированной технологии газо-воздушной очистки. В этом случае с помощью каналочистителя, перемещающегося вдоль откоса, очищается часть (полоса) ширины канала (по дну); другая часть ширины канала очищается движущимся вслед на определенном расстоянии каналочистителем фронтального действия с выдувом оставшихся наносов на сторону канала, противоположную той, по которой движется очиститель бокового действия.

С целью интенсификации процесса разрушения грунта в забое с газовыми струями применяют жидкостные струи, механические ножи, рыхлители, отражатели, экраны и прочее.

Струя газов, воздействующая на массив грунта, должна произвести работу, результатом которой будет разрушение массива на отдельные конкреции разной формы и величины. Возникающие в массиве грунта напряжения, кон-

центрирующиеся главным образом в месте контакта струи с преградой, оказывают здесь наибольшее разрушительное действие. При сосредоточенном воздействии струи в массиве грунта образуется воронка размыва, которая может иметь разную форму и величину в зависимости от продолжительности и силы давления струи, а также от количества струй, их фазности (плотности), физико-химических свойств грунтов, отложившихся на дне и стенках канала.

Однако применение газоструйных каналочистителей для очистки облицованных каналов и лотков имеет ряд недостатков: дороговизна рабочего оборудования; высокий расход горючего.

В связи с этим, предлагается процесс струйной очистки, при которой достаточно эффективно можно применять энергию газо-воздушного потока для разрушения и перемещения грунта. В зависимости от назначения рабочего органа и принятой схемы технологической очистки канала струя газа может быть использована непрерывно, импульсами или в определенной комбинации.

Поэтому наиболее перспективным является способ пневмо-струйной очистки облицованных каналов и лотков, который при сравнительной экономии работ способен давать отличное качество очистки.

УДК 626.862.002.5

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕРОЙНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ С ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ**

В.А. Панкратов, аспирант  
МГУП, Москва, Россия

Мировая и отечественная практика орошаемого земледелия доказала, что качественно спланированная поверхность поля является одним из главных факторов получения устойчивых высоких урожаев сельскохозяйственных культур при экономии поливной воды. Проведение точной планировки наиболее актуально в последнее время при реконструкции и эксплуатации рисовых оросительных систем, где по требованиям СНиП колебания отметок микрорельефа поверхности чеков не должны превышать  $\pm 3$  см.

Качество спланированной поверхности во многом зависит от конструкции машин, точнее, с теоретической точки зрения, от ее передаточной функции. Одним из основных критериев передаточной функции землеройно-планировочных машин является ее планирующая способность.

В результате теоретических исследований разработана математическая модель процесса планировки поверхности земли на основе системного подхода, когда математическая модель представлена в виде двух подсистем: микрорельеф – машина. Простейшая модель землеройно-планировочной машины при отсутствии лазерной системы управления представляет собой динамическую систему с двумя входами и одним выходом. Входом служат вертикальные перемещения опорных колес машины, а выходом является вертикальное перемещение режущей кромки рабочего органа, которая формирует спланированную поверхность чека (рис.1). Машина преобразует входную функцию в выходную. С

математической точки зрения соответствие между функциями на входе и выходе системы определяется планирующей способностью машины.

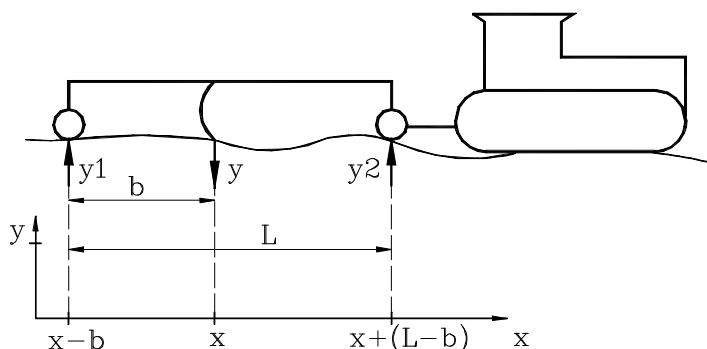


Рис.1. Схема модели прицепной землеройно-планировочной машины, у полуприцепной машины передней опорой являются колеса (гусеницы) трактора

Отношение выходных характеристик к входным в этом случае запишется:

$$y = \left(1 - \frac{b}{L}\right) \cdot y_1 + \frac{b}{L} \cdot y_2, \quad (1)$$

где  $L$  – длина базы машины;  $b$  – расстояние от кромки ножа до задней опоры;  $y = f(x)$  – ордината кромки рабочего органа;  $y_1 = f(x-b)$  – ордината спланированной поверхности под задней опорой машины;  $y_2 = g[x+(L-b)]$  – ордината поверхности до планировки под передней опорой машины.

Применительно к клин-планировщику значение  $b$  определяется расстоянием, расположенным посередине между острием клина и проекцией его конца.

Планирующая способность оценивается амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ), которая отражает изменение отношений амплитуды выходных неровностей после прохода машины к амплитуде входных неровностей исходной поверхности. После математических преобразований при помощи функции Лапласа амплитудно-частотная характеристика простейшей модели землеройно-планировочной машины примет вид:

$$A(w) = \frac{\alpha}{\sqrt{1 + (1 - \alpha)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha) \cdot \cos(w \cdot b)}}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – отношение расстояния  $b$  к базе машины  $L$ ;  $w$  – аналог круговой частоты и составная часть комплексной переменной  $s = i \cdot w$ ;  $w = 2\pi/T$ ;  $T$  – длина неровности.

Планирующая способность тем лучше, чем меньше ее значение. Основными параметрами, определяющими планирующую способность, являются длина базы машины (чем длиннее база, тем лучше планирующая способность) и расстояние рабочего органа от задних колес машины (чем короче расстояние  $b$ , тем лучше планирующая способность). Подставляя значения конструктивных параметров различных типов землеройно-планировочных машин в приве-

денное математическое преобразование, получим их планирующую способность, представленную на рисунке 2.

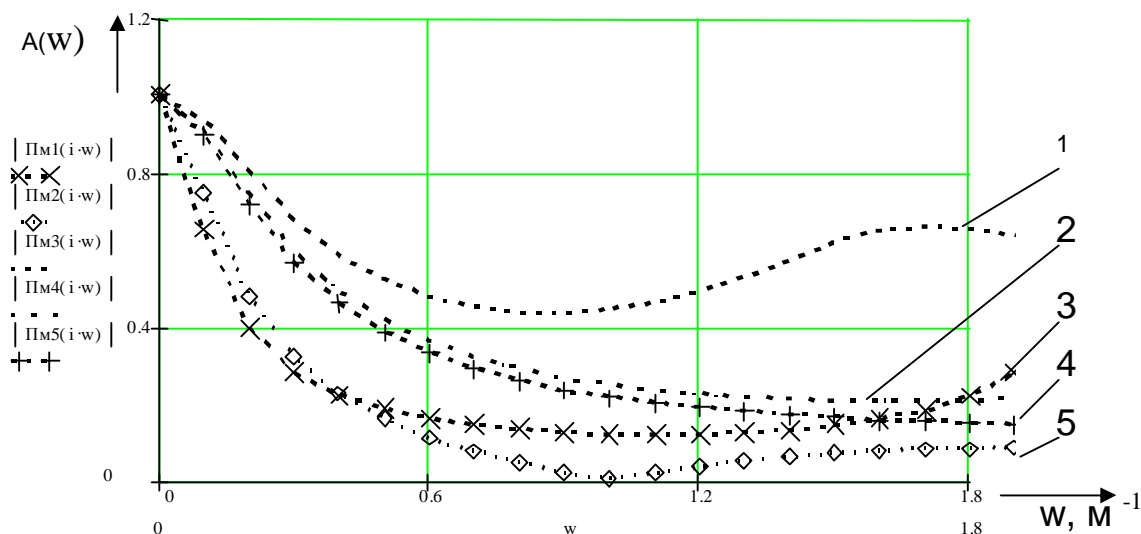


Рис.2. Расчетные АЧХ разных типов планирующих машин:

- 1 – автогрейдер; 2 – полуприцепной скрепер; 3 – длиннобазовый планировщик; 4 – полуприцепной короткобазовый планировщик типа ПАУ-1; 5 – полунавесной короткобазовый планировщик типа ДЗ-603

Наиболее худшую планирующую способность среди оцениваемых машин имеет автогрейдер, его АЧХ не опускается ниже значения 0,4. Одним из лучших является длиннобазовый планировщик с длиной базы 12,5 м. Однако он имеет низкую маневренность и большую материалоемкость. Планирующая способность полуприцепного скрепера аналогична планирующей способности прицепного короткобазового планировщика, который легче, маневреннее. Лучшую планирующую способность имеет полунавесной короткобазовый планировщик типа ДЗ-603 за счет наличия переднего балансира, что обеспечивает удлинение базы. Планирующая способность клин-планировщика зависит от длины его базы и размеров клина. Короткобазовый клин-планировщик ПК-1 имеет худшую планирующую способность по сравнению короткобазовым планировщиком ПАУ-2 за счет увеличения расстояния  $b$ .

Землеройно-планировочная машина с лазерной системой автоматического регулирования (ЛСАР) моделируются взаимосвязанными между собой тремя подсистемами: микрорельеф – машина – ЛСАР (рис.3). Математическая модель автоматизированной машины  $\Pi(s)$  состоит из лазерной системы автоматического регулирования (ЛСАР)  $\Pi_A(s)$  и конструкции самой машины  $\Pi_M(s)$  и на основе теории автоматического регулирования определяется по формуле:

$$\Pi(s) = \frac{\Pi_M(s)}{1 + \Pi_A(s)} \quad (3)$$

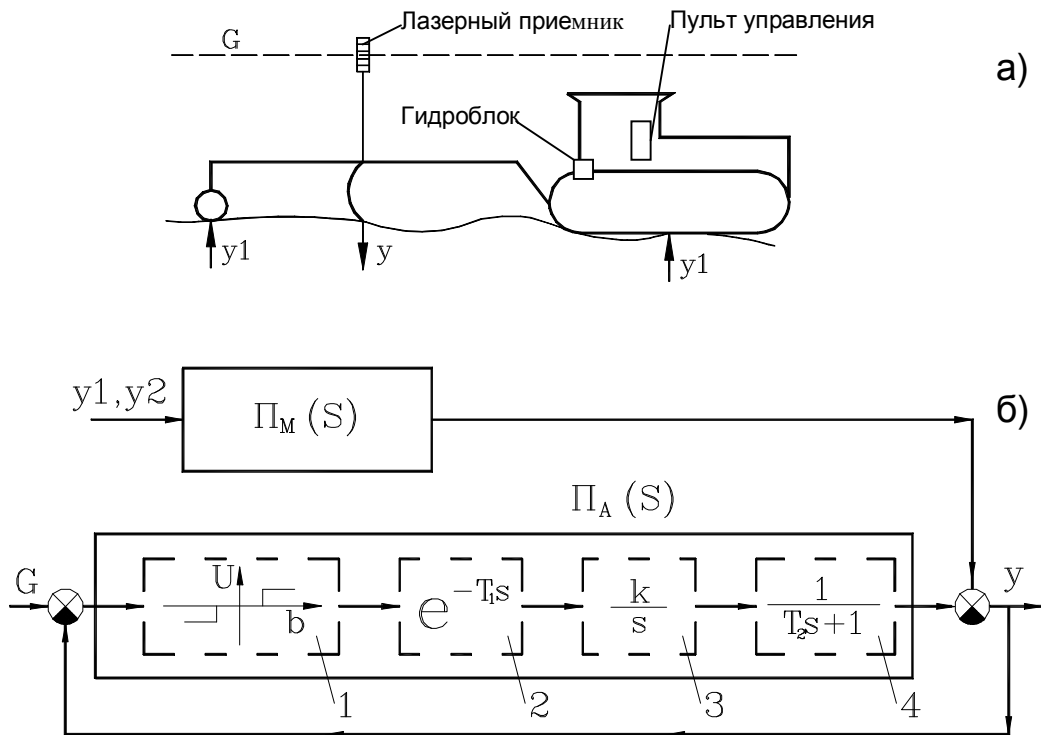


Рис.3. Структурная схема землеройно-планировочной машины, оснащенной ЛСАР:

а) –  $y_1, y_2$  – возмущающие воздействия в виде входных неровностей;  $G$  – лазерная опорная плоскость;  $y$  – спланированная поверхность, б) – передаточная функция ЛСАР: 1-блок выработки команд, 2- срабатывание электрических и гидравлических сигналов 3- работа исполнительных гидроцилиндров, 4-инерционность рабочего органа на подъем и опускание

Передаточная функция машины разработана с учетом ее планирующих свойств:

$$\Pi_M(s) = \frac{\alpha \cdot e^{-p(L-b)}}{1 - (1-\alpha) \cdot e^{-pb}}, \text{ где } \alpha = \frac{b}{L} \quad (4)$$

Передаточная функция ЛСАР составлена на основе экспериментальных полевых исследований с учетом общего времени запаздывания.

$$\Pi_A(s) = k_1 \cdot \frac{K_y \cdot e^{-(T_r + T_3) \cdot s}}{(1 + T_{гс} \cdot s) \cdot s}, \quad (5)$$

где  $k_1$  – коэффициент, характеризующий зону нечувствительности  $\varepsilon$ , является функцией математического ожидания  $m_x$  и среднеквадратического отклонения  $\sigma_x$  входного сигнала:

$$k_1 = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \left( e^{-\left(\frac{\varepsilon + m_x}{\sigma_x \sqrt{2}}\right)^2} + e^{-\left(\frac{\varepsilon - m_x}{\sigma_x \sqrt{2}}\right)^2} \right), \quad (6)$$

где  $K_u$  – коэффициент усиления сигнала в исполнительном гидроцилиндре рабочего органа;  $T_\Gamma$  – время задержки срабатывания головки фотоприемного устройства при повторном изменении оптического сигнала, (при нормальной частоте вращения лазерного луча 10 Гц время задержки срабатывания головки фотоприемника равно 0,2с);  $T_3$  – время задержки срабатывания золотника (0,1с);  $T_{гс}$  – время запаздывания срабатывания гидросистемы (0,3с).

Время запаздывания срабатывания автоматической системы проводили непосредственно на автоматизированном планировщике с применением специально разработанных электроизмерительных приборов и датчиков, которые позволили установить наиболее оптимальные параметры ЛСАР.

Рекомендуемая зона нечувствительности испытанного комплекта составила  $\pm 2,5$  см и рассчитана как высота подъема рабочего органа машины  $h$  (см) за время срабатывания ЛСАР:

$$h = \pm \frac{1}{2} V_{ц} \cdot (T_\Gamma + T_3 + T_{гс}), \quad (7)$$

где  $V_{ц}$  – скорость подъема ковша планировщика, см/с, по результатам измерений составила 7 см/с;

В результате теоретических расчетов по приведенным формулам установлена зависимость влияния ЛСАР на планирующую способность различных типов землеройных машин (рис.4).

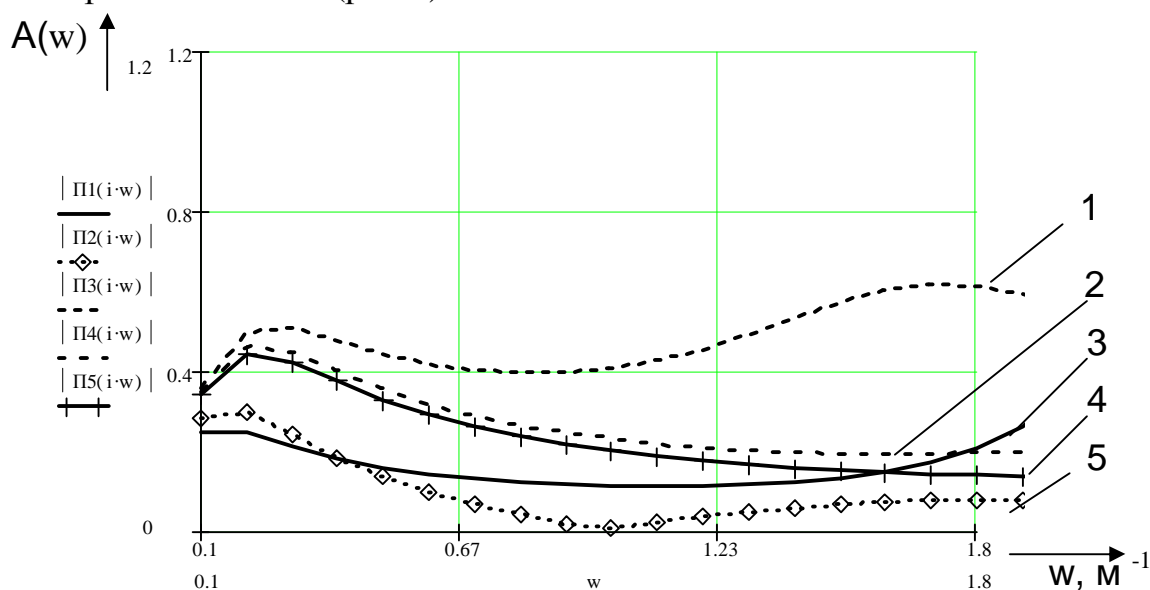


Рис. 4. Расчетные АЧХ разных типов планирующих машин:

- 1 – автогрейдер; 2 – полуприцепной скрепер; 3 – длиннобазовый планировщик; 4 – прицепной короткобазовый планировщик типа ПАУ-1; 5 – полунавесной короткобазовый планировщик типа ДЗ-603

Анализ зависимостей показывает, что оснащение землеройных машин ЛСАР увеличивает планирующую способность в среднем в 2,5 раза для всех типов машин с соблюдением требуемой точности планировки.

При проведении полевых исследований планирующая способность оце-

нивалась по выражению:

$$S(\omega)_{\text{ВЫХОД}} = S(\omega)_{\text{ВХОД}} \cdot |\Pi(s)|^2, \quad (8)$$

где  $S(\omega)_{\text{ВЫХОД}}$  – спектральная плотность микрорельефа чека после прохода машины;  $S(\omega)_{\text{ВХОД}}$  – спектральная плотность микрорельефа чека до прохода планировщика;  $\Pi(s)$  – передаточная функция планировщика.

Полевые исследования проводились по следующей методике. Корреляционная функция неровностей определяется методом типовых косинусоидальных корреляционных функций по высотным отметкам выбранного пути следования машины с применением программного обеспечения Mathcad по выражению:

$$K(\tau) = C_1 \cdot e^{\alpha_1|\tau|} + (1 - C_1) \cdot e^{\alpha_2|\tau|} \cdot \cos(\omega_0 \cdot \tau) \quad (9)$$

С учетом корреляционной функции определяется спектральная плотность:

$$S(\omega) = \frac{1}{p} \cdot \int_0^{\infty} K(\tau) \cdot \cos(\omega \cdot \tau) dt \quad (10)$$

Спектральная плотность представляет более полную информацию о неровностях поля, отражает распределение дисперсии высотных неровностей по их длинам и определяется по формуле:

$$S(\omega) = D \cdot \left[ \frac{C_1}{\pi} \cdot \frac{\alpha_1}{\alpha_1^2 + \omega^2} + \frac{1 - C_1}{\pi} \cdot \left( \frac{\alpha_2}{\alpha_2^2 + (\omega - \omega_0)^2} + \frac{\alpha_2}{\alpha_2^2 + (\omega + \omega_0)^2} \right) \right], \quad (11)$$

где  $C_1$ ,  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – постоянные коэффициенты, определяемые при аппроксимации корреляционной функции при первом приближении;

$\omega_0 = \text{const}$ , определяется по характерной длине неровностей:

$\omega_0 = 2\pi / T$ , где  $T$  – характерная длина неровности, м;

$D$  – дисперсия неровностей, рассчитанная по графику высотных отметок.

Полевые эксперименты подтвердили достоверность результатов теоретических спектральных плотностей  $S(\omega)_{\text{ВЫХОД}}$  (рис.5 и б).

Пик спектральной плотности отражает наиболее характерную и часто встречающуюся длину неровностей, которая определяется по формуле  $\omega_0 = 2\pi / T$  и равна при капитальной планировке 52,5 м, а при эксплуатационной планировке – 24,2 м и 23,3 м.

Пик также отражает величину дисперсии отклонения высотных отметок по чеку. На капитальной планировке с применением полуприцепного скрепера максимальное отклонение высотной отметки чека до планировки составляло  $\pm 12$  см, после –  $\pm 3$  см. Теоретическое среднеквадратическое отклонение после капитальной планировки составило  $\pm 1,8$  см.

На эксплуатационной планировке с применением прицепного короткобазового планировщика максимальное отклонение высотной отметки чека до планировки составляло  $\pm 8$  см, после –  $\pm 2,5$  см. Теоретически рассчитанное

среднеквадратическое отклонение после эксплуатационной планировки составило  $\pm 1,7$  см.

Анализ кривых, представленных на рисунках 5 и 6, показывает, что длина часто встречающейся неровности до и после капитальной планировки автоматизированным скрепером остается неизменной. На рисунке 5 отсутствует смещение пика кривой  $S3(w)$  – спектральной плотности, полученной после планировки.

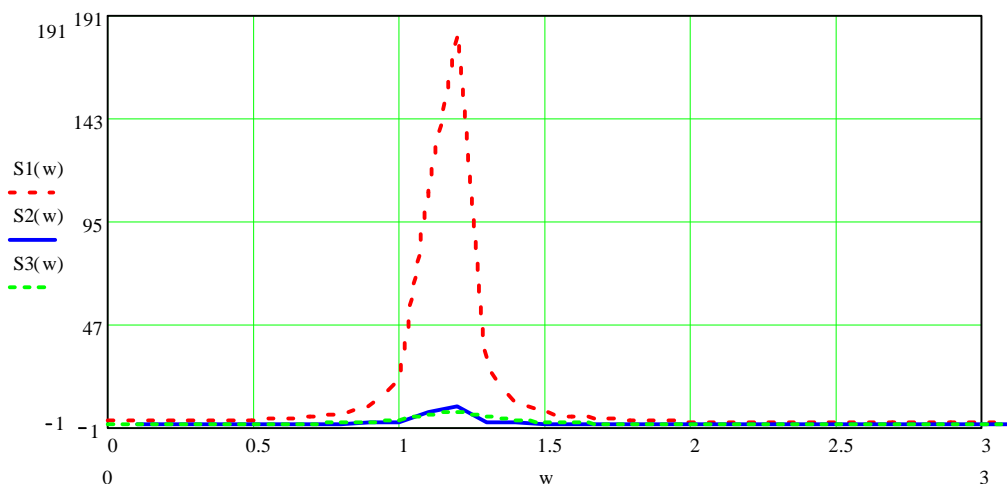


Рис.5. Кривые спектральных плотностей в результате планировки полуприцепным скрепером типа ДЗ-87:  $S1(w)$  – до планировки,  $S2(w)$  – теоретическая и  $S3(w)$  – практическая после планировки

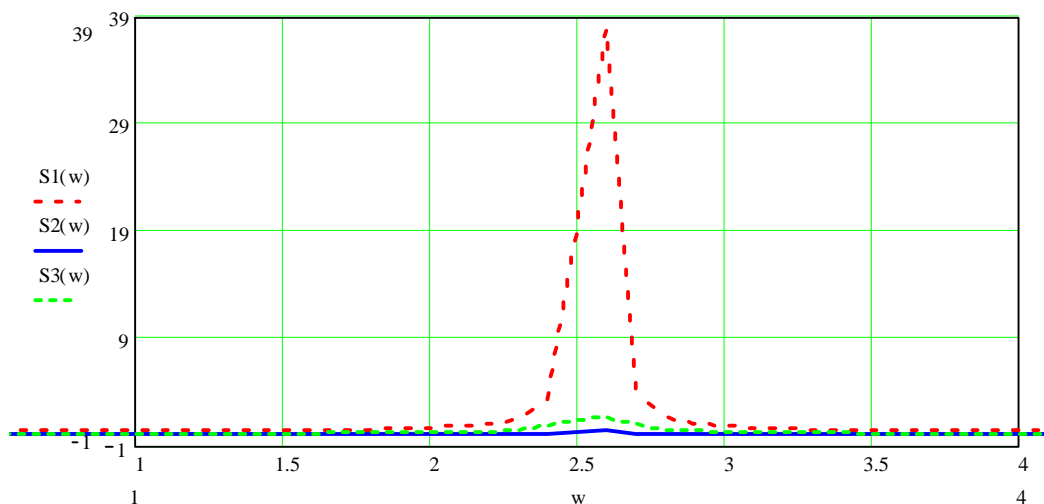


Рис.6. Кривые спектральных плотностей в результате планировки короткобазового планировщика типа ПАУ-1:  $S1(w)$  – до планировки,  $S2(w)$  – теоретическая и  $S3(w)$  – практическая после планировки

В итоге, полученные результаты подтверждают сходимость теоретических исследований с данными полевых экспериментов.

УДК 631.626.2: 631.671

## **ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДРЕНИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ СО СКРЫТЫМИ КАМНЯМИ**

В.С. Пунинский

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

На засоренных камнями землях в зонах избыточного увлажнения очередность технологических процессов в комплексных мелиорациях зависит от многих факторов, а их корреляционная связь недостаточно изучена.

Наиболее сложными и неразрешенными до конца являются проблемы строительства дренажа в каменистых грунтах и очистки пахотного слоя от мелких камней [1]. Существующая технология и средства механизации не полностью обеспечивают требуемого качества работ, мала производительность машин, имеют место затраты ручного труда [2].

Механизация работ на агроландшафтах, как правило, начинается с операций гидротехнической мелиорации. На землях, требующих осушения, глыбы, крупные и средние камни убирают с трасс каналов и полос разравнивания грунта до устройства каналов и осушителей, если несущая способность грунта обеспечивает проходимость камнеуборочных агрегатов, оставшиеся камни (в т. ч. мелкие) убирают после строительства осушительной системы и понижения уровня грунтовых вод.

Практика использования земель показывает, что большую часть каменистых включений составляют невидимые камни, т.е. расположенные полностью в почве на некоторой глубине. Они приносят большой вред сельскохозяйственной технике, поэтому важнейшим звеном в комплексе мелиоративных мероприятий являются подготовительные работы, направленные на приведение земель в состояние, технологически пригодное для эффективного использования.

В мелиоративном строительстве на северо-западе РФ, в Тверской и Брянской областях РФ часто приходится вести работы в грунтах, содержащих то или иное количество валунов различных размеров. Тщательность и точность производства работ определяют эксплуатационную надежность и работоспособность дренажной системы. От количества валунов и их размеров, содержащихся в данном объеме грунта на глубине до 2 м, зависит не только стоимость строительства мелиоративных систем, но также и безаварийная работа траншейных экскаваторов, так как наличие камней ведет к отказам и простоям техники.

Показатели работы дреноукладчиков типа ЭТЦ-2012 в каменистых грунтах при каменистости от 4 до 259 м<sup>3</sup>/га приведены на рисунке 1.

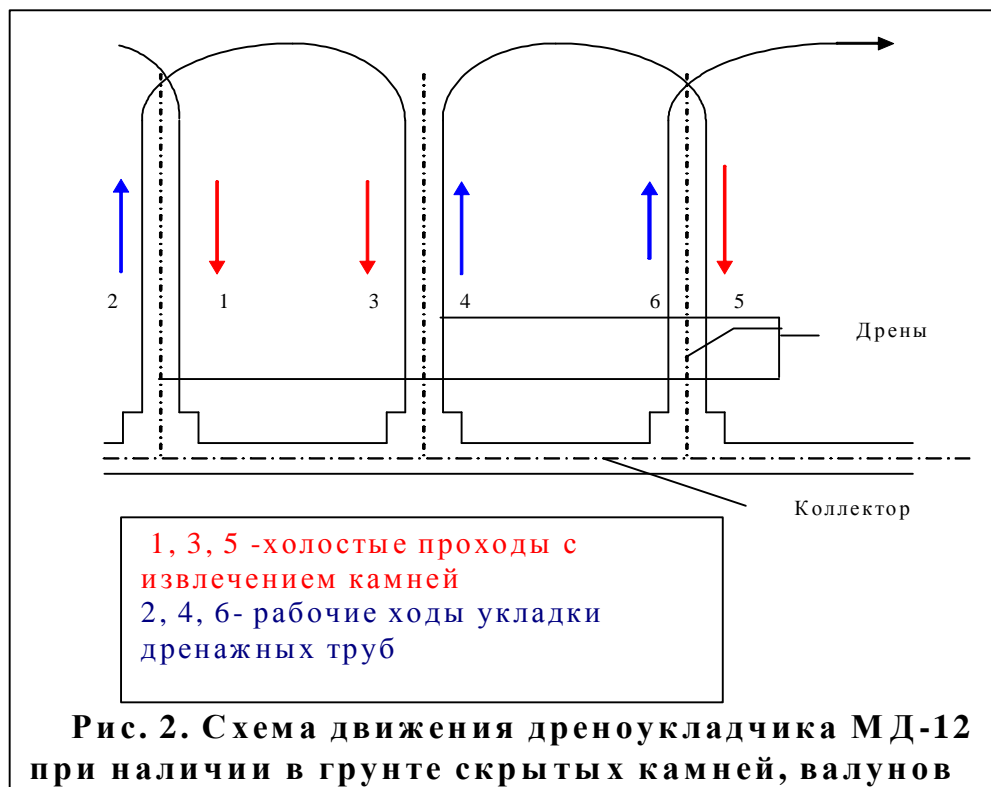


Установлено, что при изменении каменистости в пределах от 4 до 259 м<sup>3</sup>/га производительность траншейного дреноукладчика за 1ч основной работы снижалась с 119 п.м. до 38 п.м. Точность выдерживания уклона дренажа при укладке по лучу лазера снизилась с 1,2% до 2,8% из-за увеличения количества отклонений по вертикали рабочего оборудования.

В этих условиях необходимо уточнять положение дренажных линий. Метод уточнения применяется для того, чтобы свести к минимуму нахождение на них валунов размером более 0,4 м, которые оказывает наибольшее влияние на технологический процесс. Надежность (наработка на отказ) траншейного дреноукладчика снижалась при увеличении каменистости в указанных пределах с 22,6 ч до 5,7 ч.

На объекте Калливере в Ленинградской области проверена технология укладки пластмассового дренажа бестраншейным дреноукладчиком МД-12, при которой дреноукладчик при холостом рабочем ходе к коллектору движется с заглубленным рабочим органом по трассе дренажа, способствуя извлечению или раздвиганию камней. При этом камни диаметром до 0,4-0,6 м смещаются в сторону, облегчая последующую укладку дренажа. При встрече с более крупным валуном холостой проход дреноукладчика повторяется, тем самым устраняются возможные нарушения уклона при наличии крупных камней.

Схема движения дреноукладчика приведена на рисунке 2. Скорость движения дреноукладчика при холостом проходе в каменистом грунте (каменистость 65-85 м<sup>3</sup>/га) составила 860-1020 м/ч, т.е. скорость дреноукладчика снижается незначительно по сравнению со скоростью движения с поднятым рабочим органом, которое составляет 1100-1150 м/ч.



Учитывая высокую стоимость дреноукладчика МД-12, для подготовки прокладки дренажа целесообразнее применять сравнительно недорогой комплекс для дефектовки скрытых камней.

Методы определения местоположения валунов на трассах, т.е. определение завалуненности грунтов, которыми пользуются проектировщики мелиоративных трасс, в настоящее время трудоемки и неточны.

К имеющимся методам относятся изыскательские раскопки, бурение и визуальное обследование поверхности территорий, подлежащих освоению. По мнению ВНИИГиМ, за основу создания универсального средства механизации дефектовки может быть принято созданное в Институте физики Академии наук Латвийской республики устройство, в основу действий которого положен эхолокационный метод.

Устройство было испытано ВНИИГиМ в процессе совершенствования технологии камнеуборки при проведении исследований на объекте мелиорации в колхозе “Светлый луч” Смоленской области и в Смоленском филиале ВНИИГиМ, сформирована база данных откликов при прохождении импульса через слои почвогрунта с разными структурами и включениями.

Каменистость почвогрунтов изменялась по участкам и составляла 4-259 м<sup>3</sup>/га. Ошибка по глубине при среднем диаметре камней 0,3-0,6 м составляет 5-25%. На поверхности отклонения от истинного расположения камня находятся в пределах ±0,5 м.

Для выбора конфигурации расположения удаляемых камней предлагается определить допускаемую каменистость оставляемую на объекте.

В настоящее время для совершенствования технологий возможно применение новых способов воздействия на камень: перемещение отдельных фракций камней в подпахотный слой, дробление некоторых пород камней с мульчированием поверхности почвы, улучшение видоэкологии агроландшафтов. Для этого следует применять перемещение крупных камней в гряды с целью улучшения естественного воспроизводства поросли продуваемых лесополос, концентрацию у глыб собираемых валунов и средних камней с разреженной посадкой деревьев ценных пород на пастбищах с целью последующего обеспечения выпасаемому стаду возможности укрыться в тени в полуденные часы.

Мульчированием поверхности почвы, по мнению А.Ф. Иоффе [3], достигается изменение параметров теплообмена, но камень, являясь естественным регулятором (поглощение тепла воздушных масс и солнечной радиации, сокращение интенсивности испарения почвенной влаги), оказывает на общий теплообмен влияние в зависимости от своих геометрических, физических параметров, места расположения, концентрации и площади соприкосновения с почвой.

Объём допустимой массы камней, адаптированный к условиям агроландшафта –  $P_{кр}^{ад}$ , находится решением зависимости:

$P_{кр}^{ад} = f(X_{Pm}; X_p; X_c; X_l; X_{el}; X_w^{bx}; X_{\alpha_k}; X_{Ti}; X_{h_{акс}}; X_{h_{гсп}}; X_{t_j}; X_{V_{дп}}; X_{\Delta P})$ , где  $X_I$  - параметры и коэффициенты,  $I = 1, 2, \dots, 13$ :

$P_{кр}^{ад}$  – объём полезной допустимой массы камней, адаптированный к условиям агроландшафта, м<sup>3</sup>/га;  $X_{Pm}$  – величина каменистости в м<sup>3</sup>/га,  $X_p$  – плотность,  $X_{el}$  – влажность почвы, коэффициенты:  $X_c$  – при  $C$ - объёмной теплоёмкости,  $c$  – удельной теплоёмкости,  $X_l$  - теплопроводности;  $X_w^{bx}$  – скорость ветрового растворения камня;  $X_{\alpha_k}$  - величина теплового потока от поверхности в воздух и наоборот;  $X_{Ti}$  – средняя суммарная температура, °C;  $X_{h_{акс}}$  – глубина активного корнеобитаемого слоя;  $X_{h_{гсп}}$  – глубина слоя промерзания;  $X_{t_j}$  – время;  $X_{V_{дп}}$  – объём действующей поверхности почвы;  $X_{\Delta P}$  - приращение массы камней в м<sup>3</sup>/га. Математическое описание объёма допустимой (критической) массы камней в корнеобитаемом слое почвы представим в виде:

$$P_{кр}^{ад} = kA \gamma_b P_{кр} + \beta P_m + kh P_{ст} [(P_m + \Delta P) P_m^{-1}]$$

В правой части соотношения первое слагаемое выражает теплотехническую составляющую зависимости, второе слагаемое определяет поправку на

химическое выветривание и третья слагаемая поправку на криогенные процессы. Расчетные формулы представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Расчетные формулы

Показатель химического и биологического выветривания камней, м <sup>3</sup>	$\beta = \varepsilon_i T_{\text{л}} (W_{\text{в}}^{\text{ВХ}} - W_{\text{г}}^{\text{ВХ}}) \{ (P_{\text{м}} - P_{\text{о}}) P_{\text{м}}^{-1} \} ;$
Безразмерный коэффициент теплоусвояемости	$\gamma_{\text{б}}' = (V'_{\text{дп}} \sqrt{I_{\text{п}} r_{\text{п}} c_{\text{п}}} + V_{\text{дк}} \sqrt{I_{\text{к}} r_{\text{к}} c_{\text{к}}}) / (V'_{\text{дп}} \sqrt{I_{\text{п}} r_{\text{п}} c_{\text{п}}})$
Объем действующей почвы	$V_{\text{дп}}' = 3000 - P_{\text{м}} \quad \lambda_{\text{к}} = \lambda_{\text{д}}$
Климатический параметр	$\alpha_{\text{к}} = K_{\text{у}} [ \bar{t}^{\circ}_{\text{i}} / (\sum t^{\circ}_{\text{max}} - \sum t^{\circ}_{\text{min}}) ]$
Безразмерный коэффициент амплитуд среднесуточных температур	$k_{\text{А}}' = (T_{\text{п}} + T_{\text{к}}) T_{\text{п}}^{-1}$ , при $T_{\text{п}} = T_{\text{в}} + (Q_{\text{б}} - EL - Q_{\text{к}}) \kappa_{\text{т}}^{-1}$ $T_{\text{п}} \cong \bar{T}_{\text{о}}$ , при $\bar{T}_{\text{о}} = \bar{t}_{\text{i}} / D_{\text{п}}$ , $k_{\text{А}} \cong k_{\text{А}}'$ . $k_{\text{А}}' = (T_{\text{п}}' + T_{\text{к}}') T_{\text{п}}'^{-1}$ ,
Температура камней, °С	$T_{\text{к}}' = T_{\text{в}} \pm \lambda'_{\text{д}} T_{\text{Аi}}$ , $\lambda' = k\lambda$
Температура почвы, °С	$T_{\text{п}}' = T_{\text{в}} \pm \lambda'_{\text{п}} T_{\text{Аi}}$
Температура воздуха, °С	$T_{\text{в}} = \bar{t}_{\text{i}} D_{\text{п}}^{-1}$
Температура с амплитудой и смещением фазы, °С	$T_{\text{а}} = \bar{T}_{\text{о}} \sin[(2\pi/\tau_{\text{о}})t_{\text{j}} + \gamma_{\text{б}}' + \pi]$ , при $T_{\text{Аi}} = T_{\text{а}}$
Температура почвы со сдвигом фазы, °С	$T_{\text{п}}' = \bar{t}_{\text{i}} / D_{\text{п}} - \lambda_{\text{п}} (\bar{t}_{\text{i}} / D_{\text{п}}) \sin[(2\pi\tau_{\text{о}}^{-1})t_{\text{j}} + \gamma_{\text{б}}' + \pi]$
Температура камней в амплитудной фазе, °С	$T_{\text{к}}' = \bar{t}_{\text{i}} / D_{\text{п}} + \lambda_{\text{д}} (\bar{t}_{\text{i}} / D_{\text{п}}) \sin(2\pi\tau_{\text{о}}^{-1})t_{\text{j}} +$
Безразмерный коэффициент отношения глубин	$k_{\text{h}} = h_{\text{акс}} / h_{\text{гсп}}$
Глубина активного корнеобитаемого слоя, м	$h_{\text{акс}}$
Глубина слоя промерзания, м	$h_{\text{гсп}}$

В представленной зависимости введены показатели:  $P_{\text{кр}}^{\text{ад}}$  - объем полезной допустимой массы камней адаптированный к условиям агроландшафта, м<sup>3</sup>/га;  $P_{\text{кр}}^{\text{т}}$  - объем типовой критической массы камней м<sup>3</sup>/га,  $P_{\text{кр}}^{\text{т}} = \alpha_{\text{к}} P_{\text{ст}}$ ,  $15 \text{ м}^3/\text{га} \geq P_{\text{ст}} \geq 5 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $K_{\text{у}}$  – коэффициент увлажнения;  $\Delta P$  - приращение объема массы камней м<sup>3</sup>/га,  $\Delta P = P_{\text{рос}} - P_{\text{изм}} \rightarrow 0$ ,  $\Delta P = (P_{\text{рос. пр.}} + P_{\text{рос. хд.}}) - (P_{\text{изм. пр.}} + P_{\text{изм. хд.}})$ ;  $P_{\text{м}}$  - величина каменистости почвы, м<sup>3</sup>/га;  $P_{\text{рос}}$  - объем массы камней, переместившихся в данный слой.

$P_{\text{изм}}$  — объем измельченных камней до размеров с усиленной химической поверхностной активностью;  $P_{\text{рос. пр.}}$  — объем массы камней с "ростом" от природных факторов;  $P_{\text{рос. хд.}}$  — объем массы камней с "ростом" от хозяйственной деятельности;  $P_{\text{изм. пр.}}$  — объем массы камней, измельченных от природных факторов;  $P_{\text{изм. хд}}$  — объем массы камней, измельченных от хозяйственной дея-

тельности;  $P_0$  – объём фракций не подвергнутых воздействию (дробления) выветривания и потерь при механическом извлечении из почвы;  $W_{\text{в}}^{\text{вх}}$  – скорость ветрового растворения камня от химического воздействия жидкостями и биотой в м<sup>3</sup>/год,  $W_{\text{в}}^{\text{вх}} = V_{\text{кж}}/t_j$ ;  $W_{\text{г}}^{\text{вх}}$  – скорость ветрового окисления камня от химического воздействия газов и растворов,  $W_{\text{г}}^{\text{вх}} = V_{\text{кг}}/t_j$ ;  $V_{\text{кж}}$  и  $V_{\text{кг}}$  объём камня в м<sup>3</sup>/га;  $t_j$  – время, ч; сумма температур  $t_{\text{max}}^{\circ}$  и  $t_{\text{min}}^{\circ}$ ,  $\bar{t}^{\circ}$  – средняя суммарная температура, °С;  $T_{\text{л}}$  – число лет, год;  $D_{\text{п}}$  – период температур активной вегетации, дни;  $\epsilon_i$  – влажность почвы,  $\rho$  – плотность, коэффициенты:  $\lambda$  – теплопроводности,  $C$  – объёмной теплоёмкости,  $c$  – удельной теплоёмкости,  $k$  – температуропроводности  $k = \lambda/C$ ,  $C = \text{ср}$ , теплоусвояемости  $b = \sqrt{\lambda \rho c}$ ; тепловой баланс  $Q_{\text{б}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{т}}$ , где:  $Q_{\text{б}}$  – радиационный баланс,  $Q_{\text{п}}$  – величина теплового потока в почве,  $Q_{\text{к}}$  – величина теплового потока от поверхности в воздух и наоборот,  $Q_{\text{т}}$  – величина теплового потока транспирации растениями, испарения с поверхности или конденсации;  $\alpha_{\text{т}}$  – коэффициент конвективного теплообмена.

Рассмотрено определение значений допустимой каменистости, т.е. возможной массы камней для конкретных условий агроландшафта, исходя из природно-климатических условий на объектах испытаний камнеуборочных машин МКП-1,5, МУК-1,4, ВР-185/124 и КМ-1,4 на машиноиспытательных станциях.

Исходные данные для расчетов отобраны из результатов агротехнической и эксплуатационно-технологических оценок из протоколов испытаний и представлены в таблице 2.

В результате вычислений получены значения допустимой каменистости на объектах испытаний камнеуборочных машин по 8 вариантам и объёмы избытка камней по 4 вариантам, по двум вариантам типовая каменистость больше фактической и по двум вариантам значения допустимой каменистости больше фактической, что подтверждает целесообразность операций оценки необходимости процессов и подбора видов действий.

Для определения вида воздействия на куски породы автором предлагается рассматривать диаграммы состояния почвогрунта, где по основной оси абсцисс располагается фракционный состав почвогрунта, а по основной оси ординат расчетная температура почвы.

При этом используем упрощенный метод выбора конфигурации расположения удаляемых камней по палетке глубины слоя и состава почвогрунта, формы концентрации и диаметра убираемых камней. Наиболее целесообразна процедура отбора вариантов, основанная на ранжировании модулей разности коэффициентов изменения температуры почвы.

## Литература

1. Нетреба Н.Н. Технология дренажных работ Л.: Колос.1982.с 190.
2. Преображенский К.И., Ленский Д.П. Сельскохозяйственное освоение каменистых земель в Нечерноземной зоне РСФСР. Б-чка мелиоратора. - М. Россельхозиздат, 1987, с. 6. 52

**Таблица 2.** Допустимая каменистость на объектах испытаний камнеуборочных машин

Марка № машина	Объект плотность $\rho =$ 'тип / м почвы	Каменистость $R_m, \frac{3}{\text{га}}$ м	Температура прогололу $t^\circ$	Сумма температур $\sum t^\circ \text{min}$	Период вегетации дни	активный Коэффициент увлажнения $K_{\text{ДП}}$	Влажность $\epsilon_i$	Ку Каменистости - повая $R_{\text{кр}}^{\text{т}}, \frac{3}{\text{га}}$	Каменистость допустимая $R_{\text{кр}}^{\text{ад}}, \frac{3}{\text{га}}$	Объём каменей $V, \frac{3}{\text{га}}$ м
КМ-1,4 09-33-83 СССР	ОПХ Калининской МИС. Дерново- подзолистые, супесь $r = 1,20$	<b>72,5</b>	16,8	1600 2400	118	0,99	0,21	12,38	<b>26,43</b>	<b>46,07</b>
МУК-1,4 23-43-77 СССР	ОПХ Северо-Западной МИС. Дерно- во-подзолистые, супесь $r = 1,30$	<b>16,0</b>	13,2	1250 1650	91	1,33	0,11	24,11	<b>47,62</b>	<b>-31,62</b>
МКП-1,5 11-110-83 СССР	Сх Искра Киргизская МИС. Песчано- каменистая $r = 1,40$	<b>270</b>	13,1	1600 2300	140	0,33	0,108	4,60	<b>25,03</b>	<b>244,9 7</b>
МКП-1,5 23-63-79 СССР	ОПХ Северо-Западной МИС. Дерно- во-подзолистые, легкий суглинок $r = 1,25$	<b>13,0</b>	17,5	1250 1650	91	1,33	0,16	24,11	<b>47,30</b>	<b>-34,30</b>
ВР 135/116 Ф.Кирпи Франция	ОПХ Армянской МИС. Каштановые, супесь $r = 1,50$	<b>5,07</b>	26	1600 2800	85	0,44	0,102	4,03	<b>25,99</b>	<b>-20,92</b>
ВР 185/124 Ф.Кирпи Франция	ОПХ Армянской МИС. Каштановые, тяжелый суглинок $r = 1,20$	<b>4,03</b>	26	1600 2800	85	0,44	0,102	4,03	<b>21,72</b>	<b>-17,69</b>
ВР 235/132 Ф.Кирпи Франция	ОПХ Армянской МИС. Каштановые, средне суглинистые $r = 1,20$	<b>46,15</b>	26	1600 2800	85	0,44	0,102	4,03	<b>34,66</b>	<b>11,49</b>
АН-28 Ф.Кирпи Франция	ОПХ Армянской МИС. Каштановые, супесчаные $r = 1,30$	<b>42,3</b>	26	1600 2800	85	0,44	0,098	4,03	<b>31,28</b>	<b>11,02</b>

избытка

Р

3. Вершинин П. В. и др. Основы агрофизики. Под редакцией Иоффе А.Ф. – М.: .., Изд.-во Физматгиз, 1959, с. 622...633.

УДК 621.879 : 631.6

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ДРЕНУУКЛАДЧИКА С МНОГОКОВШОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Ю.Г. Ревин, к.т.н.

МГУП, Москва, Россия

Одним из основных индикаторов качества работы дренажной машины могут быть величины относительных неровностей (в дальнейшем неровности) поверхности дна траншеи или щели, прокладываемых землеройным рабочим органом при поступательном движении базовой машины, то есть отклонения дна от проектного уклона.

Неровности поверхности дна траншеи определяют такой важный показатель функционирования горизонтального дренажа, как его транспортирующую по воде способность. Кроме того, неровности при их значительной величине, особенно, при наличии даже небольших обратных уклонов могут быть причиной заиливания дренажных трубок, частичного выхода из строя дренажной линии.

Эти неровности зависят от неровностей поверхности трассы, по которой движется при работе дреноукладчик, и от статических и динамических свойств самого дреноукладчика. К этим факторам можно отнести следующие. Тип и параметры агрегатирования рабочего оборудования с базовой машиной, тип базовой машины (на колесном или гусеничном ходу), режим работы дреноукладчика (скорость резания и скорости подачи). Кроме того, на величину неровностей дна траншеи оказывают технологические параметры рабочего процесса (глубина и ширина траншеи). Влияние оказывают также тип и состояние грунта. Система автоматического регулирования (САРУ) землеройным рабочим органом по высоте, её (системы) параметры позволяют, в значительной степени, улучшить качество прокладываемой траншеи (щели).

Учесть все перечисленные факторы при количественной оценке качества работы дреноукладчика возможно при представлении его в виде динамической системы, преобразовывающей входные воздействия (неровности поверхности трассы движения дреноукладчика) в выходные (неровности поверхности дна щели или траншеи).

Динамические системы дреноукладчика могут быть описаны передаточной функцией, а входные воздействия, в таком случае, идентифицированы спектральной плотностью неровностей поверхности трассы. Выходная функция может быть представлена спектральной плотностью неровностей дна траншеи (щели). Система автоматического управления землеройным рабочим органом по высоте является объектом с отрицательной обратной связью. Эта система формирует управляющее (корректирующее) воздействие на положение землеройного рабочего органа по высоте.

Оценим точность работы дреноукладчика типа ЭТЦ-2011 для четырёх различных случаев: при работе от базы и от дна, при наличии или отсутствии САРУ.

Будем оценивать качество работы дреноукладчика по величине амплитуды  $A_{\text{вых}}$  относительно средней высотной отметки дна траншеи, полученной после вычисления дисперсии этих неровностей в соответствии с формулой:

$$S2(\omega) = S1(\omega) \cdot A^2(\omega), \quad (1)$$

где  $S2(\omega)$  - спектральная плотность неровностей дна траншеи,  $\text{см}^2 \cdot \text{м}$ ;

$S1(\omega)$  - спектральная плотность неровностей трассы, по которой движется дреноукладчик,  $\text{см}^2 \cdot \text{м}$ ;

$A(\omega)$  - амплитудно-частотная характеристика дреноукладчика.

$$A2 = \sqrt{2 \cdot \int_0^{\omega_0} S2(w) \cdot dw}, \quad (2)$$

$\omega$  - аналог круговой частоты,  $\text{м}^{-1}$ ; ( $w = \frac{2p}{T}$ , где  $T$  - длина неровности, м).

Спектральная плотность неровностей на входе, то есть трассы движения дреноукладчика, может быть описана следующей формулой:

$$S1(w) = D1 \times \left\{ \frac{0,6 \cdot a_1}{p(a_1^2 + w^2)} + \frac{0,7}{p} \left[ \frac{a_2}{a_2^2 + (w + w_0)^2} + \frac{a_2}{a_2^2 + (w - w_0)^2} \right] \right\}, \quad (3)$$

где  $D1$  - дисперсия неровностей трассы,  $\text{см}^2$ . Для настоящей статьи примем  $D1 = 80 \text{ см}^2$ ;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - постоянные коэффициенты;  $\alpha_1 = 10 \text{ м}^{-1}$ ;  $\alpha_2 = 0.1 \text{ м}^{-1}$ ;  $w_0 = \frac{2p}{T_0}$ .

Здесь  $T_0$  - период наиболее часто встречающейся длины неровностей,  $T_0 = 5 \dots 6 \text{ м}$ .

Принятые для расчетов оценки параметров входной спектральной плотности выведены из данных, полученных после обработки профилей дна щелей, проложенных дреноукладчиком МД-12. Данные по неровностям дна щелей приведены в отчете ВНИИГиМ за 1987 г., где представлены результаты работы комиссии по проведению контрольных испытаний дреноукладчика в объединении «Калининградмелиорация».

Неровности дна были получены в результате нивелировки дренажа по фактическому положению верхней части дренажной трубы после вскрытия дрен через каждые 2 и 5 метров. В результате обработки этих неровностей были получены эмпирические корреляционные функции, была выполнена их аппроксимация и рассчитаны эмпирические спектральные плотности неровностей дна щелей.

По данным таблицы 1 в спектре неровностей дна щели наблюдаются две характерные длины неровностей  $T_1 = 2 \dots 5 \text{ м}$  и  $T_2 = 9 \dots 12 \text{ м}$ , причем процентное их содержание равно примерно 10...20 для каждой длины, коэффициент затухания составляет около 0,1. Неровности с длиной  $T_2$  есть проявление свойств трассы, а неровности с длиной  $T_1$  - проявление свойств самого дреноукладчика, когда наблюдаются колебания землеройного рабочего органа относительно базовой машины. Причем эти колебания иногда довольно малы или не наблюдаются вовсе. Для машины с активным рабочим органом, к которому принадлежит

дреноукладчик типа ЭТЦ-2011, влияние относительных колебаний, в основном, незначительно.

**Таблица 1.** Некоторые обобщенные результаты обработки неровностей дна щелей

№№	Заданный уклон, $i$	Режим управления	Средняя амплитуда неровностей дна, см	Длина неровности $T_1$ , м	Длина неровности $T_2$ , м
1	0,008	По тросу от базы	2,3	5,5	-
2	0,006	По тросу от базы	3,2	-	10,5
3	0,003	По лазерному лучу от базы	2,1	4,8	-
4	0,003	По лазерному лучу от базы	2,3	-	13,0
5	0,006	По лазерному лучу от базы	1,6	3,0	9,0
6	0,006	По лазерному лучу от базы	1,6	2,2	-
7	0,003	По лазерному лучу от дна	1,3	2,1	-
8	0,003	По лазерному лучу от дна	1,8	2,1	12,5
9	0,006	По лазерному лучу от дна	1,2	3	13

Выражение амплитудно-частотной характеристики дреноукладчика различно для рассматриваемых случаев, указанных в начале статьи. В общем виде  $A(\omega) = |P(i\omega)|$ . Здесь  $P(s)$  - передаточная функция дреноукладчика. При этом  $P(s) = P(s)/(ms + 1)$ . Здесь  $m = t - c/t$  (см. рис. 1).

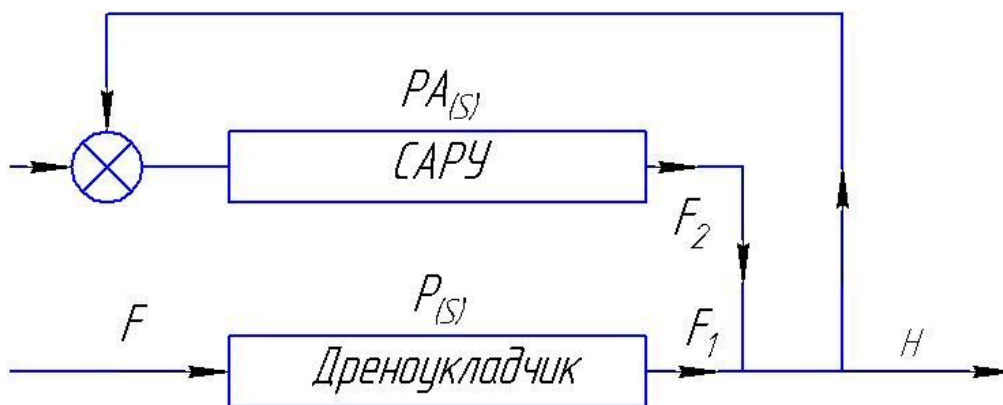


Рис.1. Схема к определению передаточной функции дреноукладчика совместно с САРУ

При установке на дреноукладчике системы автоматического управления ЗРО его обобщенная структурная схема будет выглядеть как показано на рисунке 2. Под обозначением  $F$  введено входное возмущение, действующее на дреноукладчик (неровности поверхности трассы). Через  $H$  обозначается реакция динамической системы «дреноукладчик – САРУ», то есть неровности поверхности дна прокладываемой машиной траншеи. Буквой  $G$  обозначается задающее воздействие САРУ.

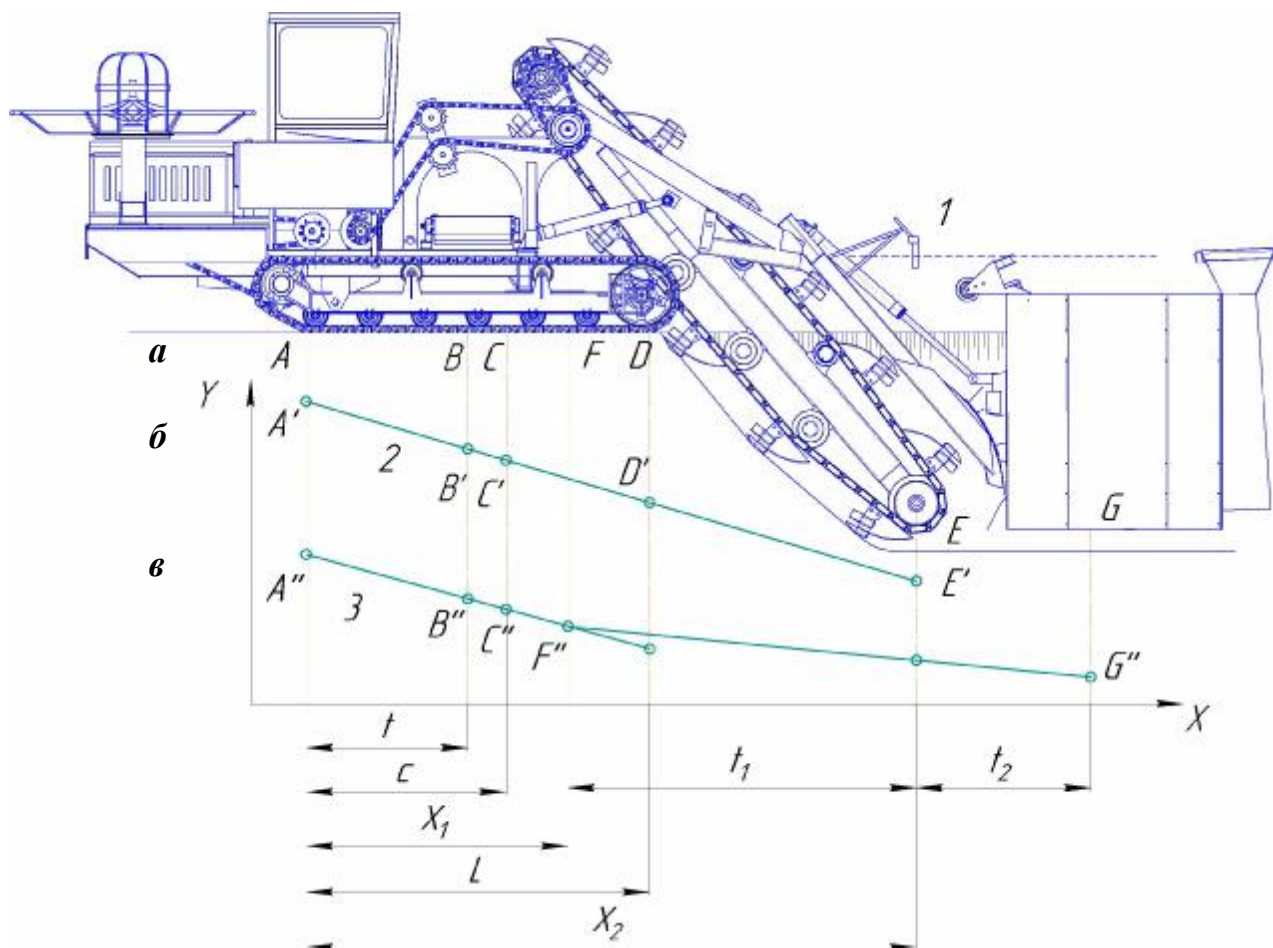


Рис.2. Схема к расчету передаточной функции дреноукладчика типа ЭТЦ-2011

Соотношение, связывающее воздействие  $F$  с реакцией  $H$ , то есть передаточная функция дреноукладчика совместно с САРУ, может быть получено из системы уравнений:

$$G - H = FZ, \\ F \cdot P(s) + FZ \cdot PA(s) = H \quad (4)$$

При  $G = 0$  (такое допущение можно принять в случае задания уклона с помощью лазерного излучателя) получим:

$$F \cdot P(s) - H \cdot PA(s) = H \quad \text{или} \quad H / F = P_{\text{д+а}}(s) = P(s) / (1 + PA(s)) \quad (5)$$

Здесь  $PA(s)$  – передаточная функция САРУ, аналитическое выражение которого может быть представлено формулой:

$$PA(s) = k \cdot e^{-ts} / (T \cdot s + 1), \quad (6)$$

где  $k$  – коэффициент усиления САРУ;  $\tau$  – время запаздывания системы, с; по экспериментальным данным  $\tau = 0,15 \dots 0,25$  с;  $T$  – постоянная времени системы, с;  $T = 0,2 \dots 0,3$  с.

На рисунке 2а представлен общий вид дренаукладчика ЭТЦ-2011, а на рисунках 2б и 2в приведены расчётные схемы для определения передаточных функций дренаукладчика при его работе «от базы» и «от дна». При работе «от базы» землеройный рабочий орган (ЗРО) управляется его гидравлическими цилиндрами, гидравлический цилиндр трубоукладчика находится в плавающем положении. При работе «от дна» ЗРО поднимается и опускается с помощью цилиндра трубоукладчика. В этом случае цилиндры ЗРО находятся в плавающем положении.

На схемах 2б и 2в проставлены характерные точки: А и D – начальная и конечная точки гусеничного хода (расстояние между ними  $L$  – это база дренаукладчика); В – проекция центра тяжести машины ( $t$  – координата точки В), С – центр давления дренаукладчика ( $c$  – координата точки С), F – проекция точки поворота землеройного рабочего органа при осуществлении его подъёма и опускания (X1 – координата точки F); E – проекция днообразующей кромки (X2 – координата точки E); G – опорная точка трубоукладчика (X2 – координата точки G).

Выражения передаточных функций дренаукладчика будут выглядеть следующим образом:

1. При работе дренаукладчика от базы:

$$P1(s) = \frac{X1 \cdot e^{X1 \cdot s}}{L} + \frac{L - X1}{L \cdot (c \cdot s + 1) \cdot (c \cdot s - t \cdot s + 1)} \quad (7)$$

2. При работе дренаукладчика от дна:  $P2(s) = P11(s) \cdot P12(s)$ , где

$$P11(s) = \frac{X2 \cdot e^{X2 \cdot s}}{L} + \frac{L - X2}{L \cdot (c \cdot s + 1) \cdot (c \cdot s - t \cdot s + 1)} \quad (8)$$

$$P12(s) = \frac{a \cdot e^{t1 \cdot s}}{1 - e^{-t2 \cdot s} + a \cdot e^{-t2 \cdot s}} \quad a = \frac{t1}{t1 + t2} \quad (9)$$

3. При работе дренаукладчика от базы и при наличии системы автоматического управления (САРУ) землеройным рабочим органом (ЗРО):

$$P3(s) = \frac{P1(s)}{1 + PA(s)} \quad (10)$$

4. При работе дренаукладчика от дна и при наличии САРУ:

$$P4(s) = \frac{P2(s)}{1 + PA(s)} \quad (11)$$

В результате оценочных расчетов качества работы дренаукладчика типа ЭТЦ-2011 для анализируемых вариантов получены следующие цифры:

- при работе от базы	$A_2 = 12 \text{ см}$
- при работе от базы и при наличии САРУ	$A_2 = 3,5 \text{ см}$
- при работе от дна	$A_2 = 4,3 \text{ см}$
- при работе от дна и при наличии САРУ	$A_2 = 1,7 \text{ см}$

Подводя итог, можно с обоснованной уверенностью утверждать, что предлагаемый в статье подход с использованием сформированной математической модели рабочего процесса дреноукладчика типа ЭТЦ-2011 позволяет вполне адекватно оценивать точность его работы. На основе исследования разработанной модели возможно целенаправленное совершенствование конструкции дреноукладчика в целом, а также его отдельных систем.

### Литература

1. Лазерная техника в мелиоративном строительстве/А.Н. Ефремов, А.К. Камальдинов, А.И. Мармалев, В.Г. Самородов. – М.: Агропромиздат, 1989г.
2. А.В. Докукин, Ю.Д. Красников, З.Е. Хургин. Аналитические основы динамики выемочных машин. – М.: Недра, 1966г.

УДК 628.477

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО КАПСУЛЯЦИИ СВАЛОК И ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

Р.А Сямиуллин, аспирант  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Охрана окружающей среды от загрязнения является одной из важнейших задач современности. Одним из инженерных решений, направленных на защиту окружающей среды от отрицательного воздействия свалок и полигонов размещения отходов производства и потребления, является их капсуляция, позволяющая устранить такие опасности, исходящие от свалок, как загрязнение грунтовых вод, загазованность атмосферного воздуха, поверхностную эрозию почвы.

Комплекс классических мероприятий по капсуляции захоронения (см. рис. 1) включает:

- окружение массива захоронения герметичными вертикальными стенками (уплотняющими перемычками), заглубленными в породные слои меньшей проницаемости, оптимально в водоупор;
- размещение колодцев-скважин внутри и вне вертикальных стенок;
- сооружение перекрытия с использованием системы поверхностной изоляции и герметизации;
- сбор и обезвреживание просачивающихся вод.

Размещение и использование колодцев-скважин внутри массива, огражденного вертикальными стенками, обеспечивает просачивание в них снаружи грунтовых вод, а также одновременно позволяет откачать остающиеся в пород-

ном массиве загрязненные воды, затем направляемые на очистку и обезвреживание. Через колодцы-скважины, размещенные внутри и вне ограниченной вертикальной стенкой зоны можно, кроме того, контролировать качество ее исполнения и эффективность защиты.

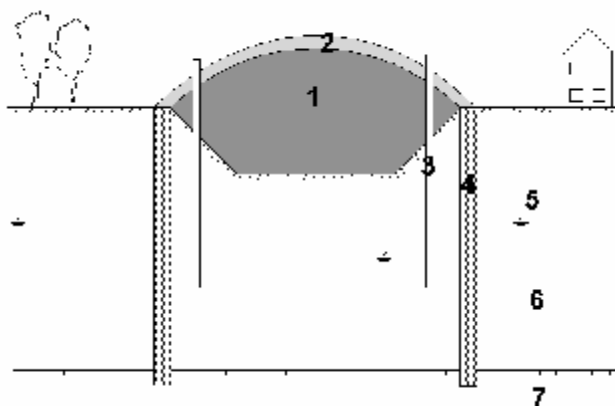


Рис. 1. Капсуляция захоронения отходов:

- 1 – массив захоронения; 2 – система поверхностной изоляции и герметизации;  
 3 – вертикальная стенка; 4 – колодец-скважина; 5 – уровень грунтовых вод;  
 6 – водопроницаемые породы; 7 – водоупор

#### Системы поверхностной изоляции и герметизации

Многослойная система перекрытия должна обеспечивать надежную и долгосрочную (не менее 50 лет) поверхностную изоляцию:

- препятствовать просачиванию атмосферных осадков в тело полигона;
- препятствовать бессистемной эмиссии газов с поверхности полигона;
- защищать поверхность от эрозии;
- препятствовать возгоранию;
- обеспечивать условия для последующего использования территории полигона;
- способствовать воссозданию эстетического облика местности.

В целом общая структура системы поверхностной изоляции и герметизации состоит из:

- верхнего и растительного слоев почвы с поверхностным дренажным слоем;
- уплотняющих слоев;
- газодренажного и выравнивающего слоев.

Схемы различных конструкций систем поверхностной изоляции и герметизации представлены на рисунке 2.

Выбор конструкции системы поверхностной изоляции и герметизации зависит от конкретных условий.

Культурный почвенный (рекультивационный) слой покрывает системы изоляции и герметизации и служит для рекультивации с использованием растительного покрова или без него, что обуславливает последующее использование территории. Кроме того, он защищает минеральный уплотняющий слой от воздействия низких температур при морозной погоде, а также уплотняющую систему в целом от механических повреждений. Толщина рекультивационного

слоя зависит от района строительства и должна быть уточнена из условия глубины промерзания, но не менее 1,0 м. Толщина слоя растительного грунта не менее 0,1 м, устраивается при необходимости посева трав и кустарников, для снабжения растений питательными веществами.

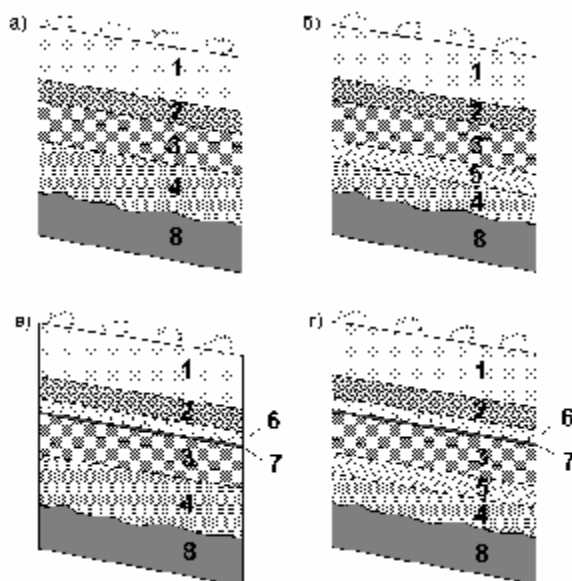


Рис. 2 Схематическое строение системы поверхностной изоляции и герметизации

1 – культурный почвенный (рекультивационный) слой ( $\geq 1,0$  м); 2 – минеральный дренажный слой ( $\geq 0,3$  м); 3 – минеральный уплотняющий (гидроизоляционный) слой ( $\geq 0,5$  м); 4 – уплотняющее основание и выравнивающий слой ( $\geq 0,5$  м); 5 – минеральный газодренажный слой ( $\geq 0,3$  м); 6 – защитный слой (из песка мелкого 0,15м, из геотекстиля – не менее 0,02м); 7 – синтетическая гидроизоляция (не менее 2,0 мм); 8 – массив захоронения

Семена трав и тип растений выбираются согласно местным климатическим условиям таким образом, чтобы обеспечить защиту склонов полигона от водной и ветровой эрозии и минимизировать количество осадочных вод, поступающих в дренажную систему.

Дренажный слой предназначен для надежного отвода осадков, просачивающихся через верхний культурный слой, предотвращает застой воды на уплотняющем слое.

Наряду со снятием гидравлической нагрузки на уплотняющий слой, дренаж служит для обезвоживания почвенно-растительного слоя с обилием корней. Для решения этой задачи могут использоваться:

- минеральные дренажные слои;
- дренажные системы из синтетических материалов.

Для сооружения минеральных дренажных слоев применяют песок, а также гравий и щебень изверженных пород с размером фракций 16-32 мм, обеспечивающих коэффициент фильтрации  $K_f \geq 1 \cdot 10^{-3}$  м/сек. Также могут применяться производственные отходы со свойствами элюата, не представляющие опасности для внешней среды. К таким отходам относятся стеклозола, шлаки мусоросжигательных заводов или пустые горные породы.

К дренажным системам из синтетических материалов относятся дренажные маты из полиэтилена, полипропилена, полиамида, полиэфира или полиакрилнитрила.

Дренажные трубы должны обладать достаточной прочностью и быть изготовлены из материалов, устойчивых к агрессивному воздействию фильтрата. Дренажные трубопроводы в основном изготавливаются из полиэтилена высокой плотности или из ПВХ.

Уплотняющие слои препятствуют просачиванию вод из поверхностного дренажного слоя в массив захоронения и в то же время предотвращают выделение вредных газов в атмосферу.

Уплотняющие материалы могут состоять из:

- минеральных уплотняющих материалов;
- уплотняющих полотнищ и матов из синтетических материалов.

Минеральный грунт, применяемый для гидроизоляции, должен быть однородным. К минеральным уплотняющим материалам относятся суглинистые и глинистые грунты, возможно подмешивание бентонита или других материалов. Для поверхностной изоляции и герметизации могут применяться маты и полотнища из синтетических материалов различной плотности, в частности из полиэтилена высокой и низкой плотности, из ПВХ, полимерных смесей (полиэтилен высокой плотности с пластификатором) в зависимости от конкретных механических, химических и геологических нагрузок.

Газодренажный слой под системой изоляции и герметизации служит для того, чтобы в случае необходимости направить не перехваченные другим способом газы в газосборную систему.

В зависимости от технологии дегазации и конкретной ситуации, системы дегазации выполняют в комбинации с минеральными слоями или дренажными синтетическими матами, предусматривая в случае необходимости прокладку труб. Газовый дренаж осуществляют аналогично водному дренажу.

Выравнивающий слой одновременно является опорой уплотняющего основания и обеспечивает надлежащую герметичность минерального уплотняющего слоя.

#### Устройство противофильтрационных завес-стенок (ПФЗ)

Развитие новых технологий, используемых в подземном строительстве, позволяет сегодня сооружать противофильтрационные завесы различного рода. Известны следующие виды противофильтрационных завес-стенок применяемых для капсуляции свалок и полигонов ТБО:

- Узкая завеса.

Способом забивки или вибропогружения устанавливают металлический профиль. После выдергивания профиля в образовавшуюся полость под давлением нагнетают уплотняющий раствор.

- Щелевая стенка, одностадийная технология.

Выемка грунта производится под защитой затвердевающей бентонитно-цементной суспензии, остающейся в щели и медленно схватывающейся.

- Щелевая стенка, двухстадийная технология (способ «стена в грунте»).

Выемка грунта производится под защитой бентонитовой суспензии, укладку уплотняющей массы осуществляют контрактным способом при одновременном вытеснении бентонитовой суспензии.

- Шпунтовая стенка.

Производят забивку или вибропогружение шпунтов. Шпунты могут иметь синтетическое покрытие и дополнительные уплотнительные замковые связи.

- Забивная шлицевая стенка.

Осуществляют забивку полых металлических профилей коробчатого сечения с отсоединяемой донной плитой, после чего полость заполняют землебетоном. При выдергивании профиль отделяется от донной плиты и землебетонный столб остается в грунтовом массиве.

- Эжекторно-струйная технология сооружения завесы-стенки.

В этом случае с помощью высоконапорного нагнетания сооружают пересекающиеся столбы и панели, для чего используется самотвердеющая уплотняющая смесь.

- Бурильно-свайная стенка.

Из самотвердеющих цементсодержащих или бесцементных минеральных уплотняющих материалов сооружают сваи, предварительно пробурив необходимые скважины.

- Комбинированная стенка.

В массу завесы встраивают металлошпунтовые стенки, маты из синтетических материалов или иные элементы уплотнения.

Сравнение необходимых и возможных параметров глубины и толщины стенок позволит выбрать наиболее подходящую конструкцию (рис. 3).

завеса-стенка			
вид	глубина	толщина	материал-заполнитель
Без выемки грунта:			
- шпунтовая стенка	15-20м	0,01-0,02м	сталь землебетон землебитон нагн.самотв.растворы замороженный грунт
- узкая стенка	18-23м	0,05-0,20 м	
- забивная шлицевая стенка	15-20м	>0,20 м	
- эжекторно-струйная перемычка	>100м	>0,8 м	
- стенка сооруженная способом замораживания	>100м	>0,8-1,0м	
С выемкой грунта:			
- щелевая стенка, одностад. технология ("стена в грунте")	40м	0,4-1,5м	бentonитно-цементная суспензия уплотняющая масса с заданными свойствами бетон, полимерная пленка/сталь нагн.самотв.растворы
- щелевая стенка, двухстад. технология ("стена в грунте")	>50м	0,4-1,5м	
- комбинированная стенка	30м	>0,6м	
- эжекторно-струйная стенка		регулируемая	
- комбинированные технологии		регулируемая	

1) зависит от грунта  
2) регулируемая  
3) зависит от грунта

Рис. 3. Выбор противодиффузионной завесы-стенки по глубине, толщине и материалу

Для противofильтрационных завес, сооружаемых с целью защиты подземных вод и грунтового массива от негативного влияния свалок и полигонов способом «стена в грунте», обычно не требуется создания стенок высокой прочности, необходим малопроницаемый материал, который должен быть долговечным при воздействии химических веществ, фильтрующихся из тела свалок.

Материал заполнения завес-стенок назначают исходя из его водопроницаемости, коррозионной стойкости по отношению к фильтрующим стокам, а также с учетом экономических соображений. Как правило, минеральные уплотняющие массы состоят из следующих компонентов:

- бентонита;
- гидравлического вяжущего;
- минерального заполнителя;
- воды, в которую, в случае необходимости, вводятся специальные добавки.

С помощью введения химических добавок-нейтрализаторов пассивный противofильтрационный эффект может быть дополнен активным химическим процессом нейтрализации факторов загрязнения.

После проведения работ по капсуляции свалок и полигонов захоронения отходов производства и потребления они практически перестают существовать как источники негативного воздействия на окружающую среду.

## Литература

1. Ю.И. Никляев. Пособие специалистам по строительству противofильтрационных завес способом «стена в грунте». – М.: Ротапринт, 1991, 49с.
2. Мещеряков А.Н., Хейфец В.Б. Противofильтрационные и несущие стенки в грунте. М.: Энергия, 1969, 93с.
3. Jessberger H.L. Zur bautechnischen Sanierung von Altlasten und deponien. S+T. 1991.
4. ТСН 30-308-2002 Московской области. Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в Московской области.

## ***ЭКОНОМИКА И ПРАВО***

УДК 626.87:23

### **ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА**

Н.С. Быстрицкая, к.э.н., В.Б. Ялошинская, к.с.-х.н., Л.Ю. Кизяева  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Реформы в сфере водообеспечения и водопользования в АПК значительно отстают от реформирования экономики в целом. Практически не внедряются экономические методы, вопрос о платном водопользовании не находит разре-

шения уже многие годы, несмотря на очевидность его основополагающей роли в системе экономических методов и финансовом обеспечении водохозяйственной деятельности. Следует отметить неполноту и противоречивость правовой базы водопользования, отсутствие правил, регламентирующих коммерческую деятельность водохозяйственных предприятий. Ограниченность финансовых ресурсов, частичное финансирование, резкое сокращение инвестиций, отсутствие действенного экономического функционирования водохозяйственного комплекса приводит к образованию еще более острых дефицитов водных ресурсов как по объему, так и по качеству, значительному материальному ущербу, приостановке развития производственной базы эксплуатационных организаций.

Мелиоративная водохозяйственная деятельность менее всего подготовлена экономически к современным условиям хозяйствования. До последнего времени все водохозяйственные системы были собственностью государства. В результате приватизации инженерно оборудованные орошаемые и осушаемые земли в большинстве регионов переданы в собственность хозяйств. Обслуживающие хозяйства межхозяйственные и магистральные каналы, водозаборы и др. отнесены к собственности государства. В новых условиях развитие экономических структур допустимо в рамках различных форм собственности (государственной, акционерной) на межхозяйственную сеть, которые обеспечивали бы ее нормальное функционирование.

Оценка эффективности функционирования систем водопользования в АПК практически реализуема для тех из них, которые осуществляют производственную деятельность на возмездной основе и имеют финансовые результаты. Мелиоративные водохозяйственные системы, осуществляющие транспортировку воды сельскохозяйственным пользователям и являющиеся по сути производственными предприятиями, не имели и не имеют собственных источников финансирования. Результаты их хозяйственной деятельности определяются сметой бюджетного финансирования, а эффективность производственной деятельности оценивается косвенно, по результатам сельскохозяйственного производства.

Сохранение бюджетного финансирования полностью в современных условиях в сфере водообеспечения может носить лишь временный характер, что вкупе с его недостаточностью обуславливает поиск источников и способов финансирования водно-мелиоративной деятельности. Экономической базой этого финансирования может и должна быть плата за водопользование.

Теория и практика организации водохозяйственной деятельности свидетельствует о том, что наиболее предпочтительной является схема, в соответствии с которой плата за воду вносится водопользователями в виде взносов на проведение водохозяйственных и водоохраных работ и содержание осуществляющей их водохозяйственной организации. По организационно-правовой форме водохозяйственные организации могут быть государственными предприятиями, образуемыми на праве оперативного управления и принципах производственной и экономической самостоятельности. В круг их задач должно входить оказание на платной основе основных видов услуг, направленных на

создание надлежащих условий для водообеспечения населения и народного хозяйства, охраны вод и предотвращения их вредного воздействия.

Методология расчета тарифов базируется на законах России о деятельности предприятий, а методика расчета – на издержках по водообеспечению (с учетом экологических факторов), обусловленных, в основном, содержанием и эксплуатацией водохозяйственных объектов и необходимостью развития водохозяйственной деятельности. К категории платежей не относятся налоговые сборы и штрафные санкции, которые могут быть рассчитаны либо кратно к основным платежам, либо в виде самостоятельных форм.

Главными из принципов и подходов к оценке эффективности, сложившихся в мировой практике, с учетом особенностей перехода нашей страны к рыночной экономике, являются:

- определение эффекта путем сопоставления результатов и затрат с ориентацией на достижение требуемой нормы дохода;

- учет совокупного эффекта функционирования систем водопользования как суммы экономического, экологического и социального эффектов (как положительных, так и отрицательных воздействий мелиорации на производственные результаты, окружающую среду и уровень социального развития).

Важнейшие категории оценки эффективности, включают:

- результаты (экономические и внеэкономические);

- затраты (всех видов: единовременные, текущие и т.д.);

- эффект, понимаемый как разность (отношение) оценок совокупных результатов и совокупных затрат.

Эффективность характеризуется системой показателей, отражающих соотношение затрат и результатов осуществления деятельности и учитывающих специфику современного периода. Необходимо различать следующие показатели эффективности:

- показатели коммерческой эффективности, учитывающие финансовые результаты;

- показатели бюджетной эффективности, отражающие финансовые последствия осуществления деятельности для федерального, регионального или местного бюджета;

- показатели совокупной экономической эффективности, учитывающие как затраты и результаты, непосредственно связанные с осуществлением деятельности, так и выходящие за пределы прямых финансовых интересов участников процесса водопользования, отражающие его социальную значимость, учитывающие требования обеспечения экологической безопасности функционирования системы водопользования и допускающие стоимостные измерения. Совокупная эффективность рассматривается, в основном, для систем водопользования, результаты деятельности которых затрагивают интересы ряда хозяйств, региона или всей России.

**Коммерческая оценка** включает финансовую и экономическую оценки, которые взаимно дополняют друг друга. Финансовая оценка проводится для определения финансовой состоятельности и анализирует ликвидность (платежеспособность) предприятия.

Экономическая оценка эффективности определяется соотношением притоков и оттоков реальных денег в процессе осуществления производственной деятельности.<sup>1</sup> Сальдо реальных денег определяется как разность между чистыми притоками и оттоками денежных средств. Как правило, оно формируется за счет прибыли от реализации продукции и амортизационных отчислений за вычетом затрат и налогов. Коммерческая оценка может считаться положительной, если деятельность обеспечивает достижение двух главных целей: получение приемлемой прибыли на затраченные средства и поддержание устойчивого финансового состояния.

Основным результатом производственной (операционной) деятельности является получение прибыли на вложенные средства. Соответственно, в денежных потоках при этом учитываются все виды доходов и расходов, связанные с производством продукции (услуг), и налоги, уплачиваемые с указанных доходов. Объемы производства указываются в натуральном и стоимостном выражении. Помимо выручки от реализации в притоках и оттоках реальных денег необходимо учитывать доходы и расходы от внереализационных мероприятий, непосредственно не связанных с производством продукции.

В процессе осуществления деятельности систем производится оценка ее социальных и экологических последствий, а также затрат, связанных с социальными мероприятиями и охраной окружающей среды. Для стоимостной оценки сопутствующих результатов могут быть применены различные методы.

**Метод прямого счета** может быть использован в том случае, когда сопутствующие результаты непосредственно выражаются в денежной форме. Особенность такого счета состоит в том, что результаты интерпретируются как экономия затрат в сопряженных производствах и учитываются при исчислении затрат.

**Метод косвенной оценки сопутствующих результатов** используется в тех случаях, когда представляется возможным установить влияние изменения социальных, экологических и других факторов производства на экономический результат. Стоимостная оценка результата может при этом отражать экономию затрат рабочего времени (уменьшение потерь времени) или экономию расходов в связи с уменьшением уровня профессиональной заболеваемости, производственного травматизма и т. п.

**Метод определения предотвращенного ущерба** позволяет провести оценку сопутствующих результатов через возможные потери в случае отказа от реализации данного мероприятия. Применение данного метода основано на исчислении затрат, которые возникают при загрязнении окружающей среды.

**Нормативный метод** позволяет произвести самостоятельную оценку сопутствующих результатов на основании системы экономических нормативов, устанавливаемых централизованно или на региональном уровне. Указанные нормативы стоимостных оценок должны быть равны предельно допустимым

---

1. Наличие государственной поддержки и условия ее предоставления могут предусматривать льготные условия продажи продукции, что может повлиять на оценку эффективности.

водохозяйственным затратам, обеспечивающим достижение единицы данного вида социального или экологического результата.

Показатели совокупной эффективности отражают эффективность для участвующих в осуществлении водохозяйственной деятельности регионов (субъектов федерации), отраслей, организаций и предприятий. Совокупная эффективность функционирования систем водопользования определяется как для деятельности, влияющей на природу, окружающую среду и меняющую условия жизни людей. При этом учитываются положительные экономические, экологические и социальные эффекты, а также ущербы (потери воды и земли, ухудшение качества важнейших компонентов окружающей среды, в первую очередь, земли и воды, сельскохозяйственной продукции и т.п.). Для получения такой совокупной оценки количественно оценивается суммарный эффект в денежном выражении и сопоставляется с совокупными затратами по осуществлению деятельности с учетом всех природоохранных мер и решения социальных проблем.

При расчете совокупной эффективности в состав результатов включаются в стоимостном выражении:

- конечные производственные результаты (выручка от реализации произведенной продукции или услуг); сюда же относится и выручка от продажи на сторону имущества и интеллектуальной собственности (лицензии на право использования изобретений, ноу-хау, программ и т.п.), создаваемой участниками;
- социальные и экологические результаты, рассчитанные исходя из совместного воздействия результатов деятельности на здоровье населения, социальную и экологическую обстановку в регионах.

Учитываются также косвенные финансовые результаты, куда входит изменение рыночной стоимости земельных участков, зданий и иного имущества, а также затраты на консервацию или ликвидацию производственных мощностей, потери природных ресурсов и имущества от возможных аварий и других чрезвычайных ситуаций.

Положительный социальный эффект от водохозяйственной деятельности выражается в повышении занятости населения в осуществлении водохозяйственной деятельности и в других отраслях, связанных с ее развитием, улучшении условий труда (снижении объемов работ с трудными и вредными условиями, повышении квалификации работников и др.), развитии рынков сбыта и в увеличении производства продуктов потребления, улучшении качества питания населения, сокращении или отказе от импорта продовольствия, а также в создании рекреационных зон и улучшении условий отдыха населения.

Отрицательные социальные последствия могут проявляться в ухудшении качества окружающей среды и, как следствие, ухудшении здоровья населения, неудовлетворенности условиями работы и местом проживания, росте времени и затрат на рекреацию, ухудшении качества продуктов питания, которые были подвержены загрязнению, снижению престижности профессии; увеличении времени на бытовое обслуживание.

Группа факторов социального характера в большей части прямому счету не подлежит и может быть оценена косвенно или экспертно. В полном объеме

социальный эффект от мелиорации в настоящее время оценить практически невозможно, хотя большинство проявлений социального эффекта тесно связано с воздействием на экономическую эффективность и может иметь стоимостную оценку. Для многих социальных последствий загрязнения возможны косвенные экономические оценки.

При анализе экологических последствий водохозяйственной деятельности должны максимально учитываться происходящие под их воздействием отрицательные изменения в природе, неблагоприятное влияние их на растительный и животный мир, качество окружающей среды, уровень и эффективность использования природных ресурсов.

Основные экологические последствия гидромелиорации можно разделить на четыре группы:

1. Прямые потери природных ресурсов, особенно земли и воды (отвод части земельных угодий под мелиоративные гидротехнические сооружения, затопление земель при строительстве водохранилищ и т.д.).

2. Ущерб сельскому, рыбному, лесному и охотничьему хозяйству, промышленности и транспорту (подтопление территорий, изменение естественной растительности, снижение лесистости, нанесение ущерба запасам торфа и т.д.).

3. Ухудшение естественно-социальной среды общества (рекреационные свойства местности, ее ландшафтную, эстетическую ценность и т.д.).

4. Нежелательные, опасные изменения экологического равновесия в биосфере, прежде всего в почвенном покрове и водной среде (ущерб от загрязнения водных источников дренажными водами, засоление и заболачивание орошаемых земель и иссушение болот, распространение ирригационной эрозии и др.).

Общая величина потерь и ущерба, наносимого отраслям народного хозяйства негативными экологическими последствиями, представляет собой сумму экономических оценок отдельных (основных) видов потерь и ущерба.

При нанесении ущерба и соответствующем законодательном его возмещении предприятие должно это делать из собственных доходов, что снижает его эффективность. Затраты на проведение соответствующих природоохранных мероприятий, предотвращающих ущерб, включаются в производительные расходы. Себестоимость продукции или услуг при этом повышается, но ущерб не наносится.

Расчеты потерь и ущерба, их стоимостная оценка зависят от особенностей тех отраслей народного хозяйства и сфер человеческой деятельности, свойств тех конкретных природно-экономических территорий, на которые распространяется влияние водохозяйственных объектов. Они зависят также от действующей системы цен, экономических оценок природных ресурсов, полноты анализа зависимостей и количественного их определения и т.д. Однако даже неполный учет потерь и ущерба, приблизительная их оценка, уровень достоверности которой по мере углубления исследований в этом направлении будет повышаться, позволяет более обоснованно принимать решения относительно эффективности гидромелиоративных и водохозяйственных объектов.

Для учета влияния мелиоративных мероприятий на экологию определяется конкретный набор экологических показателей, на которые оказывает непосредственное влияние мелиорация. Экологические стандарты и нормативы устанавливаются в соответствии с составом нормативов, утвержденных государственными организациями. Эти нормативы выступают в форме ограничений на деятельность систем водопользования.

Таким образом, основной предпосылкой и необходимым условием экономической оценки эффективности водохозяйственных систем в современных условиях является введение платного водопользования в орошаемом земледелии, обеспечивающего экономическую самостоятельность систем, получение доходов от основной производственной деятельности, возможность сопоставления доходов с затратами. Для реализации указанного экономического механизма, включающего и организационно-структурную перестройку, возникает необходимость совершенствования правовой базы водохозяйственной деятельности в АПК.

УДК 626.87:33

## **РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ С ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДОЙ**

А.Н. Николаенко, к.т.н.  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Технология, внедряемая в производство, должна подвергаться экономическому анализу с целью определения эффективности путем сравнения затрат и результатов для определенного объема выпускаемого технологического оборудования и сопоставления экономических показателей с экономическими показателями технологии базисного уровня.

Оценка экономической эффективности осуществляется путем приведения разновременных показателей к одному моменту времени, например, времени инвестиционных вложений  $t = 0$ . Приведение к базисному моменту времени затрат ( $Z$ ) и результатов ( $R$ ), имеющих место на  $t$ -ом шаге реализации проекта производится путем их умножения на коэффициент дисконтирования  $\alpha_t$ , определяемый для постоянной нормы дисконта  $E$ :

$$\alpha_t = 1/(1+E)^t, \quad (1)$$

где  $t$  – номер временного шага расчета ( $t = 0, 1, 2, \dots, T$ ),  $T$ - горизонт расчета. В качестве показателей на современном уровне [1,2] принимаются такие показатели как чистый дисконтный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности (ИД), срок окупаемости и некоторые другие. ЧДД определяется как сумма текущих эффектов (результатов и затрат) за весь расчетный период, приведенная к начальному моменту времени:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t)/(1+E)^t \quad (2)$$

Если ЧДД положителен, то проект является эффективным при данной норме дисконта и может рассматриваться вопрос о его принятии. Чем больше ЧДД,

тем эффективнее проект. Если инвестиционный проект будет осуществляться при отрицательном ЧДД, то инвестор понесет убытки, т.е. проект будет не эффективен. При расчетах норма дисконта  $E$  принимается обычно равной среднему банковскому проценту по вкладам средств на срок не менее года или выше его, что определяется требованием инвестора.

ИД - индекс доходности определяется как отношение суммы приведенных эффектов к величине капитальных вложений:

$$\text{ИД} = 1/K \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t)/(1+E_t) \quad (3)$$

Если проект эффективен, то  $\text{ИД} > 1$ , в противном случае  $\text{ИД} < 1$ .

ВНД - внутренняя норма доходности представляет собой ту норму дисконта ( $E_{\text{внут.}}$ ), при которой величина суммы приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям. При этом нужно иметь в виду, что конкретный расчет ВНД затруднителен и требует решения соответствующего уравнения в степени, равной горизонту расчета. Для нахождения ВНД необходимо уравнение (2) приравнять нулю и решить его относительно  $E$ . В случае, когда ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, инвестиции в данный проект оправданы.

При расчете экономической эффективности инвестиций в технологии применения удобрений и микроэлементов с оросительной водой предполагается выпуск опытных партий технологического оборудования, состоящих из 100 комплектов, их монтаж и пуско-наладка в первый год и дальнейшая эксплуатация в течение пяти лет. При расчете норма дисконта принимается равной 0,08 для удобрений и 0,12 для микроэлементов, что является достаточно высокой ставкой и превышает обычный банковский процент.

Технология централизованного применения удобрений с оросительной водой осуществляется с помощью комплекта технологического оборудования РНУ-15. В комплект входят емкости для приготовления и кратковременного хранения маточного раствора удобрений или удобрительных смесей; перемешивающий и дозирующий насосы, служащие для растворения твердых туков и дозирования приготовленных растворов в напорный трубопровод; запорная и подводная арматура; пульт управления. Комплект устанавливается вблизи насосной станции для обеспечения устройства электропитанием, и предназначен для совместной работы с группой дождевальных машин типа «Фрегат» [3]. Площадь обслуживания комплекта может достигать 1000 га. За базу сравнения принимается технология индивидуального применения гидроподкормщиков с каждой дождевальной машиной. Эффективность достигается за счет увеличения площади обслуживания одним комплектом (1000 га) по сравнению с базовым вариантом (71 га), и как следствие сокращения капитальных вложений и эксплуатационных затрат. Агрonomическая эффективность – прибавка продуктивности сельскохозяйственной продукции принимается равной 10 % для обоих вариантов. Эта продуктивность достигается за счет возможности дробного применения удобрительных веществ в течение всего вегетационного периода, более высокой равномерности и сокращения технологических операций по сравнению с традиционной технологией применения удобрений в виде твердых туков.

Применение микроэлементов с оросительной водой основано на использовании принципа анодного растворения металлов в конструкции устройств. Суть этого принципа состоит в следующем. Если к металлическим электродам, погруженным в электролит, приложить напряжение постоянной полярности, то электрод, находящийся под положительным потенциалом, начинает передавать ионы в раствор. Процесс контролируется законом Фарадея и величина дозирования ионов металла в раствор пропорциональна величине тока, протекающего в системе анод-электролит-катод. Электролитом служит оросительная вода. Данная технология реализуется устройством УВМп, которое отличается от базового (УВМ) оптимизацией параметров электрохимической системы [4,5]. Это позволяет при равных энергетических затратах получать более высокий выход микроэлементов и, как следствие, более высокую прибавку продуктивности и качество сельскохозяйственной продукции.

При расчетах экономической эффективности используются данные, полученные в результате заводских и государственных испытаний, а также справочные данные [5,6]. Результатом таких испытаний является рекомендация о постановке на производство устройства УВМп. В затратную часть производства и эксплуатации устройств включены такие статьи, как НИОКР, материалы и комплектующие, изготовление, монтаж и пуско-наладка, энергетические затраты, ремонт и эксплуатация. Эти данные приведены в таблице 1. В стоимость затрат включены и накладные расходы. В качестве культуры при расчетах эффективности технологий выбрана пшеница на орошении с продуктивностью 4 т/га. Прибавка продуктивности за счет применения удобрений с оросительной водой принимается равной 10% для обоих вариантов. Прибавка продуктивности при применении микроэлементов с оросительной водой устройством УВМп составляет 10 % по сравнению с 8,7% для базового варианта (УВМ) [5].

**Таблица 1.** Затраты на изготовление и эксплуатацию комплекта оборудования для применения удобрений и микроэлементов с оросительной водой

Статьи затрат (тыс. руб.)	Технологии			
	Удобрения		Микроэлементы	
	РНУ	Гидроподкормщик	УВМп	УВМ
1. НИОКР	2,30	6,10	2,90	2,10
2. Материалы и комплектующие	497,00	269,00	7,10	6,90
3. Изготовление (100% от п.2)	497,00	269,00	7,10	6,90
4. Монтаж и пуско-наладка (50% от п.2)	248,50	134,50	3,55	3,45
5. Энергозатраты	1,50	0,50	0,30	0,30
6. Ремонт и эксплуатация	30,00	60,00	3,00	3,00

(Справочно: 1 EU = 1,25 \$ = 35,5 руб)

При расчете эффективности применения удобрений с оросительной водой в затраты необходимо добавить стоимость удобрений для технологии централизованного применения (РНУ-15, S=1000 га) – 54000 тыс.руб., для технологии индивидуального дозирования (гидроподкормщик, S=72 га) – 3888 тыс. руб. При этом принимается, что потребность в удобрениях – 90 кг/га, а их цена – 6 руб/кг. В таблицах 2 и 3 приведены результаты расчетов показателей эффективности инвестиций в технологии применения удобрений и микроэлементов с оросительной водой, соответственно. Временной шаг расчета во всех вариантах принимается равным 1 году.

**Таблица 2.** Эффективность инвестиций в технологии применения удобрений с оросительной водой, тыс.руб.

Шаг расчета, t, год	$R_t$	$Z_t$	$(R_t-Z_t)$	$(R_t-Z_t)\alpha_t$
0	-	<u>124480*</u>	<u>-124480</u>	<u>-124480</u>
	-	67860	- 67860	-67860
1	<u>112000</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>50787</u>
	8064	9938	-1874	-1735
2	<u>112000</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>47025</u>
	8064	9938	-1874	-1607
3	<u>112000</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>43542</u>
	8064	9938	-1874	-1488
4	<u>112000</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>40316</u>
	8064	9938	-1874	-1377
5	<u>112000</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>37330</u>
	8064	9938	-1874	-1275

\*Числитель- РНУ-15, знаменатель - гидроподкормщик (база сравнения). E=0,08

**Таблица 3.** Эффективность инвестиций в технологию применения микроэлементов с оросительной водой, тыс.руб.

Шаг расчета, t, год	$R_t$	$Z_t$	$(R_t-Z_t)$	$(R_t-Z_t)\alpha_t$
0	-	<u>8905*</u>	<u>- 8905</u>	<u>-8905</u>
	-	9675	- 9765	-9765
1	<u>18240</u>	<u>330</u>	<u>17910</u>	<u>15991</u>
	15869	330	15539	13874
2	<u>18240</u>	<u>330</u>	<u>17910</u>	<u>14278</u>
	15869	330	15539	12280
3	<u>18240</u>	<u>330</u>	<u>17910</u>	<u>12748</u>
	15869	330	15539	10962
4	<u>18240</u>	<u>330</u>	<u>17910</u>	<u>11382</u>
	15869	330	15539	9788
5	<u>18240</u>	<u>57150</u>	<u>54850</u>	<u>10163</u>
	15869	11810	-3746	8739

\* Числитель- УВМп, знаменатель- УВМ (база сравнения). E=0,12

При расчете были получены следующие показатели эффективности для технологии централизованного применения удобрений: ЧДД - 94520/-75342, ВНД- 0,33/-, ИД- 1,76/-, срок окупаемости- 3 года. ЧДД для технологии индивидуального применения удобрений гидроподкормщиками при каждой дождевальной машине получился отрицательным, а инвестиции – неэффективны.

Для технологии применения микроэлементов с оросительной водой устройствами УВМп и УВМ (база сравнения) при их совместной работе с ДМ типа «Кубань» показатели эффективности инвестиций при производстве 100 устройств каждой модификации и их дальнейшего использования в течение 5 лет были следующие: ЧДД- 55657/45878 , ВНД-2/1,6 , ИД- 6,25/4,74 , срок окупаемости - 1 год для обоих устройств. Полученные показатели достаточно высокие, что указывает на перспективность инвестиций в технологию применения микроэлементов с оросительной водой.

### Литература

1. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. - М.,1994. –80 с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель (РД-АПК 3.00.01.003-03). - М., 2002. –133 с.
3. Николаенко А.Н. Установка централизованного внесения удобрений с оросительной водой. //Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2002, №11, с.16-17.
4. Николаенко А.Н. Технологии применения удобрений, мелиорантов, микроэлементов с оросительной водой. Проблемы и перспективы. –Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника. Коломна, 2003, Ч.1, с. 125-127.
5. Протокол № 33-47-90 Государственных приемочных испытаний опытного образца устройства для внесения микроэлементов с оросительной водой. - Херсон, 1990. –51 с.
6. Шпилько А.В. и др. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М., Минсельхозпрод РФ. 1998. –220 с.; Часть 2. Нормативно-справочный материал. – М., Минсельхозпрод РФ, 1998. –252 с.

УДК 631.6 : 338.43

## **МЕТОДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ**

Г.Н. Суханов, аспирант  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Основные земледельческие регионы страны находятся в зоне рискованного земледелия: на юге - недостаточное или неустойчивое увлажнение, часто повторяющиеся засухи и суховеи, эрозия, склонность почв к засолению и осолонцеванию, опустынивание земель, на остальной земледельческой территории - переувлажнение, поздние весенние заморозки, засоренность камнем, кустарником и мелкоколесьем»[2].

Изучение зарубежного и отечественного опыта макроэкономической поддержки развития мелиорации позволяет сделать вывод, что целенаправлен-

ная государственная поддержка мелиоративной отрасли, в обобщенном виде, может осуществляться двумя методами: 1 – прямой финансовой поддержки; 2 – косвенной поддержки. Прямую финансовую поддержку можно осуществлять через предоставление дотаций, компенсаций, бюджетных ссуд, субсидирование процентных ставок, финансирование целевых программ, НИОКР, подготовку кадров и пр. Косвенную поддержку – через льготное налогообложение, льготное кредитование, развитие страхования, лизинга, предоставление гарантий (поручительство) и др. (рис.1).



Рис. 1. Методы государственной поддержки развития мелиорации

Следует отметить, что обзор макроэкономических методов государственной поддержки развития мелиорации не следует принимать как некую классификацию, ибо не совсем ясно, какие критерии наиболее важны при разделении существующих методов на типы (степень возвратности, степень платности, меры воздействия или формы проявления и т. д.), в то время как создание классификации предполагает иерархию классификационных критериев.

Детальное изучение опыта применения перечисленных методов государственной поддержки развития мелиорации сельскохозяйственных земель пока-

зывает, что существуют различные варианты их применения, часть из которых представлена ниже:

– размер предоставляемых дотаций может зависеть от места расположения ирригационных сооружений. В Австрии работы по ирригации и дренажу финансируются государством (в лице федерального правительства и местных властей) путем предоставления дотаций в размере до 30% стоимости ирригационных сооружений при отметках местности ниже 500 м, до 40 % — при более высоких отметках и в особых случаях — до 45% [3];

– размер предоставляемых кредитов может зависеть от получателя и величины стоимости проекта. В Саудовской Аравии размер кредита может достигать 80% стоимости проекта, если он оценивается в 3 млрд. риалов.

Если стоимость проекта выше указанной суммы, то остаток ее кредитуется из расчета 60%. В тех случаях, когда получателями кредита выступает сельскохозяйственный кооператив, размер кредита может достигать 100% [4];

– срок предоставляемых займов. В Венгрии долгосрочные кредиты предоставляются государством сроком на 20—30 лет сельскохозяйственным кооперативам для строительства и оборудования оросительных систем. В том случае, если система эффективно эксплуатируется в течение трех лет и работы по содержанию системы проводятся своевременно, государство освобождает кооператив от выплаты значительной части кредита [3]. В Великобритании Английская компания по мелиорации земель предоставляет фермерам займы сроком на 40 лет для оплаты стоимости модернизации объектов мелиорации при фиксированной ставке процента на все время предоставления займа [1];

– размер предоставляемых компенсаций может зависеть от степени выполнения обязательств. В Великобритании фермеры могут заключать с администрацией правительства долгосрочное соглашение с целью получения компенсационных выплат за соблюдение экологического законодательства, размер которых зависит от степени осуществления мер по охране природы и сохранению ландшафта [1];

– на решение о предоставлении концессий на строительство ирригационных систем может влиять ориентирование компаний на выращивание каких-либо определенных культур. До 1944 г. почти все ирригационное строительство в Гондурасе осуществлялось банановыми компаниями, которые получали концессии от правительства [3].

Приведенные примеры красноречиво свидетельствуют о многообразии форм применения перечисленных методов государственной поддержки. В то же время следует учитывать, что макроэкономические методы государственной поддержки развития мелиорации, доказавшие свою эффективность в различных странах, не обязательно будут столь же эффективны в России. Поэтому при принятии решения о реализации методов государственной поддержки развития мелиорации сельскохозяйственных земель в России необходимо анализировать и сопоставлять социально-экономические, природные и иные особенности государства. Окончательное решение о выборе методов государственной поддержки разви-

тия мелиорации сельскохозяйственных земель можно принять на основе детального расчета их экономической эффективности.

## Литература

1. Земельный вопрос. Под редакцией Е.С. Строева. Москва, «Колос», 1999 год;
2. Методика сравнения и выбора вариантов долгосрочной стратегии развития и размещения мелиораций. Москва, ВНИИГиМ, 2002 год;
3. Орошение и осушение в странах мира. Под редакцией Е.Е. Алексеевского. Москва, «Колос», 1974 год;
4. Продовольственная ситуация в арабском мире (на примере Сирии, Саудовской Аравии и Судана). Авт.: Джано Джомая. Москва, Институт востоковедения РАН, 1996 год.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕЛИОРАЦИИ**

УДК 528.48:631.39

### **Методические аспекты компьютерной обработки данных инженерно-геодезических изысканий**

Г.Н. Асосков, к.т.н, А.В. Исаев, Е.В. Тухбаева  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Современные технические средства и компьютерные технологии позволяют повысить качество инженерно-геодезических, топографических и проектных работ. Однако с повышением производительности работ становится актуальной проблема качества представляемого материала по исследуемому объекту. Для эффективного использования имеющихся технических и программных средств целесообразно применение некоторых методических подходов, выработанных в результате практической деятельности.

В современной литературе описывается множество программных средств, которые позволяют эффективно решить данную проблему. Это такие крупные отечественные программные комплексы, как семейство программ CREDO (инженерная геодезия (\_DAT), линейные изыскания (\_LIN), цифровая модель местности (\_TER) - разработчик КРЕДО-ДИАЛОГ, Минск), ТОПОКАД (цифровая модель местности) и RELIEF (построение трехмерной модели рельефа - НПЦ ГЕОНИКА, Киев), ПРОФИЛЬ (автоматизированное вычерчивание продольных профилей наружных сетей), RGS (комплекс программ для решения геодезических задач - МИИГАиК Румб, Москва), СИГМА (обработка инженерно-геофизических, геодезических и землеустроительных работ – MoNoS, Новосибирск) и другие. Из зарубежных источников следует назвать мирового лидера – фирму Autodesk, предлагающую набор приложений для программного комплекса AutoCAD (Civil Design, <http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/index?siteID=871736&id=3593406> GIS Design Server, Land Desktop, Map, Survey - семейство программных продуктов для проектирования инже-

нерных сооружений с прилагающимися средствами анализа местоположения и цифрового моделирования рельефа).

При всей положительной оценке данных программных комплексов в каждом из них есть общие недостатки. Во-первых, это не полная совместимость, а порой ее отсутствие, с техническим оборудованием и ограниченность решения практических задач. Во-вторых, необходимость иметь профессионально подготовленного специалиста для работы с данными программными комплексами. И если с первым недостатком специалисты в инженерно-геодезических изысканиях успешно справляются, то для освоения программного продукта эти специалисты не обладают необходимыми навыками. Порой, геодезисту приходится выступать и в роли топографа, то есть необходимо в полевых условиях быстро и качественно провести постобработку своих результатов с получением визуальной оценки цифровой модели местности (ЦММ), чтобы в процессе производства работ сделать при необходимости корректировку или детализацию нужного участка территории.

Предлагаемый методический подход состоит в использовании минимального количества программных единиц, позволяющих формировать топографический план, который удовлетворяет требуемому качеству по масштабированию и срокам его создания. Практическая реализация указанного подхода описывается ниже.

В настоящее время изыскательские партии оснащены современным техническим оборудованием и программным обеспечением, позволяющими осуществлять весь комплекс работ, начиная с полевых инженерно-геодезических изысканий и заканчивая анализом полученной информации с составлением топографических планов для дальнейших проектных работ. Поэтому для большей производительности каждый геодезист имеет в своем распоряжении электронный тахеометр. Электронный тахеометр – это инструмент, в котором конструктивно объединены электронный теодолит, светодальномер и микропроцессор с программным обеспечением и памятью. Микропроцессор позволяет сохранять данные измерений во внутренней памяти и производить обработку и анализ результатов измерений непосредственно в полевых условиях.

Отделом изысканий фирмы ООО "ЭКОНГ ком" (ВНИИГиМ) были проведены масштабные инженерно-геодезические изыскания руслоформирующих процессов в нижнем течении р.Надым в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. Так как инженерно-геодезические работы проводили с целью обеспечения авторского надзора за строительством объекта по р.Надым, то перед изыскательской партией стояла задача - в кратчайшие сроки представить электронный топографический план текущего состояния строительного участка для дальнейшего корректирования производственных работ.

Для получения плана участка подводных переходов была выполнена тахеометрическая съёмка площадок, находящихся на обоих берегах левого рукава р.Надым в районе подводных переходов. Съёмка производилась электронным тахеометром Trimble 3305 с пунктов полигонометрии №21 и №29. Координаты и отметки пунктов полигонометрии представлены в таблице 1 (система коорди-

нат 1963г., система высот Балтийская). По результатам съёмки составлен план участка подводных переходов масштаба 1:5000, сечение рельефа 1,0 м (рис. 1).

**Таблица 1.** Координаты и отметки пунктов полигонометрии

Название пункта	X, м	Y, м	H, м
ПП21	35878,85	53360,62	17,396
ПП29	34988,16	53477,71	18,453

В результате тахеометрической съёмки за три дня было получено 746 рабочих точек. Для ускорения постобработки первичной информации было применено программное обеспечение Trimble Geomatics Office (Trimble Navigation Limited, USA). Достоинство данной программы состоит в том, что она полностью совместима со всем геодезическим оборудованием различных производителей и имеет возможность группировать и распределять информацию по тематическим слоям. В данном случае был создан проект "Надым" с координатной системой "Russia", зоной исследований "Zone 6" и исходным уровнем "CS 42".



**Рис. 1.** Плановое распределение рабочих точек тахеометрической съёмки и их частичная постобработка в программе Trimble Geomatics Office

Импортирование накопленных данных из электронного тахеометра Trimble 3305 производилось по конвертационному формату "Trimble 3300/3600 Series/Zeiss M5 files". Каждый день геодезист получал на экране монитора пространственное распределение рабочих точек с последующим их накоплением в заранее принятой системе координат. Фрагмент рабочего отображения пространственного распределения рабочих точек в процессе постобработки представлен на рисунке 1.

Основным недостатком программы Trimble Geomatics Office является невозможность создания полноценных топографических планов, утвержденных Главным Управлением геодезии и картографии РФ. Поэтому после декодирования и получения планового распределения точек с распределением их по тематическим слоям применялся универсальный текстовый формат "Name,North,East,Elevation,Code", который используется большинством программных комплексов в области инженерно-геодезических изысканий.

Для скорейшего создания электронного топографического плана нами был использован программный продукт MAPSUITE+ (Chaos Holding SAL, SOKKIA (EUROPE) B.V.), который специально разработан под инженерно-геодезические задачи совместно с отечественными специалистами в области топографо-геодезических и картографических работ. Отличительной особенностью данной программы является то, что она не требует специальной подготовки и обладает понятийным интерфейсом. Данная программа позволяет значительно сократить время от съемки на местности до составления профессионального топографического плана. С помощью данной программы можно легко и быстро создавать цифровую модель рельефа (ЦМР) по результатам съемки местности с последующей возможностью использования ЦМР для создания рельефа поверхности, построения продольных и поперечных профилей по намеченной трассе и расчета объемов работ. В данной программе используются все условные знаки и типы линий, утвержденные Главным Управлением геодезии и картографии РФ (1986г.). Главным достоинством данной программы является то, что она автоматически трансформирует всю информацию в нужный масштаб и, кроме того, в следующей версии будет добавлен конвектор геоданных для оборудования Trimble. Следовательно, в будущем от промежуточной программы Trimble Geomatics Office можно будет отказаться.

Используя полученную информацию из программы Trimble Geomatics Office, в MAPSUITE+ нами был создан чертеж "Надым 2004" с заранее подготовленным классификатором условных знаков, приведенным в таблице 2. По данному классификатору в чертеж были добавлены необходимые слои с одновременным перемещением или копированием соответствующих точек и присвоением им соответствующих кодов.

По слою "Отметки высот" была создана цифровая модель местности исследуемого участка. Используя ЦММ, была создана цифровая модель рельеф с отметками высот. Последовательно обрабатывая одноименные объекты, на чертеж наносились условные знаки, содержащиеся в базе данных программы MAPSUITE+. Множество точек с одним кодом автоматически обрабатывались как линии. Встроенный графический инструментарий программы позволял до-

вольно легко начертить дамбу и нанести карьер по его местоположению, а также распределить растительность и обозначить урез р.Надым.

**Таблица 2.** Классификатор условных знаков

Классификатор условных знаков ГУГК	Название слоя	Код точки/ линии	Название и характеристика топографических объектов
Геодезические пункты	Пункты	3	Пункты геодезических сетей сгущения и их номера
		11 (2) 11 (7)	Знаки нивелирные: - реперы грунтовые; - реперы временные
		12	Пересечение координатных линий
Объекты промышленные, коммунальные и с/х производства	Карьер	87	Разработка твердых полезных ископаемых
Автомобильные дороги, тропы	Дамба	200	Дороги по насыпям и дамбам
Гидрография		212	Линии береговые неопределенные
		213	Отметки урезов воды
Рельеф	Рельеф	329 (7)	Надписи горизонталей в м
	Отметки высот	330	Отметки высот
Растительность	Растительность	367 (2) 367 (3)	Характеристики лесных древостоев: - хвойные; - смешанные
		395 (1)	Кустарники: отдельные группы

Использование широких возможностей программного продукта MAPSUITE+ позволило за короткий срок по результатам тахеометрической съёмки составить электронный план участка подводных переходов масштаба



подхода является возможность оценивать самим специалистом качество текущей работы по результатам полученного топографического образа в процессе проведения геодезической съемки.

УДК 681.3:626.8

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ MICROSOFT VISUAL FOXPRO ПРИ ИЗУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ в 2002 г.**

А.Л. Брайнин, к.т.н, А.Л. Бубер  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В 2002 г. Депмелиоводхоз проводил инвентаризацию объектов мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, находящихся в федеральной собственности, на основании материалов, представленных территориальными федеральными государственными учреждениями (ФГУ). Наряду со сводными данными, ФГУ представили детальные поименные перечни объектов с указанием их технических характеристик, обработка которых была нами начата в отделе УВР ВНИИГиМ в 2003 г. и продолжается по настоящее время.

В рамках этой работы выполняются исследования по разработке методики и составлению сводных и детальных документов, отражающих, как неспецифические, так и уникальные характеристики объектов инвентаризации.

Целью выполненных этапов работы было создание базы данных (БД) характеристик, количественно и качественно характеризующих состояние объектов инвентаризации, и проведение на её основе системного мониторинга федеральной собственности. Системный мониторинг позволяет отслеживать по БД изменения, происходящие с объектами инвентаризации: переоценка объектов недвижимости в цены на 01.01.2004 г.; списание или передача объектов с федерального баланса в собственность субъектов РФ или в муниципальную собственность; принятие на баланс новых объектов.

В настоящей работе рассматриваются некоторые системотехнические аспекты создания указанной базы данных.

Источниками информации явились документы, представленные ФГУ, как правило, на машинных носителях в виде рабочих книг Excel, представляющих наборы таблиц (листов) по отдельным видам объектов. Всего в системе Депмелиоводхоза имеется 82 ФГУ, многие из которых имеют филиалы. Общее количество объектов инвентаризации превышает 44 тыс.

Разнообразие объектов сведено к 45 видам, входящим в 3 группы, которые в свою очередь подразделены на рубрики. Для каждого вида объектов установлен свой набор характеристик. Наряду с общими неспецифическими характеристиками, такими как наименование, инвентарный и идентификационный номера, полная и остаточная балансовые стоимости, год строительства и

т.д., имеются также уникальные характеристики, присущие тому или иному виду объектов.

Таким образом, задача исследований формулировалась как интегрирование большого количества разнородной информации в единую базу данных, позволяющую производить формализованную систематическую выборку и обобщение информации, как по принадлежности объектов, так и по их видам. Кроме того, важнейшим практическим аспектом создаваемой БД задавалась возможность технологически приемлемым способом импортировать информацию из многочисленных первичных источников (книг Excel) в базу, т.е. произвести её первичное наполнение.

Первым и очевидным системотехническим решением было проведение нормализации первичных данных, позволяющей в дальнейшем программным путём произвести импорт данных.

В качестве промежуточной «перевалочной» базы было решено использовать текстовый файл специальной структуры, содержащий построчное представление первичных данных с привязкой к ФГУ (опознавалось по имени книги) и к виду объекта (опознавался по имени листа в книге). Для создания такого файла из совокупности книг (82 книги, около 3000 листов) был разработан специальный макрос экспорта, написанный на языке VBA – Visual Basic for Application, встроенном в Microsoft Excel. Макрос рассчитан на частичный экспорт (по мере поступления данных) и на частичный реэкспорт (замена в процессе уточнения данных в диалоге с ФГУ).

Для создания и ведения БД в окончательном виде было решено использовать систему управления базами данных (СУБД) Microsoft Visual FoxPro, которая обладает внушительными возможностями и, самое главное, опыт работы с которой имелся у авторов. Несмотря на наличие в реальном доступе ещё нескольких СУБД (Access, Oracle, SQL Server и др.), вопрос о выборе СУБД практически не стоял.

Visual FoxPro является реляционной СУБД, информация в которой представляется в виде совокупности «плоских» файлов, т.е. таблиц, каждая из которых имеет фиксированное число полей-столбцов нужного типа (числовые, текстовые и т.д.) и ряд записей-строк по числу описанных в таблице объектов. Таблицы снабжены индексами, логически упорядочивающими записи нужным образом. Не вдаваясь в специальные вопросы, следует отметить также, что между таблицами устанавливаются постоянные отношения типа «один к одному» и «один ко многим» и задаётся регламент поддержания целостности с использованием указанных отношений. Все таблицы, индексы, отношения и триггеры поддержания целостности объединены в контейнер – собственно в базу данных.

Главным вопросом при разработке структуры БД был выбор способа хранения информации об объектах, зависящей от их вида (напомним, что мы имеем дело с 45 видами). Тщательный анализ альтернатив привёл к следующей структуре главной таблицы БД – таблицы объектов:

#### **Таблица объектов IMPORT**

FGU - код ФГУ; GRD - код вида объекта; REG - код района; FILIAL - код филиала; ROW - номер строки в исходной таблице Excel; ALLDATA - Мемо-поле, содержащее все остальные данные.

В Мемо-поле построчно помещается содержимое непустых ячеек строки исходной таблицы Excel. Каждая строка имеет префикс, состоящий из имени столбца (от A до Z) и двоеточия. Длина строки в Мемо-поле принята достаточно большой (1024 символа), чтобы вместить длинные тексты. Заметим, что Мемо-поля имеют строки переменной длины, зависящей от фактического содержимого.

Из объектной записи содержимое нужного столбца исходной таблицы Excel извлекается универсальной функцией GET\_DATA, имеющей параметром имя или номер столбца и возвращающей пустую строку, если для данного объекта эта ячейка не была заполнена.

Структура остальных таблиц БД довольно очевидна. Это списки ФГУ, их филиалов, названий видов объектов, групп и рубрик, в которые они входят.

#### **Таблица федеральных округов TFOKR**

FOKR - код (порядковый №) федерального округа; TEXT - наименование федерального округа.

#### **Таблица балансодержателей (ФГУ) TFGU**

FGU - код (порядковый №) ФГУ; FOKR - ссылка на федеральный округ; TEXT - наименование ФГУ.

#### **Таблица видов объектов TGRD**

GRD - код вида объекта; EDIZM - единица измерения; G\_TEXT - название группы (например "1 Объекты оросительных систем"); R\_TEXT - название рубрики (например "1.1 Водохранилища"); D\_TEXT - название детальной (например " в т.ч. водоподающие"); AD\_TEXT - альтернативное контекстно - независимое название детальной (например "1.11.1 Водоподающие насосные станции").

#### **Таблица наименований показателей SPIS**

GRD - код вида объекта; NAME - наименование столбца в таблице Excel; NR - номер столбца в таблице Excel; TEXT - наименование показателя.

#### **Таблица TABLES**

GRD - код вида объекта; GOD - наименование столбца в таблице EXCEL, в котором информация о годе строительства; SPIS - наименование столбца в таблице EXCEL, в котором находится информация о списании/передаче объекта; NGOD - номер столбца в таблице EXCEL, в котором находится информация о годе строительства; NSPIS - номер столбца в таблице EXCEL, в котором находится информация о списании/передаче объекта

Между таблицами базы данных в порядке иерархии по принадлежности **TFOKR -> TFGU -> IMPORT** существует связь "один ко многим".

Структура БД позволяет удовлетворять широкий круг запросов и получать необходимые документы. Для просмотра содержимого БД в различных формах и видах были созданы специальные программы. На рисунках 1-3 представлены экраны просмотра и фрагмент содержимого таблицы БД.

Для работы с БД была создана программа **Vaza.exe** с системой выпадающих меню для удобного пользования программами обновления базы и выпуска отчетов.

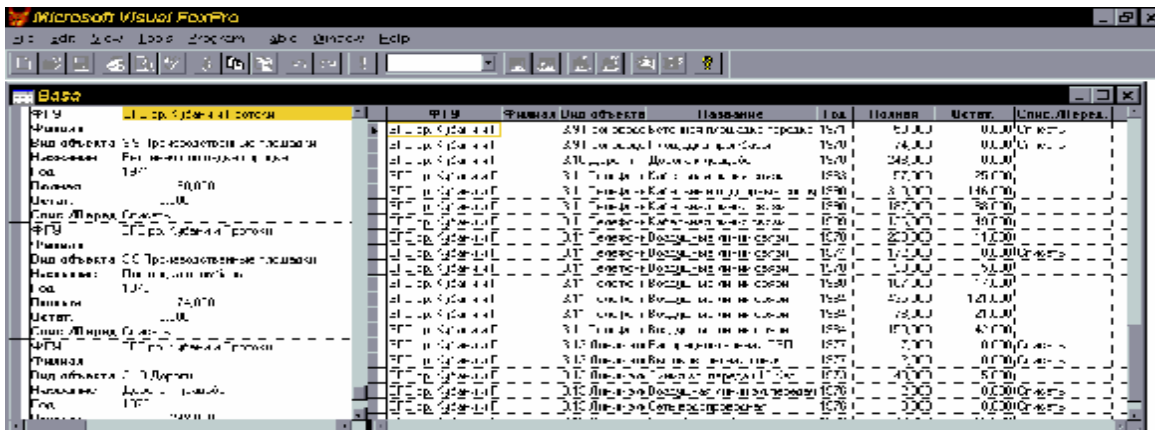


Рис. 1. Экран просмотра содержимого базы, полученный из основной таблицы import.dbf с помощью вспомогательных таблиц

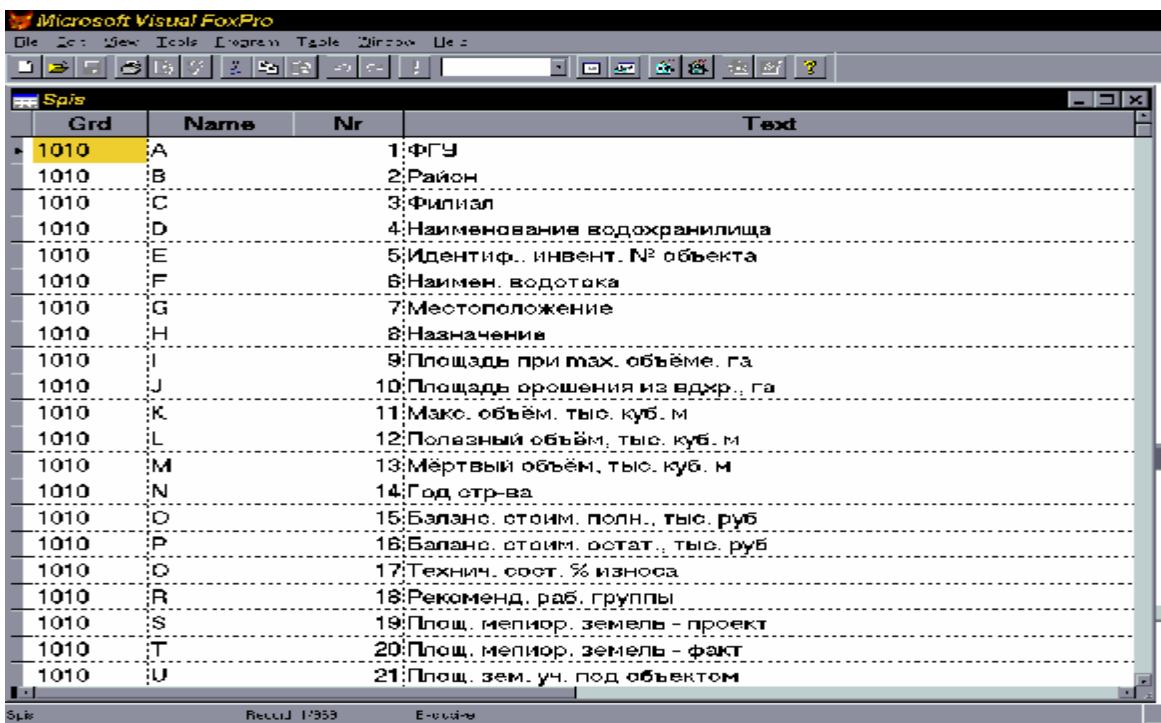
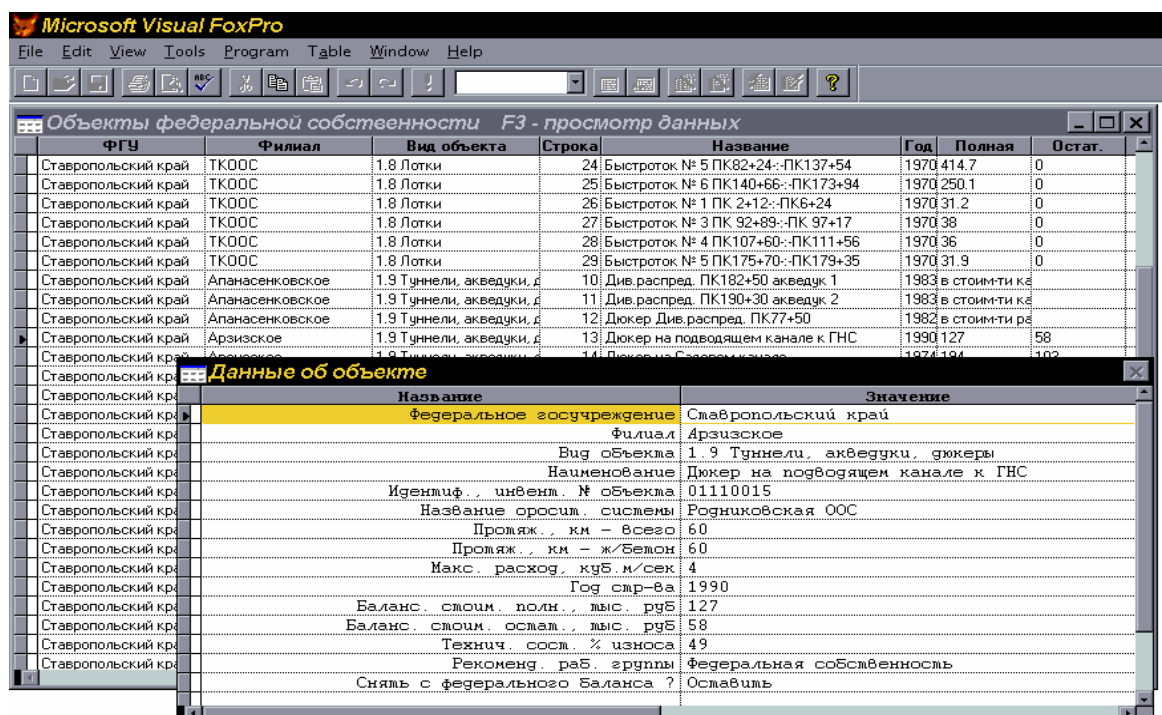


Рис. 2. Фрагмент таблицы spis.dbf

На основании БД объектов были подготовлены аналитические отчеты:

- Сводные данные по видам объектов недвижимости в разрезе ФГУ;
- Сводные данные по видам объектов недвижимости в разрезе филиалов ФГУ;
- Перечень объектов, подлежащих списанию, в разрезе ФГУ по видам объектов;
- Перечень объектов, подлежащих списанию, в разрезе видов объектов по ФГУ;
- Перечень объектов, подлежащих передаче с федерального баланса, в разрезе ФГУ по видам объектов;

- Перечень объектов, подлежащих передаче с федерального баланса, в разрезе видов объектов по ФГУ;
- Перечень водозаборов;



- Дамбы.

**Рис. 3.** Просмотр неспецифических данных в обычной табличной форме и просмотр остальных данных в отдельном окне в анкетной форме

Опыт эксплуатации созданной БД показал, что системотехнические решения по ее структуре приняты достаточно удачно. БД доступна для дальнейшего развития системы аналитических отчетов, а также для мониторинга ведущейся в настоящее время переоценки объектов.

УДК 631.6

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕЛИОРАЦИИ

В.Е. Райнин, д.т.н., А.В. Матвеев, аспирант  
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

С конца 70-х годов прошлого столетия в связи с беспрецедентным распространением персональных компьютеров, а также чрезвычайным развитием и интеграцией телекоммуникаций, в мире стали усиленно развиваться и находить применение компьютерные технологии.

Под словосочетанием «компьютерные технологии» понимают последовательность выполнения информационно-логических и технических процедур с использованием компьютеров, программного обеспечения, периферийных устройств для обработки, ввода/вывода (принтеров, сканеров, дигитайзеров, циф-

ровых видео- и фотокамер) и средств телекоммуникаций (факс- и DSL-модемы, коммутаторы, маршрутизаторы с последовательным интерфейсом), обеспечивающих решение широкого спектра задач.

В соответствии с “Концепцией геоинформационной поддержки принятия управленческих решений в мелиорации и сельскохозяйственном водоснабжении” к основным признакам, характеризующим современные тенденции развития компьютерных технологий, принято относить: высокие темпы роста объемов технических средств обработки информации; децентрализацию компьютерных рабочих мест, процессов сбора, хранения и обработки информации; диалоговый режим общения специалиста с компьютером; создание информационных серверов и выделение информационных хранилищ общего использования; непрерывное обновление компьютерного парка и средств коммуникаций; формирование рынка постоянно совершенствующихся специализированных программ, как то: текстовые редакторы, электронные таблицы, СУБД, системы распознавания текстов и машинного перевода, пакеты для математической статистики и математического анализа, построения графиков и диаграмм, электронные словари и энциклопедии; переход от разработки программ для решения специфичных задач к массовому распространению унифицированных программных продуктов; и, наконец, появление новой специализации - системной интеграции для обеспечения совместной работы программ в гетерогенных сетях.

В конечном итоге, тенденции развития компьютерных технологий сводятся к решению задачи обеспечения каждого рабочего места пользователя средствами доступа к интересующим его информационным ресурсам (в данном случае – информационным ресурсам мелиоративной тематики). Тем самым создаются предпосылки для непосредственного использования доступных информационных ресурсов в процессе решения конкретных задач предметной области.

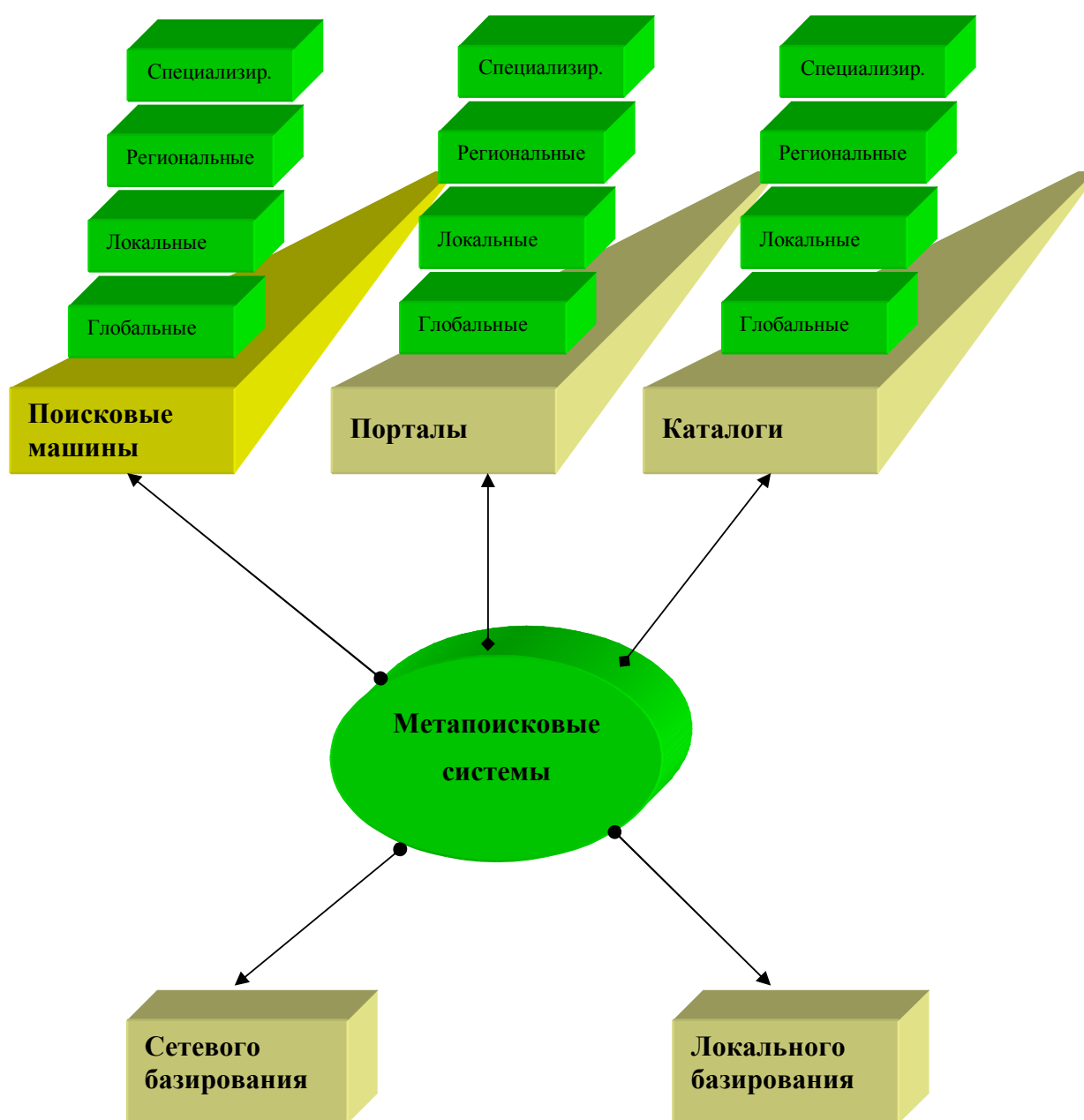
В последнее время, в рамках развития сетевых информационных технологий, наибольшее развитие получили три направления: технологии хранилищ данных, ГИС-технологии; технологии поиска и представления данных в сети Интернет (рис.1).

Важной составляющей компьютерных технологий выступают банки и информационные хранилища данных, работающие в режиме коллективного сетевого доступа и обеспечивающие ввод, хранение, поиск и выдачу **любой** информации (текст, таблицы, графики, изображения, запросы). Это новое свойство позволило совместить в едином технологическом процессе машинный документооборот, обработку больших массивов данных и информационно-логические процедуры.

Чрезвычайно важным для мелиоративной области является использование ГИС-технологий. Необходимость использования ГИС обусловлена спецификой мелиоративных объектов, выражающейся в их территориальной рассредоточенности.

Огромные возможности ГИС-технологий могут быть применимы не только для решения производственных задач отрасли, но и в сфере научных ис-

следований и разработок. К ним можно отнести: районирование территории по комплексу признаков; пространственный анализ совокупности данных, характеризующих те или иные объекты на карте, к примеру, площадь орошения, урожайность культур; цифровое моделирование, расчет и измерение геометрических характеристик объектов мелиорации и сельскохозяйственного водоснабжения; совмещение модельных расчетов и отображение их на карте в едином процессе проведения ситуационного анализа (примером может служить использование моделей для расчета режима орошения с учетом ситуации, складывающейся на оросительной системе); мониторинг мелиоративного состояния орошаемых и осушенных земель. И это далеко не полный перечень областей применения геоинформационных систем в мелиорации и сельскохозяйственном водоснабжении.



## Рис. 1. Структура поисковых сервисов Интернета

Например, анализ состава работ гидро-мелиоративной службы показывает, что возможность применения ГИС-технологий охватывает практически все ее потребности, поскольку работа с картографическим материалом является неотъемлемой частью деятельности службы.

В будущем ГИС-технологии могут использоваться для сравнительного анализа состояния и объективной оценки мероприятий по улучшению мелиоративного состояния земель и реконструкции мелиоративных систем на качественно новом уровне.

Еще одно перспективное направление развития компьютерных технологий в мелиорации – создание поисковых сервисов, обеспечивающих хранение, отображение, преобразование и представление пользователю данных и знаний. Разработка поисковых сервисов, ориентированных на предметную область (в данном случае – мелиорацию) позволяет значительно облегчить и ускорить получение необходимых сведений за счет механизмов фильтрации информационных ресурсов.

Такое видение развития информационных процессов в мелиорации полностью сочетается с основными положениями «Стратегии развития Российской Федерации до 2010г», разработанной Фондом «Центр стратегических разработок». Данная «Стратегия...» предполагает улучшение информационного климата в отрасли за счет: повышения финансовой и организационной прозрачности работы предприятий отрасли; интеграции информационных ресурсов органов государственного управления отрасли; создания отраслевых информационных сетей; упрощения процедур обмена информацией между учреждениями отрасли с использованием современных информационных технологий; обязательного оперативного размещения всеми органами государственного аппарата управления отраслью публично доступной информации в сети Интернет.

Таким образом, организация защищенной сети для территориально удаленных подразделений, филиалов, метеостанций, НИИ, обеспечивающая формирование единого информационного пространства с управляемым доступом для пользователей, с учетом особенностей мелиоративной предметной области, сделает доступными огромные информационные ресурсы отрасли для коллективного использования в оперативном режиме и, тем самым, повлияет на интенсивность и качество научных исследований в мелиорации.

Для мелиораторов представляет значительный интерес развитие той части информационного обеспечения сетевых технологий, которая, с одной стороны, тесно связана с Интернетом, а, с другой стороны, связана с геоинформационными системами, дополняющими банки данных и имеющими инструментарий глобального представления данных в сети Интернет.

Спрос на современные информационные технологии и инструментарий рождает предложение. Появляются и интенсивно развиваются все новые и новые компьютерные технологии, призванные решать самые различные задачи,

возникающие в результате мелиоративных исследований, начиная от защиты интеллектуальной собственности с одновременным повышением интенсивности информационного обмена и качества информационного обслуживания и заканчивая сложнейшими модельными расчетами и системами принятия решений.

УДК 504:658:681

## **СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКА ДЕЯТЕЛЬНО-ТЕХНО-ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ\***

Л.М. Рекс, д.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

**В основе концепции лежат следующие системные принципы.**

Система, есть то, что решает проблему.

Единственным критерием участия данного компонента в процессе может быть то, что приводит к появлению результата.

Понятие процесс - центральное понятие системных исследований.

Система определяется заданием системных объектов, свойств и связей.

Системные объекты - это вход, процесс, выход, обратная связь и ограничение.

Ограничение системы состоит из цели (функция) системы и принуждающих связей (качество функции).

Принуждающие связи должны быть совместимы с целью.

Проблемой называется ситуация, характеризующаяся различием между необходимым (желаемым) выходом и существующим выходом.

Эффективность - возможность решать проблему с помощью данной системы.

Системный подход заключается в его концептуальности, т. е. понятийном аппарате, в его идеях, подходе и установках, а не в формальном математическом аппарате.

Системный подход построен на понятиях высокого уровня общности.

Системный подход: основные правила конструктивных споров.

Процесс определяется как явление, состоящее в непрерывном изменении в течение времени.

Методология является логически и процедурно организованной последовательностью операций (воспроизводимых).

Объекты есть параметры системы.

Состояние системы описывается множеством величин по каждому системному объекту.

Свойства есть качества параметров объекта.

Качества – это внешние проявления того способа, с помощью которого получается знание об объекте или которым объект вводится в процесс.

---

\* Статья печатается в авторском варианте

Свойства дают возможность описывать объекты системы количественно.

Связи есть то, что соединяет объекты и свойства в системном процессе.

Термин процесс определяется как дающая данный результат общность, входящая во все объекты, свойства и связи компонентов систем.

Цель исследователя состоит в создании модели изучаемой им системы независимо от того, является ли она физической или абстрактной.

Адаптивная система - такая, в которой происходит непрерывный процесс обучения и самоорганизации.

Полная система состоит из всех объектов, свойств и связей, необходимых для достижения данной цели при данных принуждающих связях.

Формирование проблемы называется также ее определением.

Цель формирования проблемы состоит в том, чтобы установить сущность проблемы в известных терминах, а не в терминах, которые неизвестны.

Ограничение есть сумма правил, установлений и выдвинутых лично или извне руководящих принципов, определяющих границу проблемы.

Критерий является средством, с помощью которого измеряются или выбираются альтернативы. Критерий указывает относительное достижение альтернативы в терминах других мер, таких как время, стоимость или эффективность. Критерий есть стандарт. Риск является мерой потенциальной подверженности недостаткам.

Оптимум означает лучшее в смысле "все учтено". Он не означает "Самый лучший". Он может означать наиболее благоприятные условия, способствующие достижению цели.

Трехмерная оценка - ВРЕМЯ - СТОИМОСТЬ - ЭФФЕКТИВНОСТЬ есть предпочтение.

Термин "Выбор" означает методическую манипуляцию объектами и свойствами, позволяющую определить полный диапазон характеристик системы. Выбор может быть определен как замена одного набора оценок, полученных из отношения набора объектов и свойств, на другой набор оценок, который должен быть оценен тем же способом.

Методологические основы комплекса мелиораций агроландшафта с позиций деятельно – техно - природных систем, соорганизующих сельскохозяйственную и мелиоративную деятельность.

Постановка темы была определена в результате анализа сложившихся пониманий в области сельского хозяйства и как многие считают, что мелиорация является подотраслью сельского хозяйства и направлена на улучшение природной среды (например, почв, приземного слоя воздуха и т.д.). Однако наши исследования показали, что мелиорации являются более широким понятием, чем воздействие только на природную среду. Проекты, которые были реализованы в России и странах ближнего зарубежья, охватывали площади от сотен гектар до тысяч сотен гектар, а на этих площадях были расположены хозяйства, районы, области и республики. В результате этих проектов проводились улучшения не только природной среды, но и социально-экономической и политической. Поэтому те оценки и те методики, при помощи которых производились оценки и принятие решений, не раскрывали существа дела. Нормативные доку-

менты в виде СНиПов не содержали в себе правильной оценки деятельности (условно) мелиораторов. Например, когда осваивались территории или массивы площадью 100 - 600 тысяч гектар и при этом создавались условия жизни в виде жилья, детских садов, школ, больниц, библиотек, кинотеатров и театров, то оценка велась по приросту урожайности с мелиорированного (улучшенного) гектара, хотя на самом деле происходило не только улучшение сельскохозяйственных угодий, но и социальной, экономической, технической сред и интеллектуального потенциала людей, живущих на этих территориях.

С другой стороны, вышеуказанный анализ показал, что любая сельскохозяйственная деятельность, мелиоративная деятельность или другие деятельности реализуются в природной среде или в природной среде в виде создания неких инженерных систем: дорог, линий электропередач, водоснабжения, канализации, сооружений промбаз и т. д., которые взаимодействуют с природной средой или, другими словами, образуют техно-природные системы. С третьей стороны, техно-природные системы не могут функционировать без участия человека, то есть его деятельности. Поэтому, нами введено понятие деятельно-техно-природные системы (ДТПС). Представляется, что в природной среде размещается некоторое количество технических систем и при помощи человеческой деятельности реализуется целенаправленное устойчивое функционирование ДТПС.

Учитывая вышесказанное, что ДТПС могут размещаться на массивах, площадях или ландшафтах разных размеров от нескольких гектар до сотен тысяч гектар, но их компонентный состав инвариантен, то есть природная среда, технические системы и деятельность.

Обобщенный взгляд на деятельно – техно – природные системы

Иллюстрация функционирования деятельно-техно-природной системы (ДТПС) на макроуровне как взаимодействие "Общества" и "Природы" во времени выражается в виде создания "Продукта": вещественно-энергетического, социально-экономического и интеллектуального. Это множество продуктов в свою очередь влияет на "Общество", изменяет его при взаимодействии с природой. Таким образом, идет развитие общественного сознания во времени и возникает представление о совместной деятельности.

Любую систему (объект) в реальности можно представить предметом в знании о целенаправленных системах. Развитие этого предмета в мыследеятельности дает более глубокое представление о предмете на основе кибернетической структуры, нагруженной понятиями, т.е. в итоге формулируется категориально-понятийное пространство. Углубление познания при сопоставлении предмета в знаниях с объектом в реальности есть углубление знаний и расширение этого пространства в предметной области.

На основе приведенных схем для процесса выработки решений о повышении эффективности системы природопользования (СПП), если в предмете знаний выделить часть сельскохозяйственных угодий, на которых реализуется деятельность мелиораторов и сельхозпроизводителей, то через мышление и мыследеятельность по существу надо организовать деятельность этих двух производителей через цели функционирования этих объектов в реальности. При этом мышление и мыследеятельность осуществляется на основе целей и

программ, которые связаны с такими показателями как духовность, проблемная ситуация, средства. В этом процессе мыследеятельность является основным звеном развития.

На основе анализа мелиоративной деятельности, которая затрагивает природную и социально-экономическую среду, предлагается ввести уровни понятий - комплекс мелиораций.

Откуда видно, что комплекс мелиораций подразделяется на мелиорации и соцмелиорации, осуществляемые соответственно в природной и социально-экономической средах. Мелиорации подразделяются на сельскохозяйственные и несельскохозяйственные мелиорации.

Сельскохозяйственные мелиорации в свою очередь подразделяются на сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации и другие виды мелиораций. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации включают в себя сельскохозяйственные оросительные и осушительные мелиорации.

Несельскохозяйственные мелиорации подразделяются на несельскохозяйственные гидротехнические мелиорации и другие виды несельскохозяйственных мелиораций. Несельскохозяйственные гидротехнические мелиорации делятся на несельскохозяйственные оросительные и осушительные мелиорации.

В основе концепции лежат следующие системно - структурные взгляды системного подхода.

Наука, изучая сущность объектов и систем с помощью категорий и понятий, дает возможность обобщить накопленные знания и объяснить исследуемые процессы и явления, причем переход от описания этих процессов и явлений к их объяснению совпадает с познанием их структур. Поэтому введение обобщающих понятий, законов, теорий на основе использования системного, в частности системно-структурного, подхода – наиболее целесообразный путь к синтезу знаний.

Системно-структурный подход предполагает развитие диалектики внутреннего и внешнего, включая два аспекта: взаимодействие инженерной системы со средой и иерархичностью систем, т.е. вовлеченность любой системы как подсистемы в некоторую более сложную систему. При этом решающую роль в системно-структурном подходе играет понятие структура. Система и структура соотносительны и выступают как единство противоположностей, а сам системно-структурный подход в общем виде означает рассмотрение познавательных объектов в качестве систем элементов под углом зрения их структур.

Актуальность исследования структуры системы производства продукции на мелиорированных землях (или вообще любой системы или подсистемы) определяется тем, что в ней просматривается некоторая аналогия между важностью рассмотрения понятия "закон" и его роли в отображении некоего явления, поскольку закон выражает существенное в явлении, а структура - существенное в системе. Структура - это такая организация объектов, которая характеризует их сущность с внутренними зависимостями.

Вместе с тем процесс системно-структурной интеграции, синтеза научных знаний также имеет ряд противоречий. Одно из них - многообразие методологических аспектов синтеза наук. Синтез межнаучных и внутринаучных исследований возможен лишь в результате раскрытия внутреннего единства всех

модификаций исследований. В области технических, экономических и других наук таким звеном является кибернетическая структура процесса. Сочетание кибернетического принципа и категориально-понятийного подхода, позволит описать и объяснить процесс мелиоративной деятельности и дает возможность сделать еще один шаг на пути интеграции знаний в мелиоративной деятельности.

**В основе концепции лежат следующие содержательные положения.**

За последние 10-15 лет (в целом в науке и в том числе сельскохозяйственной и мелиоративной) произошли существенные продвижения в понимании современного взаимодействия человека с техно-природными системами и их взаимного влияния. Нам представляется, что современные взгляды позволяют рассматривать мелиоративную деятельность как создание деятельно-техно-природных (ДТП) систем.

Системы производства продукции на мелиорированных землях являются разновидностью подобных систем. Исследованиями за указанный период показано, что компоненты, входящие как в ДТП систему, так и в систему производства продукции на мелиорированных землях (СППнаМЗ) имеют одинаковый компонентный состав, т.е. они включают человека, инженерные системы, среду в широком смысле, материальные ресурсы и обеспечиваются управлением при надлежащем объеме информации, моделей, описывающих процессы во времени. Поэтому мы считаем, что в основании концепции А Г Р О Л А Н Д Ш А Ф Т должна лежать структура ДТП систем.

В настоящее время нет единой концептуальной основы, позволяющей согласовать программы, разрабатываемые по защите окружающей среды, программ развития агропромышленного и промышленного секторов экономики и программ социального развития общества.

Поэтому, считаем целесообразным, рассмотреть вопросы взаимосвязи экономики, экологии, мелиорации и информации на примере их деятельности. Концепцию развития мелиорации рассматривать как составную часть социально-экономического развития общества на этапе перехода к рыночным отношениям.

Мелиоративную деятельность необходимо контролировать, отслеживая изменения деятельно-природно-мелиоративных ситуаций, что даст возможность оперативного вмешательства для устранения отрицательных воздействий мелиоративной деятельности на мелиорированные земли и экологическую ситуацию.

Деятельно-техно-природная система (ДТПС) - это конгломерат, сочетающий в себе природную и деятельностную части, которые живут и развиваются по различным законам, и поэтому требуют специальных средств и методов для изучения. Функционирование инженерной составляющей любой ДТП системы может существенно влиять на значительную часть природного компонента и трансформировать его.

Разработка эффективных мероприятий по управлению состоянием мелиорируемых земель, прилегающих территорий и водных объектов, должна базироваться на единой информационной системе сбора, обработки и хранения данных наблюдений за процессами, протекающими под влиянием водных ме-

лиораций и включать прогнозы возможных изменений при осуществлении проектов водохозяйственной деятельности.

Выполненный анализ показывает, что и деятельностный компонент также требует разработки своего мониторинга, связанного с экономико-социально-инновационной деятельностью.

Итак, получение некоего продукта (или продуктов) есть деятельность, которая реализуется через деятельно-техно-природные (ДТП) системы.

ДТП системы могут быть разного уровня: на уровне государства, республики, края, области, района, хозяйства (совхоза, колхоза, фермы, индивидуума).

Поэтому ДТП системы образуют ряд - от больших и сложных до простых (человек, лопата, земля и т.д.).

Выполненный анализ ДТП систем различных уровней показал, что их компонентный состав инвариантен, т.е. остается постоянным и включает три основных блока:

среду (в широком смысле: политическую, социальную, экологическую, технологическую и природную как окружающую);

комплекс инженерных систем и природную среду как объект воздействия и взаимодействия;

природную среду, на которой разворачиваются все действия, комплекс инженерных систем, при помощи которых реализуются технологии получения неких продуктов, сам человек и его деятельность;

каждая из этих компонент раскрывается на следующем уровне своим компонентным составом.

Так природная среда описывается климатическими, почвенными, гидро-геологическими, геологическими, инженерно-геологическими условиями. Каждое условие раскрывается через свои показатели, например, климатические: через температуру, осадки и т.д.

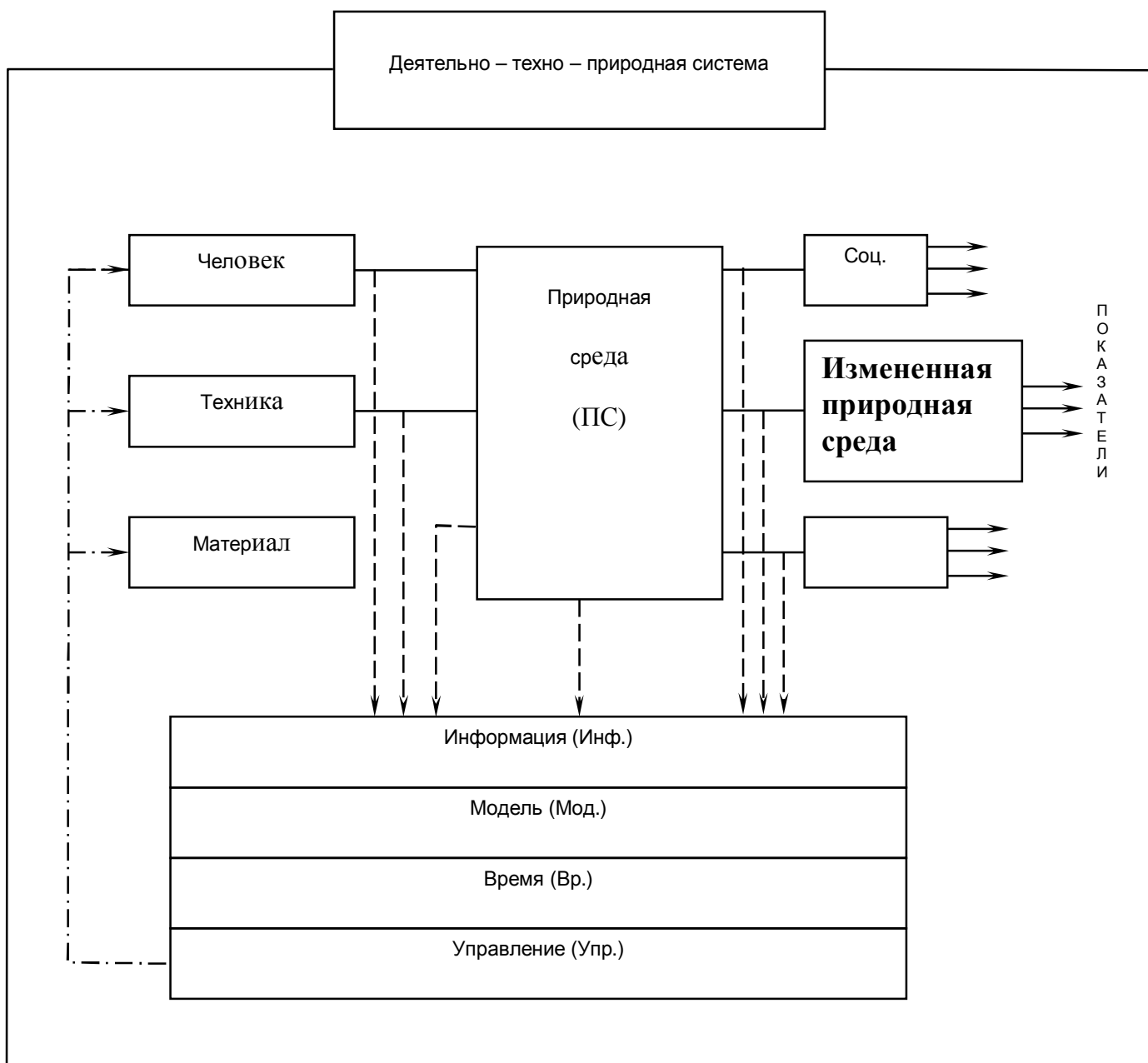
Инженерные комплексы образуются от уровня рассмотрения в сети железных дорог, энергоснабжения, водоснабжения, промстройбазы и т.д. до лопаты в руках индивидуума.

Деятельность – это, во-первых, сам человек (с его навыками, умениями, знаниями и т.д., во-вторых, это способы управления во времени, информация, модели, которыми он мыслит и использует в своей деятельности и, наконец, продукт деятельности (интеллектуальный, вещественный, энергетический, социальный, экономический и т.д.).

Структуру деятельности можно представить в самом упрощенном виде Винаровской схемы: вход, процесс, выход, обратная связь.



Морфологическую структуру деятельно-техно-природных систем, учитывая изложенное выше, представим в виде схемы:



Воздействие  $\longrightarrow$  Информация  $\dashrightarrow$  Управление  $\dashrightarrow$

Если введенные компоненты разнести следующим образом:  
 на входе подается – человек, инженерная система, материальный ресурс, среда;

на выходе – продукт (в широком смысле); обратная связь содержит: информацию, модель, время, управление, то можно построить категорийно-понятийное пространство, расположив: вход и обратную связь по вертикали, а продукт деятельности по горизонтали, получим категорийно-понятийную матрицу ДТПС.

Категориально – понятийная матрица  
деятельно – техно – природной системы

Результат  Действие	Продукт											
	Измененная природная (ИПС)				Экологическая среда (ЭС)				Социально-экономическая среда (СЭС)			
Человек (Чел.)												
Техника (Тех.)												
Материал (Мат.)												
Среда (Ср.)												
Информация (Инф.)												
Модель (Мод.)												
Время (Вр.)												
Управление (Упр.)												

$$P = \Phi(\text{Чел, Тех, Мат, ИПС, Инф, Мод, Вр, Упр})$$

То есть, продукт (в широком смысле) является функцией восьми компонент:  $P = \Phi(\text{Чел., Среда, Инж. сист., Матер., Инф., Модель, Время, Упр.})$ .

Каждая клеточка категориально-понятийной матрицы является неким элементарным процессом. Например: 1.1 - влияние человека на получение компонента измененной природной среды и т.д. При этом каждую компоненту можно рассматривать с двух позиций: с физической (материальной) и абстрактной, например, человек с его физическими характеристиками или его формализованное представление. Таким образом, мы имеем два категориально-понятийных дерева: дерево действия и дерево продукта, которые могут иметь понятия следующих уровней, например: среда: политическая, социальная, экономическая, техническая, природная, а, например, природная среда: климатические, гидрологические, почвенные, гидрогеологические, инженерно-геологические, биологические условия. В свою очередь, например, климатические условия описываются: радиацией, осадками и т.д.

Аналогично можно расписать любое из понятий, приведенных в категориально-понятийной матрице, т.е. построить (для данной предметной области) категориально-понятийное дерево. Построив, таким образом, два дерева: ДЕЙСТВИЕ и ПРОДУКТ, можно переходить к рассмотрению множества пар вершин обоих деревьев. Такое множество называется категориально-понятийным пространством и, по нашему мнению, является удобным представлением для построения карты знаний о процессах и технологиях их реализующих. В данном случае знания в той или иной форме, отражающие влияние определенного действия на некоторый продукт, помещаются в соответствующую точку категориально-понятийного пространства, что и составляет базу знаний о данной предметной области.

Суть дела состоит в следующем:

1. Рассматривается макроуровень, т.е. природная среда, в которой име-

ется множество технических объектов разного назначения (техно-природная система - ТПС). В рамках этой техно-природной системы протекают две деятельности природная и человеческая, т. е. в конечном представлении мы имеем дело с деятельно-техно-природными системами (ДТПС).

2. Человеческая деятельность состоит из 9 компонентов: человек, техника (инженерные системы), среда (в широком смысле: политическая, социальная, экономическая, техническая и природная, слагающаяся из климатических, гидрологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенных условий), ресурсы (в широком смысле), информация, модели (в широком смысле: физические и абстрактные), время, управление и продукт (в широком смысле: политический, социальный, экономический, технический, природный - измененный и интеллектуальный).

3. Следующим этапом строится категорийно-понятийное пространство (КПП) или матрица, т. е. таблица по следующему правилу: 8 компонентов (человек, техника, среда, ресурсы, информация, модели, время, управление) располагаются в 0-ом столбце в 8 строках по одному компоненту. Компонент продукт в 0-ой строке с расшифровкой: политический, социальный, экономический, технический, природный - измененный и интеллектуальный. Или, например: вещественный, энергетический, социальный, экономический, интеллектуальный (в зависимости от макроуровня).

4. Пространство, образуемое двумя векторами: нулевым столбцом (из категорий и общенаучных понятий) и нулевой строкой (из категорий и общенаучных понятий) и разбитое таким образом на ячейки, содержит представление обо всех процессах, протекающих в ДТПС.

5. КПП на макроуровне моделирует перечень теорий (моделей), описывающих развитие и функционирование деятельно-техно-природных систем (ДТПС), включающих в себя 9 компонентов.

6. Каждая из компонентов на первом этапе представляется морфологической моделью (таблицей), построенной по определенному правилу, с программным продуктом, позволяющим производить ее обработку и интегрировать содержательное и количественное описание.

7. Полученные описания в дальнейшем используются для построения технологии принятия решений по развитию и функционированию деятельно-техно-природных систем.

8. Описание элементов технологии принятия решений на макро уровне приводится в монографии «Системные исследования мелиоративных процессов и систем. Москва, 1995» и других работах.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ (УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ)**

Вопросы развития сельскохозяйственного производства постоянно находятся в центре внимания нашего общества. Обеспокоенность специалистов различных отраслей знаний вызывает поток различных предложений по концепциям, взглядам, подходам и т. д. для прорыва в развитии сельскохозяйственного

производства. Нам тоже представляется целесообразным высказать свою точку зрения на одну из компонент понимания сельскохозяйственной деятельности на мелиорируемых землях. Авторы смутно себе представляют систему производства продукции на мелиорированных землях (СПП на МЗ), несмотря на то, что они с ней (вроде бы) знакомы много лет. Но взгляды не меняются: может быть они не знакомы с системными рассуждениями о компонентах СПП на МЗ и о ее функционировании в многолетнем разрезе.

Изложение своих положений начнем с того, что есть насущная необходимость пересмотреть в принципе методы анализа и оценки сельскохозяйственной деятельности. Во-первых, при оценке и анализе надо в ряде случаев отказаться от понятия пятилеток, так как такой анализ напоминает расхожее представление как "средняя температура по больнице", а надо перейти к содержательному анализу на основе климатических рядов для различных зон республики. Поясним смысл этого утверждения. Для этого необходимо выполнять статистическую обработку ретроспективных рядов погодных условий по ряду показателей (например: по сумме осадков за вегетационный период, сумме температур, радиации и комплексным показателям). Это позволит представлять ситуацию в виде графиков частот (повторяемости) тех или иных погодных условий в многолетнем разрезе и таким образом сгруппировать и выделить типовые ситуации, которые могут возникать в данной зоне, а это позволит переосмыслить стратегию принятия решений по развитию тех или иных мероприятий по повышению продуктивности сельскохозяйственной деятельности, которая выразится в следующем: так как при такой обработке выделятся хотя бы три условия (см. рис. 1), то станет ясна роль других факторов в различных погодных условиях. Например, если у нас 1 группа, – это повторяемости влажных лет, а 3 – повторяемости сухих лет, то анализ влияния, например, удобрений на продуктивность будет совершенно выглядеть по-другому, нежели когда сравнение идет не по группам физических лет, а по искусственным пятилеткам.

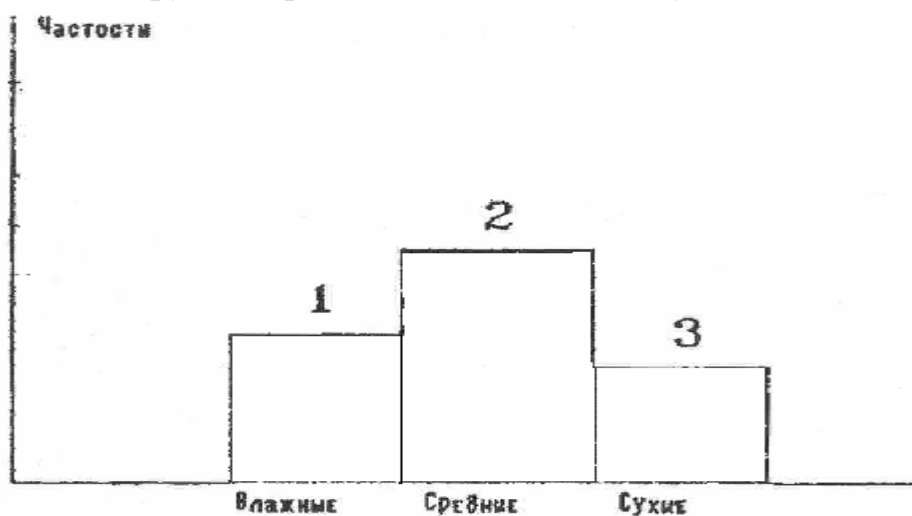


Рис. 1.

Аналогично обстоит дело и с ролью, например, орошения и его значимости, например, в группе сухих лет для активизации тех же удобрений. С другой стороны упорное использование, пресловутых средних величин для планирования опять заводит нас в тупик. Поясним следующим образом: если взять физические значения урожайности в многолетнем разрезе и построить графики для богарных и орошаемых условий (см. рис. 2) схематично, то можно высказать следующие соображения. Если мы принимаем при планировании средние значения, например, для случая богарных условий, и планируем развитие животноводства и строительство хранилищ, то заведомо можно сказать, что в 50 % случаев мы не получим устойчивого стада и в 50 % случаев негде будет хранить продукцию, т. е. если планировать устойчивое животноводство осознанно и научно обоснованно, то надо выходить на расчет двух огибающих определенными значениями вероятностей (см. рис. 2, линии 1 и 2). Первая для планирования животноводства, а вторая для планирования хранилищ.

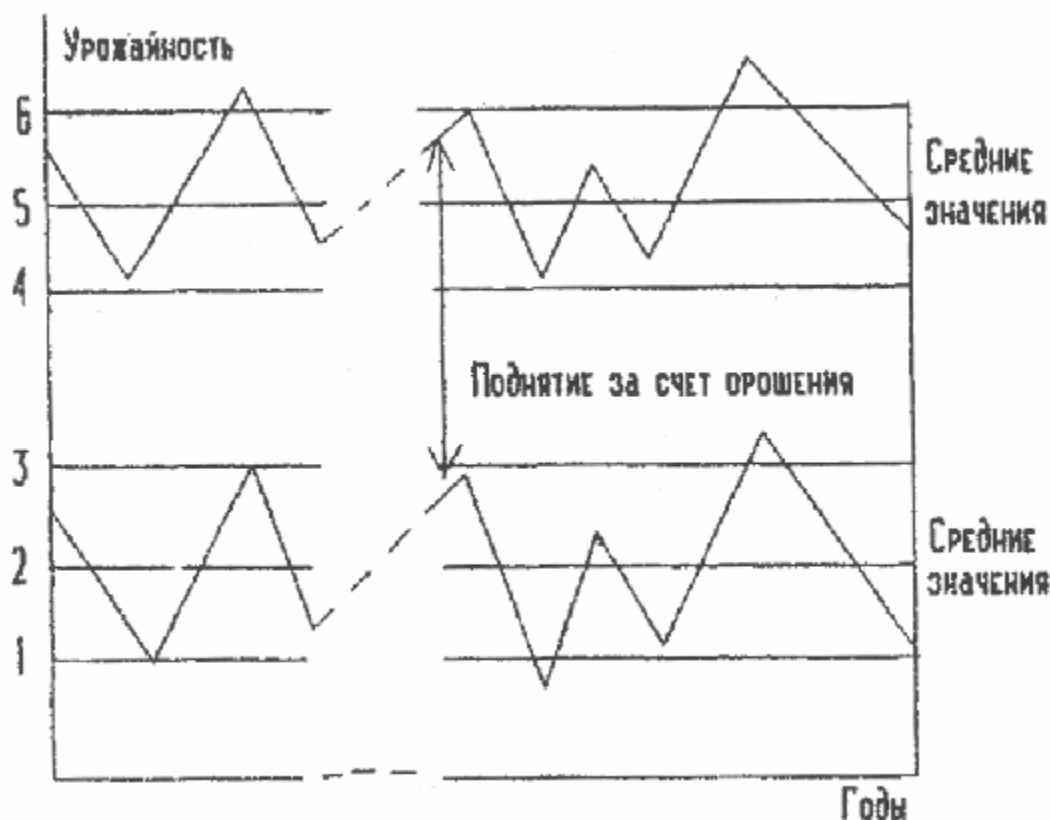


Рис. 2.

Если достичь желаемых потребностей не удастся, то вводится в действие орошение, которое сдвигает (повышает) соответствующие значения средних и огибающих. Но в этом случае также есть свои две огибающие (см. рис. 2) линии 3 и 4, которые являются базовыми для планирования, например, выше указанных действий (животноводство и хранилища).

С другой стороны, это в корне меняет взгляды на бонитировку угодий, как для богарных, так и для орошаемых земель.

Прежде чем раскрыть суть этого вопроса, нам представляется целесообразным высказать несколько соображений о земельном кадастре.

Продумывая проблему о методике принятия решений о развитии и размещении мелиорации (в свое время), мы, конечно, обратились к работам по земельному кадастру и обнаружили, что он построен несистемно, а его целевая направленность очень путанная. Так, например, если разобраться в назначениях земельных кадастров капстран, то там прослеживается четкая целевая установка земельного кадастра - это оценка земель с целью купли и продажи. У нас же вроде бы сделана попытка земельный кадастр представить в таком виде, чтобы он обслуживал сразу много целевых функций. Если это так, то должны быть четко сформулированы цели и подцели и выяснено, какие сведения необходимы для того, чтобы обеспечить информацией технологию принятия решений для перечисленных целей. Но такого четкого представления не сформулировано. С другой стороны, когда вводится понятие бонитета (в принципе, за экраном, он подразумевает исчисление через урожайность), то не ясно, для какого года по влажности и температурам это берется (в обосновывающих материалах ничего на этот счет нет). Поэтому не понятно: что-то сравнивается, а что это за цифры? Вроде цифры есть, а сути нет.

Поэтому нам представляется, что надо более пристально разобраться в целевых установках кадастров и их методических основах.

Если допустить, что целевой установкой будет оценка земель с целью передачи в аренду или продажи земли, то тогда, например, для орошения земель возникает своя специфика, которая должна учесть качество и количество ценностей, прикладываемых к этой земле. А так как при объединении оросительной системы, как инженерной системы, с землей, земли могут в разной степени обеспечиваться влажностью, отсюда и бонитет может смещаться в широком диапазоне, т. к., например, в сухие годы почвы в богарных условиях и в орошаемых условиях резко разнятся по продуктивности, а во влажные годы незначительно. Далее, одно дело, когда оросительная система обслуживает одно или два поля, и другое дело, когда система обслуживает крупное хозяйство, группу хозяйств или она межрайонная или межобластная,

В случае, если наряду с земельным кадастром, ввести понятие мелиоративный кадастр и также рассматривать его как свод, обслуживающий ряд целей (развития и размещения мелиорации, выбора первоочередных массивов мелиорации и реконструкции существующих систем, как морально, так и физически устаревших), то тогда необходима разработка качественной методики составления и ведения мелиоративного кадастра, из которого часть информации может включаться и в состав земельного кадастра, что позволит с одной стороны иметь специализированную информационную базу для решения целого ряда задач, а с другой стороны не перегружать земельный кадастр.

Поэтому мы считаем: для того чтобы сохранить и приумножить наше богатство "мелиорированные земли" и видеть пути дальнейшего развития

прироста бонитета земель через мелиорации, необходимо создание и ведение автоматизированной системы мелиоративного кадастра.

Поэтому необходимо незамедлительно приступить к разработке методологии создания автоматизированной информационно-советующей системы принятия решений об оценке качества и продуктивности мелиорированных земель, а также технологии ее реализации.

### Обобщенный критерий оценки инвестиций\* в варианты ДЕЯТЕЛЬНО-ТЕХНО-ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

$$\begin{aligned} & \sum_{M=1}^M \sum_{T=a}^A \left[ K_D (K_B^{IC} + K_B^{Mo} + K_B^{Ин} + K_B^{Уп} + K_B^{Ср1} + K_B^{Че}) \right] + \\ & + \sum_{M=1}^M \sum_{T=b}^B \left[ K_D (T_3^{IC} + T_3^{Mo} + T_3^{Ин} + T_3^{Уп} + T_3^{Ср1} + T_3^{Че}) \right] + \\ & + \sum_{i=1}^J \sum_{T=0}^A K_D (Ma_{iBTP} - \min_{BTP} Ma_{iBTP}) \mathcal{E}_{op}^j + \sum_{T=0}^A K_D (Bp^{BTP} - \min_{BTP} Bp^{BTP}) \mathcal{E}_{op}^{ep} + \\ & + \sum_{T=0}^A \sum_{I=0}^I K_D (\max_{BTP} \Pi\Pi_{iBTP} - \Pi\Pi_{iBTP}) \mathcal{Z}z_i + \sum_{T=0}^A \sum_{K=1}^A K_D (O_{MKTP}^{TB} - \min_{BTP} O_{MKTP}^{TB}) \Pi_K^{OTB} \rightarrow \min \end{aligned}$$

Здесь первые суммы учитывают капитальные вложения ( $K_B$ ) в инженерную систему (ИС), модель (Мо), информацию (Ин), управление (Уп), частично в среду (Ср1) и человека (Че) – подготовка специалистов; вторые суммы учитывают текущие затраты, соответственно в ИС, Мо, Ин, Уп, Ср1 и Че – повышение квалификации. Индексы суммирования обозначают: **м**-номер мероприятия; **в** – номер варианта; **п** – последовательность осуществления мероприятий;  $T_{BM}^{\Pi}$  – время начала осуществления **м**-го мероприятия в **в**-м варианте для **п**-й последовательности;  $\Delta T_{BM}^{\Pi}$  – затраты времени на осуществление **м**-го мероприятия в **в**-м варианте для **п**-й последовательности; ( $a=T_{BM}^{\Pi}$ ;  $A=T_{BM}^{\Pi} + \Delta T_{BM}^{\Pi}$ ) – коэффициент дисконтирования затрат и результатов;  $K_{B_{MBTP}}$  – капитальные вложения на осуществление **м**-го мероприятия в **в**-м варианте в **т**-м году для **п**-й последовательности;  $T_{3_{MBTP}}$  – текущие затраты после осуществления **м**-го мероприятия в **в**-м варианте в **т**-м году для **п**-й последовательности; **T** – расчетный срок, данный сроку создания «комплекса» плюс два срока окупаемости;  $\Pi\Pi_{iBTP}$  – объем потребительского продукта **i**-го вида ( $i=1, \dots, I$ ) в **в**-м варианте в **т**-м году для **п**-й последовательности;  $\mathcal{Z}z_i$  – замыкающие затраты на продукцию **i**-го вида;  $Ma_{iBTP}$  – объем отвлекаемых материальных ресурсов **j**-го вида ( $j=1, \dots, J$ ) в **в**-м варианте в **т**-м году для **п**-й последовательности;  $\mathcal{E}_{op}^j$  – экономическая оценка ресурса **j**-го

\* Примечание редактора. Рекомендация автора не соответствует действующему нормативному документу (РД – АПК 3.00.01.003 - 03) по определению эффективности инвестиций в мелиоративные проекты, учитывающему структурную перестройку хозяйственного механизма страны и отрасли

вида;  $Vp^{BTP}$  - время, используемое в  $\mathbf{в}$ -м варианте в  $\mathbf{т}$ -м году для  $\mathbf{n}$ -й последовательности;  $\mathcal{E}_{op}^{ep}$  - экономическая оценка времени;  $O_{MKTP}^{TB}$  - объем технологического выброса  $\mathbf{k}$ -го вида ( $\mathbf{k}=1, \dots, \mathbf{K}$ ) в  $\mathbf{в}$ -м варианте в  $\mathbf{т}$ -м году для  $\mathbf{n}$ -й последовательности;  $P_K^{OTB}$  - плата за единицу объема технологического выброса  $\mathbf{k}$ -го вида

$$B = T_{BM}^{\Pi} + \Delta T_{BM}^{\Pi}; B = T_B^{\Pi(m+1)} + \Delta T_B^{\Pi(m+1)}$$

Если капиталовложения и текущие затраты в компоненты «комплекса» осуществляются одновременно, то суммирование каждого слагаемого в квадратных скобках производится отдельно в соответствующих временных интервалах а, А, б, Б. Может также оказаться, что отрасли, входящие в АПК в качестве подсистем, будут иметь отличные числовые значения нормативного коэффициента Е.

## Литература

1. Рекс Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем. Москва 1995г
2. Рекс Л.М., Ковалев В.А., Лазовский В.В., Шайтан Б.И. Деловая игра «Проблемная ориентация». Москва 1996г
3. Рекс Л.М., Ростопшин Ю.А., Русинов П.С., Руссман И.Б. Умывакин В.М. Интегральные оценки экологической безопасности в проблемах рационального природопользования в регионе. Москва 1999г
4. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика формирования перечня существенных показателей геобъектов на основе анализа иерархических структур природно-хозяйственных условий территории региона. Воронеж 1999г
5. Рекс Л. М., Жердев В.Н., П.С.Русинов, Умывакин В.М. Геоинформационно - аналитические технологии построения комплексных тематических карт территории для целей мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Вестник Воронежского отдела Русского географического общества. Том 1. Выпуск 2., Воронеж, 1999г.
6. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика комплексного, природно-хозяйственного районирования территории для целей мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Воронеж, 1999г.
7. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Комплексная оценка экологической безопасности объектов мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Экологическая безопасность и здоровье людей в XXI веке: Материалы (статьи, краткие сообщ. и тез. докл.) VI Всеросс. науч.-практ. конф., г.Белгород, 10-12 октября 2000 г. - Белгород, 2000
8. Рекс Л.М. Концепция и технология новых разработок в мелиоративной деятельности. Журнал: "Мелиорация и водное хозяйства", № 2, 2000г
9. Рекс Л.М. Жизненный и творческий путь академика С.Ф. Аверьянова. Россельхозакадемия, 2002
10. Рекс Л.М. Деятельно-техно-природные системы и природообустройство. В книге "Устойчивое развитие административных территории и лесопарковых хозяйств". Проблемы и пути их решения. Материалы научно-практической конференции 30-31 октября 2002 года. М.
11. Рекс Л.М. Деятельно-техно-природные системы. Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения) Международная конференция, 27-28 марта 2002 года. Материалы конференции. М
12. Рекс Л.М. "Природообустройство". Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения) Международная конференция, 27-28 марта 2002 года. Материалы конференции. М

УДК 631.6

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ**

Ю.А. Хомутов

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Развитие мелиорации в последние годы сопровождалось появлением и широким распространением персональных компьютеров, а также значительным ростом телекоммуникаций. Наличие у пользователей персональных компьютеров и растущий спрос обусловили появление рынка разнообразных продуктов и услуг. Появился выбор программ, как общего, так и узко специализированного применения. Выбор конкретных приемов поддержки принятия решений в мелиорации и соответствующих технических и программных средств должен быть увязан со спецификой решаемых проблем и является предметом специального исследования.

В последние годы появился и интенсивно развивается новый класс, получивший название – геоинформационные системы (ГИС) или ГИС- технологии. Следует особо отметить появление электронных географических карт, реализующих возможность работы с пространственными данными и картографическим материалом в составе компьютерных технологий.

Географическая Информационная Система (ГИС) обеспечивает сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с анализом, моделированием, прогнозированием и управлением технологиями мелиорации, гидромелиоративными системами и др.

ГИС позволяет показывать различные данные на электронных картах. На карты, созданные с помощью ГИС, можно нанести не только географические, но и статистические, технические и многие другие виды данных и применять к ним разнообразные аналитические операции. ГИС обладает способностью выявлять скрытые взаимосвязи и определять тенденции, которые трудно (или практически невозможно) заметить, используя привычные бумажные карты. Электронные карты, созданные при помощи ГИС, поддерживаются мощными аналитическими средствами и инструментарием, базами данных, специализированными устройствами сканирования, печати и другими техническими решениями.

Информация, полученная с помощью ГИС-технологий, может быть использована как научными специалистами, так и мелиораторами-практиками, чиновниками, строителями, экологами. Электронная карта, созданная в ГИС, содержит скрытую информацию, которую можно «активизировать» по необходимости. Эта информация организуется в виде слоев, которые можно назвать

тематическими, потому что каждый слой состоит из данных на определенную тему (рис 1.).

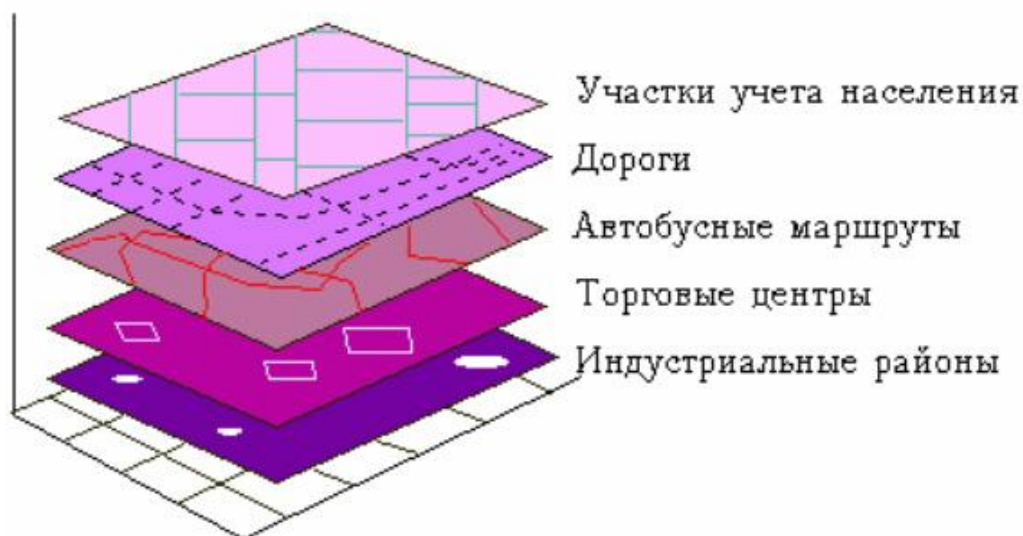


Рис. 1. Схема организации слоев в ГИС

В совокупности со средствами визуализации данных (построители макетов и диаграмм, преобразователи координат, средства масштабирования, совмещения с фотоизображениями, а также механизмами обмена, текстовыми редакторами, электронными таблицами) ГИС – технологии являются эффективным инструментарием поддержки принятия решений для большого класса задач. Геоинформационные системы обеспечивают качественно новый уровень работы, их использование определяется целесообразностью совмещения традиционных методов и средств принятия решений с методами использования компьютерного картографирования.

Мелиоративная отрасль относится к числу отраслей, имеющих большие перспективы в развитии ГИС–технологий, поскольку работа с географическими картами является неотъемлемой частью процесса научного обоснования, подготовки и реализации плановых и проектных решений, в том числе прогнозирования направлений развития и размещения мелиорации.

Современные ГИС-технологии, позволяют:

- создавать электронные карты – аналоги обычных карт;
- выполнять тематическое картографирование – создавать серии карт разного тематического содержания с разными схемами классификации для одного и того же признака с использованием разных методов представления;
- совмещать карты методом наложения;
- проводить районирование территорий по комплексу признаков;
- обеспечивать высокую точность привязки места проведения изысканий и исследований к цифровой карте с помощью совместного использования ГИС-технологий и GPS-устройств.

- формировать качественно новые решения, используя пространственный анализ данных;
- наглядно представлять географически, данные в документах и отчетах, независимо от их объема и сложности.

ГИС-технологии были использованы при разработке прогноза и определения основных направлений развития комплексных мелиораций. На основе совмещения методов моделирования с методами компьютерного картографирования была создана новая карта - карта агромелиоративного районирования территории, содержание которой позволило выявить тенденции и перспективные направления развития и размещения комплексных мелиораций, рассчитать объемы (площади) элементов комплекса (рис. 2).



Рис. 2. Карта агромелиоративного районирования

В формате ГИС была создана интегрированная информационная база, объединившая статистические данные состояния агропромышленного комплекса и природных условий. На основе этой информации были выявлены и сформулированы перспективные направления развития и размещения комплексных мелиораций, рассчитаны объемы (площади) элементов комплекса, включая орошение и осушение, агрохимические мелиорации, влагонакопление, сохранение и накопление гумуса, борьба с различными видами эрозии и оврагообразования, профилактика и борьба с засолением, кислотностью и солонцеватостью, терморегуляция и др. В состав информационной базы включена также индексная оценка роста продуктивности агроландшафта в результате реализации комплекса мелиораций.

Интегрированная база содержит информацию по детальной декомпозиции комплекса мелиораций, в том числе применительно к субъектам федерации, федеральным округам и агромелиоративным регионам, а также к Российской Федерации в целом.

Уникальность созданной в формате ГИС интегрированной информационной базы состоит в том, что она является основой для выполнения расчетов по оценке общественной экономической эффективности комплексных мелиораций. Результаты таких расчетов служат основой для принятия решений о государственной поддержке развития и размещения мелиорации в целях обеспечения продовольственной безопасности страны, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

УДК 626.923.2

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ**

И.Ф. Юрченко, д.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В настоящее время стала очевидной значимость информационных ресурсов в жизненном цикле производства: без них нельзя принять обоснованных управленческих решений. Информационный аспект по сравнению с вещественным аспектом все больше выдвигается в современном производстве на первый план. Производство становится интеллектуально-интенсивным. Круг информации, вовлекаемой в управление производством, - не отдельные прикладные разделы, а система, включающая экономику, организацию, управление производством, техническую эстетику и социальную психологию.

Независимо от технического оснащения систем управления и технологии управленческого процесса информационное обеспечение свойственно любому управлению. Информационное обеспечение управления предполагает наличие связи информации с системами управления и управленческими процессами в целом. Сущность информационного обеспечения управления – получение необходимой соответствующей информации для решения определенных задач. Правомерно говорить об информационном обеспечении определенных служб управления, объектов и субъектов управления. Информационное обеспечение, таким образом, не только предмет труда – информация, но и, прежде всего, деятельность. При этом информация служит основой принятия оптимальных управленческих решений, так как от ее количества и качества во многом зависит степень организованности системы.

Опыт организации информационного обеспечения системы поддержки принятия решений при управлении комплексными мелиорациями, разрабатываемый ВНИИГиМ, представлен в следующих разделах.

### **1. Информационное обеспечение управления**

Информация является одним из основных ресурсов роста производительности предприятия, поскольку именно она позволяет:

- устанавливать стратегические цели и задачи предприятия и использовать открывающиеся возможности;
- принимать обоснованные и своевременные управленческие решения;
- координировать действия разрозненных подразделений, направляя их усилия на достижение общих поставленных целей.

Основные требования, предъявляемые к информации:

- краткость, четкость формулировок, своевременность поступления;
- удовлетворение потребностей конкретных управленцев;
- точность и достоверность, правильный отбор первичных сведений, оптимальность систематизации и непрерывность сбора и обработки сведений.

Информационное обогащение современного управления – его наиболее характерная черта. Выигрывает тот, кто эффективнее собирает, обрабатывает и использует информацию об открывающихся возможностях.

В теории управления ведущая роль отведена аналитической информации. Под аналитической информацией будем понимать такую информацию, которая позволяет вести анализ хозяйственной деятельности и служит базой управленческих решений. Для ее получения требуются первичные аналитические данные, которые формируются на основе различных исходных данных, аккумулируемых из разных источников. Для формирования первичных аналитических данных необходимы различные по содержанию исходные данные: наблюдений, экспериментов, учетные, плановые, фактографические, нормативные и т.д.

Отсюда и возникает необходимость, с одной стороны, удовлетворения информационных потребностей анализа хозяйственной деятельности, а с другой – обеспечение аналитической информации исходными данными, получаемыми, прежде всего, в результате производственно-хозяйственной деятельности.

Другой аспект проблемы связан с реализацией процесса удовлетворения информационных потребностей управления в аналитической информации, включая все этапы этого процесса от сбора исходных материалов до формирования управленческих решений.

Применение компьютерных технологий существенно изменило организацию информационного процесса анализа хозяйственной деятельности. Решение управленческих задач на основе автоматизированного банка данных (АБД) вносит свои коррективы в этот процесс.

В условиях функционирования АБД (рис.1) первичные аналитические данные комплектуются автоматизированным путем: практически исходные данные трансформируются в аналитическую информацию сразу. Формирование управленческих решений и их принятие в этом варианте аналогичны общей принципиальной схеме. Однако при наличии компьютерных технологий-рекомендаторов и технологий-диагностиков возникает предпосылка и для автоматизации формирования решения.

Вышеуказанные подходы к организации информационного обеспечения управления деятельностью реализованы при разработке СППР при эксплуатации системы комплексных мелиораций.

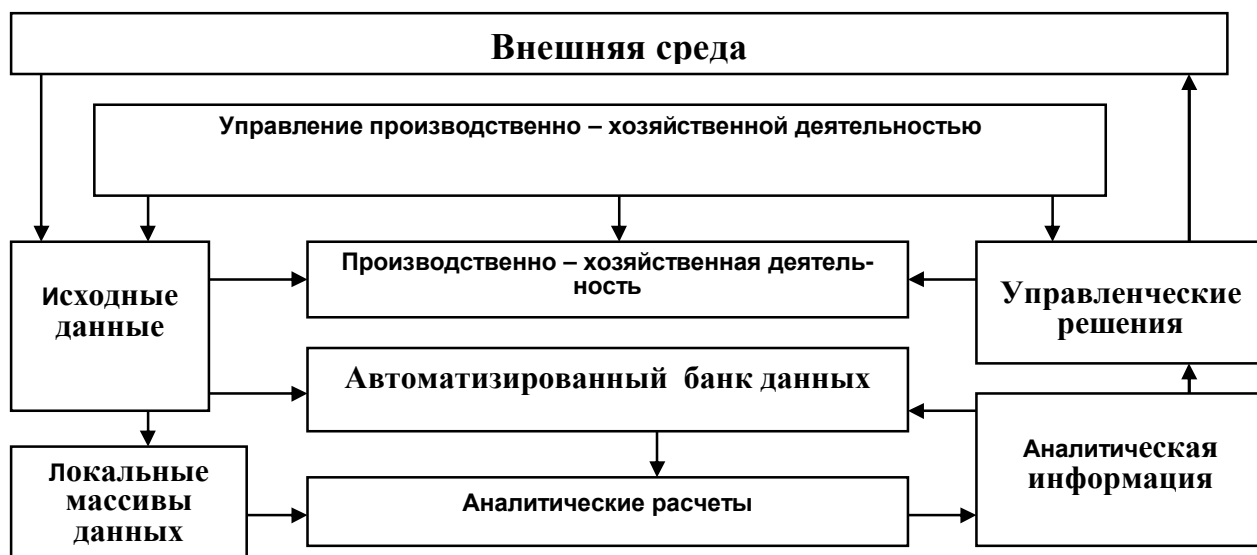


Рис.1. Информационный процесс анализа хозяйственной деятельности в условиях функционирования банка данных [2]

## 2. Информационная модель и база данных СППР при эксплуатации систем комплексных мелиораций

Компьютерная информационная технология, реализуемая в среде системы поддержки принятия решений, разрабатывается ВНИИГиМ с целью повышения эффективности управления эксплуатацией инженерно – экологических систем комплексных мелиораций, обеспечивающих экологическую устойчивость и высокую продуктивность мелиорируемых земель.

Задачей разработки СППР регионального уровня по эксплуатации инженерно – экологических систем является создание информационной технологии поддержки принятия решений по вопросам контроля эколого - мелиоративного состояния орошаемых агроландшафтов, технического состояния гидромелиоративных систем, контроля и анализа использования природных (водных и земельных ресурсов) на основе ведомственных данных.

По результатам изучения взаимосвязи элементов структурных, функциональных, организационных и технологических блоков информационной системы поддержки решений при эксплуатации инженерно – экологических систем (СПР – ЭКСИНЖЭКС) разработана информационная модель (рис.2) и предложена поэтапная программа реализации компьютерной технологии с учетом приоритетности задач, требующих своего решения.

В составе первого этапа создания СППР регионального уровня при эксплуатации мелиоративных систем разработана компьютерная технология поддержки решения при управлении инженерными гидромелиоративными системами на основе планирования мероприятий технической эксплуатации - СППР «Ремэкс».



Рис. 2. Структура региональной СППР «ЭКИНЖЭКС»

«Ремэкс» обеспечивает возможность:

- накопления и систематизации данных о техническом состоянии гидромелиоративных систем;
- анализа результатов осмотра гидротехнических сооружений и оценки технического состояния системы;
- формирования информации о потребности в финансировании и материально-технических ресурсах;
- планирования и оперативной отчетности о выполнении плана ремонтно-эксплуатационных работ;
- поиска эффективного варианта плана технической эксплуатации по результатам решения оптимизационной задачи или решений на основе предпочтений пользователя.

Автоматизированная технология поддержки решения при планировании мероприятий технической эксплуатации предназначается для специалистов служб эксплуатации мелиоративных систем и должна обеспечить два уровня использования с обратной связью.

Первый – уровень технического руководителя, обеспечивающего эксплуатацию объекта, условно именуемый «Главный инженер». Второй – уровень отделов эксплуатирующего предприятия, условно именуемый «Отделы».

Поток эксплуатационной информации формируется с рабочих мест и накапливается в соответствующих базах данных. С помощью прикладных программ и программ графического отображения пространственных данных руководителю обеспечивается возможность запросить необходимую информацию и получить ее в наглядной форме (в виде тематической карты и схемы, текстового отчета и т.п.). Служба отделов обеспечивает получение из подчиненных подразделений и ввод в базу данных исходной информации, подготовку отчетов и т.д.

Основными компонентами системы поддержки принятия решений (рис.3) являются база данных, база моделей и программная подсистема, включающая систему управления базой данных (СУБД), систему управления базой моделей (СУБМ) и систему управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

Система управления данными обладает следующими возможностями:

- составления комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;
- быстрого прибавления или исключения того или иного источника данных;
- построения логической структуры данных в терминах пользователя;
- обеспечения полной логической независимости этой базы данных от других операционных баз данных, функционирующих в рамках организации.

Система управления базой моделей позволяет:

- создавать новые модели или изменить существующие;
- поддерживать и обновлять параметры модели;
- манипулировать моделями.

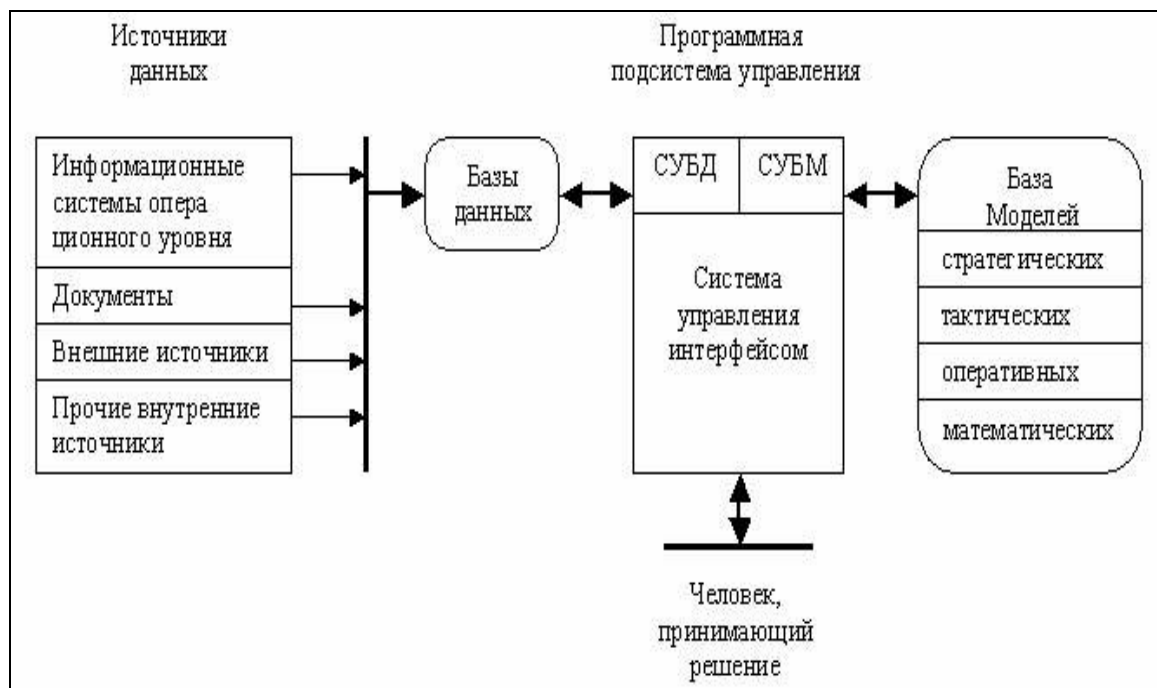


Рис.3. Основные компоненты системы поддержки принятия решений

Работа по созданию СППР была начата с создания атрибутивной базы данных, позволяющей получить оперативную и достоверную информацию о состоянии мелиоративных систем и водохозяйственных объектов.

База данных является ядром информационной модели при планировании мероприятий технической эксплуатации системы поддержки принятия управленческих решений на основе ГИС – технологий.

Исходная графическая информация представлена:

- графическими схемами оросительной системы в целом;
- планами земель входящих в нее хозяйств с оценкой их состояния и т.п. документами.

Нормативная и справочная информация - перечнем возможных ремонтных работ и их удельной стоимостью.

Для повышения надежности решений, их научнообоснованной последовательности при соблюдении традиционности принятия решений службой эксплуатации предложен переход на «объектный» уровень сбора, обработки и интерпретации исходной информации.

В качестве «объекта» технической эксплуатации принимается фрагмент водопроводящей сети и (или) сооружений на ней, находящийся в неисправном состоянии, с площадью мелиорированных полей, подкомандных этому фрагменту.

Исходными данными для функционирования технологии поддержки решений при эксплуатации инженерно-экологических объектов являются:

- перечень объектов эксплуатации (ОЭ) на системе;

- перечень допустимых мероприятий по ремонту, техническому уходу, подготовке площадей;
- удельная стоимость мероприятий;
- площади ремонта ОЭ;
- перечень возделываемых сельскохозяйственных культур;
- доли площади ОЭ, занятые конкретными сельскохозяйственными культурами;
- урожайность сельскохозяйственных культур по годам функционирования системы;
- количество лет функционирования системы.

Техническое состояние инженерно-экологической системы отражается в следующих документах:

- паспорт системы комплексных мелиораций и сооружений на ней;
- сводные итоги паспортизации системы;
- сводная ведомость технического состояния и балансовой стоимости оросительной системы и сооружений на ней.

Процедуру формирования оперативной информации реализует мониторинг технического состояния гидромелиоративной системы и плодородия орошаемых земель. Оперативная информация содержит сведения:

- о порядке организации наблюдений за состоянием мелиоративных систем, водохозяйственных сооружений и мелиорируемых земель в период эксплуатации;
- о результатах осмотров;
- о последовательности и ориентировочных сроках выполнения основных видов работ при обслуживании, текущем ремонте и подготовке площадей.

Выходная информация представлена:

- технико-экономическими показателями по устойчивым компромиссным вариантам технической эксплуатации системы с визуализацией их виде графиков, таблиц и пр.;
- отчетами по запросам пользователя о техническом состоянии системы;
- планами технической эксплуатации текущего периода.

Атрибутивная база данных построена на основе СУБД ACCESS. Анализ и отображение пространственных данных осуществляется на базе ГИС-технологий с использованием коммерческой ГИС – MAPINFO. Для подготовки необходимых отчетов и представления выходных документов, включающих набор карт и легенд к ним, таблиц из базы данных и другую информацию, используются средства СУБД ACCESS и MAPINFO.

Информатизация общества становится одной из закономерностей современного социального прогресса. Этот термин все настойчивее вытесняет широко используемый до недавнего времени термин "компьютеризация общества".

При внешней схожести этих понятий они имеют существенное различие. При компьютеризации общества основное внимание уделяется развитию и внедрению технической базы компьютеров, обеспечивающих оперативное получение результатов переработки информации и ее накопление. При информатизации общества основное внимание уделяется комплексу мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех видах человеческой деятельности.

Таким образом, "информатизация общества" является более широким понятием, чем "компьютеризация общества", и направлена на скорейшее овладение информацией для удовлетворения своих потребностей. В понятии "информатизация общества" акцент надо делать не столько на технические средства, сколько на сущность и цель социально-технического прогресса. Компьютеры являются базовой технической составляющей процесса информатизации общества. Информатизация на базе внедрения компьютерных и телекоммуникационных технологий связана с реакцией общества на потребность в существенном увеличении производительности труда в информационном секторе общественного производства, где сосредоточено более половины трудоспособного населения.

## Литература

1. Винокуров Ю.И., Широкова С.Л., Воробьев К.В., Яковченко С.Г., Ковалевская Н.М., Ловцкая О.В., Постнова И.С. Разработка геоинформационных систем для решения региональных проблем природопользования. Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул. 1998
2. Козенко З.Н., Рогачев А.Ф., Нахшунов А.Л., Карапузов И.А. Поддержка принятия управленческих решений. Информационное и инструментальное обеспечения, Волгоград, 2001
3. Юрченко И.Ф. Информационные технологии обоснования мелиорации. М.2000г.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

### ***МЕЛИОРАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ***

- Гальченко С.В., Мажайский Ю.А.**  
ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ КАК СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ ГОРОДОВ 3
- Головатый В.Г.**  
ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМОВ ПОЧВЫ НА  
НАКОПЛЕНИЕ СУХОЙ МАССЫ И НИТРАТОВ ЕЖОЙ СБОРНОЙ 7
- Дедова Э.Б., Шматкин В.Ф., Ковриго С.И.**  
АДАПТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ  
ЗАСОЛЕНИЯ ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ПОЛУПУСТЫННОЙ И  
ПУСТЫННОЙ ЗОН КАЛМЫКИИ 11
- Добрачев Ю.П., Евсенкин К.Н.**  
МИГРАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА С ДРЕНИРОВАННОГО  
АГРОЛАНДШАФТА 15
- Ильинский А.В., Кирейчева Л.В., Хохлова О.Б., Яшин В.М.**  
КОМПЛЕКСЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО САНАЦИИ ПОЧВ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ 20
- Максименко В.П.**  
ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИМЕРОВ 28
- Павлов В.Ю., Пунинский Ю.С.**  
БИОМЕЛИОРАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ 33
- Пунинский Ю.С., Пунинский В.Ю.**  
ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНЫХ  
МЕЛИОРАЦИЙ АГРОЛАНДШАФТОВ 37
- Хохлова О.Б.**  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩИХ  
СМЕСЕЙ 45
- Чапанова М.П.**  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЯ-АЭРАНТА  
"МЕНОМ" ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЫРЕЯ СОЛОНЧАКОВОГО 50

### ***ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ***

- Безднина С.Я.**  
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА АГРАРНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА 53

<b>Заречняк Е.П.</b> МЕЛИОРАЦИЯ ВОДЫ НА СИСТЕМАХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ	62
<b>Кирейчева Л.В., Андреева Н.П.</b> ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ САПРОПЕЛЕЙ	64
<b>Овчинникова Е.В.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ	71
<b>Сазанов М.А., Ковриго С.И., Дедова Э.Б.</b> ПРИЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОБВОДНИТЕЛЬНО-ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КАЛМЫКИИ	76
<b>Тиньгаев А.В.</b> УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ НА ОРОШЕНИЕ	83

## ***ГИДРОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА***

<b>Войнич-Сяноженцкий Т.Г., Волынов М.А.</b> К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ ДОННЫХ РАССЕИВАЮЩИХ ВОДОВЫПУСКОВ СБРОСНЫХ ВОД С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СТОЯКАМИ	91
<b>Волынов М.А.</b> К ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕКУ ИЗ ПРИДОННЫХ РЕЧНЫХ ВОДОВЫПУСКОВ	96
<b>Волынов М.А.</b> О ПЛОСКОСТИ РАЗДЕЛА РАДИАЛЬНЫХ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ РЕЧНОГО ПОТОКА НА ИЗЛУЧИНЕ	99
<b>Голубкова В.А., Доронкина О.А., Ляпин Г.В., Волынов М.А.</b> ОПЫТ ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ	101
<b>Кушер А.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ЛОТКОВ С ДЛИННОЙ ГОРЛОВИНОЙ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ	105
<b>Медведев С.С., Лебедев Н.В., Каргапольцев А.С.</b> РЕГУЛИРОВАНИЕ ТВЕРДОГО СТОКА В ЭЛЕМЕНТАХ ГМС	115
<b>Наумова Т.В.</b> ПРОБЛЕМА ЗАИЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ ГИДРОУЗЛОВ ИРРИГАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ	124

<b>Сидорова С.А.</b> СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДОВ ПЛОТИННЫХ ВОДОЗАБОРОВ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	128
<b>Филиппов Е.Г., Чавтараев Б.А., Кушер А.М.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ФОТО-ВИДЕОАППАРАТУРЫ	130
<b>Щербаков А.О., Талызов А.А., Головинов Е.Э.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА В РЕКАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ	136

### ***МЕХАНИЗАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ***

<b>Бедретдинов Г.Х.</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ ОРОШЕНИЯ. ПРОБЛЕМЫ. РЕШЕНИЯ	140
<b>Бедретдинов Г.Х., Басс В.Н., Левчиков А.А.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ КОЛЛЕКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	145
<b>Беляков В.М.</b> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	152
<b>Голубев Н.К., Прохоров И.П.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛАХ	155
<b>Ефремов А.Н.</b> ТОЧНОСТЬ ПЛАНИРОВКИ ПОЛЕЙ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ЭКОНОМИИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ	165
<b>Иванов И.А.</b> ГАБИОНЫ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ И МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	171
<b>Камилов К.К.</b> ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КУСТАРНИКА ТЯЖЕЛОЙ ДИСКОВОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ БОРОНОЙ	175
<b>Левчиков А.А.</b> ПРОБЛЕМЫ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	182
<b>Маммаев З.М., Аллаев Б.А.</b> О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО РЫХЛЕНИЯ ДЛЯ ОСТРУКТУРИВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ	185
<b>Маммаев З.М., Першина О.Ф.</b> ОСВОЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ С ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫМИ Понижениями	191
<b>Маммаев З.М., Першина О.Ф., Мартынов Ю.В.</b> ТЕХНОЛОГИИ РЕАНИМАЦИИ ЗАКОЧКАРЕННЫХ ЛУГО- ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ	195

<b>Маммаев З.М., Першина О.Ф., Мартышкин З.Ю.</b> ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ДРЕВЕСНО- КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬ	203
<b>Мухамеджанов С.М.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	207
<b>Оришев Д.А.</b> ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛОВ ОТ НАНОСОВ	210
<b>Панкратов В.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕРОЙНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ С ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ	213
<b>Пунинский В.С.</b> ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДРЕНИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ СО СКРЫТЫМИ КАМНЯМИ	220
<b>Ревин Ю.Г.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ДРЕНОУКЛАДЧИКА С МНОГОКОВШОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ	227
<b>Сямиуллин Р.А. Т</b> ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО КАПСУЛЯЦИИ СВАЛОК И ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ	232

## ***ЭКОНОМИКА И ПРАВО***

<b>Быстрицкая Н.С., Ялошинская В.Б., Кизяева Л.Ю.</b> ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА	237
<b>Николаенко А.Н.</b> РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ С ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДОЙ	243
<b>Суханов Г.Н.</b> МЕТОДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ	247

## ***ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

<b>Асосков Г.Н., Исаев А.В., Тухбаева Е.В.</b> МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	250
<b>Брайнин А.Л., Бубер А.Л.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ MICROSOFT VISUAL FOXPRO ПРИ ИЗУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ 2002г	256

<b>Райнин В.Е., Матвеев А.В.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕЛИОРАЦИИ	260
<b>Рекс Л.М.</b> СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКА ДЕЯТЕЛЬНО-ТЕХНО-ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ	264
<b>Хомутов Ю.А.</b> ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ	278
<b>Юрченко И.Ф.</b> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ	281