

УДК 631.6

**ДОЛГИЙ ПУТЬ НАУЧНОГО ПОИСКА, СВЕРШЕНИЙ И ПРОГНОЗОВ
К 80 – летию Всероссийского научно-исследовательского института
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова**

Б.М. Кизяев, академик РАСХН, И.С. Лapidовская, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

ВНИИГиМ был организован в 1924 году как Государственный институт сельскохозяйственных мелиораций (ГИСХМ).

К 30-м годам прошлого столетия на территории страны появилось немало опытно-мелиоративных (мелиоративных, дождевальных, гидротехнических) станций и опорных пунктов, на которых отрабатывались способы мелиоративного благоустройства земельных угодий и ведения хозяйства на них. Необходимо было скорректировать их работу, направить ее в русло прогрессивных методик зарождающейся мелиоративной науки, обобщить результаты и передать их в хозяйства.

В связи с этим было принято решение о создании ГИСХМ (Постановление Наркомзема РСФСР от декабря 1923 г.). Был организован Оргкомитет под председательством А.Н. Костякова, которым была определена структура нового института, проведено размежевание с рядом организаций, первоначально включенных в его состав, скорректирована сеть опытно-мелиоративных станций в Северо-Западном и Западном регионах, на Украине и Северном Кавказе, в Поволжье, Закавказье и Средней Азии и налажена с ними связь. Задачами института были определены: изучение потребностей в сельскохозяйственных мелиорациях, разработка новых и наиболее выгодных норм и способов мелиорации, решение других мелиоративных вопросов, распространение правильных приемов орошения и осушения, результатов опытов и наблюдений. И, наконец, осенью 1924 г. Коллегия Наркомзема РСФСР, рассмотрев вопрос об организации опытных учреждений, признала новый институт государственной организацией, призванной научно обеспечить те огромные перспективы, которые стояли перед мелиорацией.

Директором института был назначен А.Н.Костяков. С образованием Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук (ВАСХНИЛ) ГИСХМ вошел в число первых 11 научных институтов ее системы и был переименован в Институт сельскохозяйственных мелиораций и гидротехники, с 1931 г. получивший статус Всесоюзного, а с 1993 г. – Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации (ВНИИГиМ). В 1958 г. институту присвоено имя основоположника мелиоративной науки, основателя института А.Н. Костякова.

С развитием широкомасштабной мелиорации в стране и созданием Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР институт в 1964 г. перешел в его подчинение. Ему предстояло пройти большой и трудный путь вместе с новой отраслью народного хозяйства, в становление и развитие которой он внес значительный вклад.

В 1991 г. институт был передан в ведение Минсельхозпрода РСФСР. В 1993 г. в целях дальнейшего совершенствования и развития фундаментальных и приоритетных прикладных исследований в области гидротехники и мелиорации институт как головной и координирующий центр мелиоративной науки переведен в систему Российской академии сельскохозяйственных наук.

ВНИИГиМ был родоначальником ряда крупных научно-исследовательских институтов. Так, в 1930 - 1931 гг. из института (в то время он назывался ИМСХиГ) выделились: Сектор лугов и болотной культуры, преобразованный в новый Институт лугов и пастбищ (ныне ВНИИ кормов); Сектор почвенной мелиорации – в Институт агропочвоведения (ныне ВИУА); Сектор гидротехники - во ВНИИ гидротехники в г. Ленинграде (ныне ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева). В 1930 г. было создано Северо-Кавказское отделение ВНИИ-ГиМ в г. Новочеркасске, на основе которого в 1932 г. был открыт Северо-Кавказский НИИГиМ, позже переименованный в ЮжНИИГиМ (ныне РосНИИПМ).

Одной из основных задач института при его создании было научно-методическое руководство сетью станций и опытных участков мелиоративного направления, к 1925 г. в нее входило 37, а к 1930 г. – 55 опытно-мелиоративных станций и участков, к 1950 г. - 19 опытных станций и 15 опорных пунктов. Опытная сеть была громоздкой и трудноуправляемой. В связи с этим в 1956 г. ряд станций и опорных пунктов был передан в другие институты: УкрНИИ-ГиМ, САНИИРИ, АзНИИГиМ, Уральский НИИСХ и др., а после создания Минводхоза СССР в 1966 г. на базе станций ВНИИГиМ были созданы новые научные учреждения: ВНИИМиТП (НПО «Радуга», ныне Всероссийский НИИ систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга»), ВНИИССВ (НПО «Прогресс», ныне НИИ по сельскохозяйственному использованию сточных вод «Прогресс»), ВолжНИИГиМ с сетью опытных станций и опорных пунктов, ДальНИИГиМ, ТуркменНИИГиМ.

В самой системе ВНИИГиМ было создано четыре филиала: Смоленский, Западно-Сибирский (г. Тюмень), Мещерский (Рязанская обл.) и Таджикский (г. Душанбе), а также Волгоградский комплексный отдел и Поводинский опорный пункт под Москвой. Был укреплен Дмитровский опорный пункт, реорганизованный в Опытно-конструкторское бюро с опытным производством (ОКБ с ОП). В 1991 г. на базе Западно-Сибирского филиала создан Западно-Сибирский НИИ мелиорации и рационального природопользования, а на базе Таджикского филиала – ТаджикНИИГиМ. Смоленский филиал с ОПХ «Верховье» в 1993 г. передан в Смоленский НИИ сельского хозяйства. Дмитровское ОКБ с ОП в 1992 г. было реорганизовано в самостоятельное Акционерное общество открытого типа «Агромелиосервис», а лаборатория лазерной техники и роботизации в 1986 г. – в ОАО «Инженерный центр «Луч».

В настоящее время региональная система института включает Мещерский филиал, Калмыцкий филиал (организован в 1984 г. при ВолжНИИГиМ и передан во ВНИИГиМ в 1989 г.), Волгоградский комплексный отдел (в 1980-1986 гг. находился в ведении ВолжНИИГиМ, в 1986 г. передан ВНИИГиМ) и

две организации научного обслуживания (ОНО): ОПХ «Полково» в Рязанской области и ОПХ «Харада» в Калмыкии.

Как головное научное учреждение в области сельскохозяйственных мелиораций и водного хозяйства ВНИИГиМ координирует и проводит исследования по широкому спектру проблем, включая разработку научных основ и технологий формирования экологически устойчивых агроландшафтов, комплексной мелиорации сельскохозяйственных угодий, ресурсосберегающих и природоохранных технологий орошения и осушения, ведения эколого-мелиоративного мониторинга, технологий строительства, реконструкции и эксплуатации гидромелиоративных систем, комплексной механизации мелиоративного и водохозяйственного строительства, использования и охраны водных ресурсов, экономико-правового механизма эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем. Во главе института стояли такие крупные ученые и организаторы как чл.-корр.АН СССР, академик ВАСХНИЛ А.Н.Костяков (1924-1929), инж. А.В. Миронов (1930-1931), инженер П.И.Абол (1931-1936), чл.-корр. ВАСХНИЛ А.М. Царевский (1937-1962), к.т.н. И.И.Коваленко (1962-1973), академики РАСХН Л.Г.Балаев (1974-1985), Б.С.Маслов (1985-1988), Б.Б.Шумаков (1989-1997), Б.М.Кизяев (с 1997 г.).

В институте работали ученые-мелиораторы и гидротехники: академики ВАСХНИЛ С.Ф. Аверьянов, К.Ф. Артамонов, Е.А.Замарин, В.В.Пославский, И.А.Шаров, академики РАСХН Л.Г. Балаев, Б.Б.Шумаков, чл.-корр. АН АзССР К.А.Михайлов, чл.-корр. АН БССР М.В.Потапов, чл.-корр. ВАСХНИЛ А.М.Царевский и Н.И.Дружинин, доктора наук С.В.Астапов, И.И.Беляев, А.Д. Брудастов, Е.Г. Галямин, Д.Г.Головко, О.Г.Грамматикати, В.С.Дмитриев, Л.В.Дунин-Барковский, В.А.Емельянов, В.Б.Зайцев, В.С.Казаков, А.В. Калинин, Д.М.Кац, Д.Л.Меламут, А.Я.Милович, А.Д. Панадиади, Е.Г.Петров, Ф.И. Пикалов, В.В.Подарев, Н.В.Поляков, Т.Н.Преображенский, Н.М. Решеткина, В.Р.Ридигер, Л.П.Розов, Н.А.Розов, Г.Ф. Раскин, Л.В.Руднева, А.Д. Саваренский, М.П.Сигаев, А.В.Смирнов, Д.Я. Соколов, Е.Д.Томин, С.П.Тромбачев, Н.С.Фролов, А.Г. Хачатрян, А.А. Черкасов, Х.Ш.Шапиро, Г.Ю.Шейнкин, В.А. Шаумян, П.И.Шипенко. В институте сложились две основные научные школы. Первая – эколого-мелиоративного направления, основы которой заложили А.Н. Костяков, А.Д.Брудастов, Б.Б.Шумаков, объединяет академиков общественных академий Л.В.Кирейчеву, В.Е.Райнина, докторов наук С.Я.Безднину, В.В. Бородычева, В.Г.Головатого, К.В.Губера, Ю.П.Добрачева, С.Д.Исаеву, Н.И. Парфенову, И.Ф.Юрченко и др. Вторая – по гидротехническому и мелиоративному строительству основана А.М.Царевским, Д.Л.Меламутом, Е.Д. Томиным. В нее входят академик РАСХН Б.М.Кизяев, академик РАВХН В.М.Беляков, академик РИА З.М. Маммаев, доктор наук Е.Г.Филиппов, кандидаты наук В.Н. Басс, М.А.Волынов, Н.К.Голубев, Н.В.Лебедев, С.С.Медведев, О.Ф.Першина и др.

Это благодаря их научному творчеству и труду за успехи, достигнутые в развитии мелиоративной науки и подготовке научных кадров, Указом Президиума Верховного Совета СССР от 16 мая 1979 года ВНИИГиМ награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Многие разработки института выполнены на уровне изобретений. Двенадцать работ отмечены государственными и правительственными премиями, многие работы получили признание в практике мелиорации и воплощены в гидротехнических сооружениях и мелиоративных системах, методиках, концепциях, компьютерных технологиях и программах расчета.

Неоценим вклад в развитие мелиоративной науки и основание института А.Н.Костякова. Им впервые сформулированы и разработаны основы науки о мелиорации земель, входившей ранее как прикладная часть в сельскохозяйственную гидротехнику, организованы опытно-мелиоративные исследования в Средней Азии, Закавказье, Поволжье, на Северном Кавказе. Алексей Николаевич ввел понятие гидромодуля, разработал метод расчета режима орошения сельскохозяйственных культур на основе водного баланса, методы расчета оросительных и осушительных систем, дренажа и промывок, теорию самотечного орошения по бороздам и полосам. Его фундаментальный труд «Основы мелиорации» (переиздан шесть раз) – основное пособие и по сей день для студентов, научных работников и специалистов в области мелиорации и водного хозяйства. За этот выдающийся научный труд академику А.Н.Костякову в 1951 г. была присуждена **Сталинская премия первой степени**.

В области оросительных мелиораций учеными института создана теория поверхностного орошения, учитывающая (в отличие от всех других, существовавших к тому времени отечественных и зарубежных разработок) динамику поглощения воды в почве, что позволило оптимизировать способы полива. Интересно отметить, что эта теория нашла практическое применение в США. И сегодня в Калифорнии и Аризоне расчеты наиболее эффективного с точки зрения водосбережения дискретного полива по поверхности, выровненной с помощью высокоточной лазерной планировки, производятся с применением формул А.Н.Костякова. Внедрена новая система орошения, предусматривающая замену постоянных оросителей на регулирующей сети на оросители, ежегодно нарезаемые в период полива для подачи воды в поливные борозды или полосы при поверхностном орошении, обеспечивающие крупные размеры поливных участков для широкой механизации обработки почвы и посевов (А.Н.Костяков и группа авторов, **Государственная премия СССР за 1951 г.**)

Разработана теория нового способа орошения – дождевания. Создавались агрегаты и машины для его осуществления. Наиболее успешной оказалась разработка двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100 (изобретатель и конструктор М.С.Яншин). Достаточно сказать, что к 1980 г. число ДДА-100МА – модифицированных машин этой марки – составило более четвертой части всего парка дождевальных машин в стране и поливалось с их применением более 2 млн.га – свыше 40% всей площади, обеспеченной искусственным дождем.

В институте была создана целая серия дождевальных агрегатов ДДН, КДУ, «Циклон» (В.А.Анисимов, Г.М.Зюликов, Б.В. Дзюбенко, В.Н.Степанов, К.В.Губер). Успешно решена задача удобрительного орошения. Технология и технические средства внесения минеральных удобрений с поливной водой, в том числе многоопорными дождевальными машинами, широко внедрена в По-

волжье, Украине, Казахстане. Работа удостоена **второй премии Совета Министров СССР 1982 г.** Среди авторов – В.А.Анисимов (ВНИИГиМ).

Широкое применение получили влагозарядковое орошение (Е.Г.Петров, О.Г.Грамматикати), закрытые оросительные системы с применением гибких полиэтиленовых передвижных и подземных стационарных поливных трубопроводов (система Шарова-Шейнкина), прогрессивная поливная техника и новые способы орошения: дождевание, микродождевание, бороздковый полив с дифференцированной подачей воды, синхронно-импульсное дождевание склоновых земель, локальное микроорошение (И.А.Шаров, Г.Ю.Шейнкин, В.М. Романов, З.И.Метельский, Е.Б.Величко, Г.М.Зюликов, В.Я. Чичасов, Б.К. Расолов, В.И.Канардов, К.В.Губер, В.Б.Гордеев).

Приоритетные прикладные достижения в оросительных мелиорациях базировались на фундаментальных исследованиях процессов массопереноса в системе: «почва – влага – растения», реализованных в моделях водного и пищевого режимов (Л.М.Рекс, М.Г.Хубларян, В.С.Борисов). На их основе выросло направление по программированию урожаев с помощью комплексного регулирования факторов жизни растений (Е.П.Галямин, С.О.Сиптиц). В настоящее время оно продолжается в компьютерных технологиях управления урожаем сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях (Ю.П.Добрачев).

Внедрены мероприятия по борьбе с засолением земель на фоне горизонтального и вертикального дренажа, капитальных промывок и промывного режима орошения в Поволжье и Средней Азии (Л.П.Розов, С.В.Астапов, Л.М. Рекс, В.И.Бобченко, Н.М.Решеткина, В.П.Баякина, С.И.Мясищев).

Новое научное направление, которое было развито в институте, – это **мелиоративная гидрогеология**. Разработаны методики водобалансовых исследований оценки динамики солевого режима грунтовых вод, прогноза уровня грунтовых вод и их минерализации на оросительных системах Поволжья (Д.М.Кац, Д.А.Манукьян, Н.И. Парфенова). За разработку и освоение комплексной мелиорации земель на фоне вертикального дренажа Н.М.Решеткина вместе с группой ученых САНИИРИ и специалистов Голодностепстроя была удостоена **Государственной премии Узбекской ССР по науке и технике имени Абу Райхон Беруни**.

Дальнейшее развитие это направление получило в разработке экологически допустимых критериальных ограничений на изменение показателей функционирования природных систем с учетом их закономерных ритмических колебаний при мелиоративной и водохозяйственной деятельности: гидротермического режима, энергии почвообразования, энергии химических связей, имеющих зональный характер на базе радиационного баланса земной поверхности, величины осадков, оросительных вод, испарения (Н.И.Парфенова, Н.М. Решеткина, С.Д.Исаева, Ю.С.Лялин).

В области осушительных мелиораций в институте создана теория работы дренажа в зависимости от гидрогеологических условий, свойств почвы и скорости понижений грунтовых вод, дана методика определения размеров дрен и оптимальных расстояний между ними. Основанные на ней принципы и методы проектирования осушительных систем для условий крупного механизиро-

ванного хозяйства прочно вошли в мелиоративную практику (А.Н.Костяков, А.Д.Брудастов, В.С.Станкевич, А.Д. Панадиади).

Разработаны зональные системы мелиорации и типовые схемы природоохранных мероприятий для проектов осушительных и увлажнительных систем, технологии комплексной мелиорации пойменных земель (Е.П. Панов, А.Е.Михалева). Изучены особенности водного режима почвогрунтов при осушении (В.Ф. Митин, И.С.Никитин) и системы возделывания сельскохозяйственных культур на осушаемых землях (Н.И.Кашлев, Х.Н.Стариков, В.И. Антонов, И.В.Сидоров).

Внедрены конструкции и схемы осушительно-увлажнительных систем, способы осушения переувлажненных минеральных почв тяжелого гранулометрического состава с применением глубокого рыхления (Б.С.Маслов, П.И.Пыленок, В.Я.Черненко, Р.И.Волков, И.С.Никитин).

Работа по созданию и широкому внедрению в производство осушительно-увлажнительных систем, проводившаяся под руководством сотрудников ВНИИГиМ (Б.С.Маслов, В.С. Станкевич), в которой активно участвовали Северный, Белорусский и Украинский институты гидротехники и мелиорации, а в ее экспериментальной и производственной проверке – многие проектные институты, строительные организации, колхозы и совхозы удостоена **первой премии Совета Министров СССР 1980 г.**

Особого внимания заслуживают водооборотные системы, позволяющие наиболее производительно использовать не только воду, но и вносимые в почву удобрения. В последние годы принцип водооборота получил большое развитие в мелиоративных системах нового поколения для зон орошения и осушения.

Проведена большая работа по созданию конструкций экологически ориентированных гидромелиоративных систем многоцелевого использования с замкнутым водооборотом для условий многоукладного сельскохозяйственного производства, предусматривающие снижение энерго- и материалоемкости на 10...15%, потребности в заборе чистой воды на 10...15%, увеличение производительности труда на 20...25% и коэффициента земельного использования на 5...8% (Б.Б.Шумаков, К.В.Губер, П.И.Пыленок, В.В.Бородычев, Л.В.Руднева).

Проведено комплексное районирование всех существующих способов орошения и осушения, обеспечивающих экономическую эффективность и экологическую безопасность агроландшафтов при проведении комплексных мелиораций в различных зонах РФ (К.В.Губер, В.П.Максименко, М.Ю.Храбров, В.С.Печенина, В.Г.Головатый, Т.Л.Волчкова). Усовершенствованы режимы орошения сельскохозяйственных культур применительно к водосберегающим способам и технологиям орошения: дискретному поверхностному поливу, подпочвенному орошению, мелкодисперсному дождеванию, капельному орошению (В.В.Бородычев, Л.В. Руднева, М.Ю.Храбров, В.И.Канардов).

Уже в 40-ые годы на первый план выдвигаются исследования **по гидротехнике**. Учеными института разработаны конструкции и методы проектирования гидротехнических сооружений (водозаборов, вододелителей, трубчатых регуляторов, отстойников и др.), внедренные при строительстве Краснодарского, Андижанского, Токтогульского, Хаузханского и других водохранилищ, Ка-

ракумского, Каршинского, Северо-Крымского каналов, Баксанского, Мало-Кабар-динского и других гидроузлов (Е.А.Замарин, В.В.Подарев, В.В. Пославский, И.И.Коваленко, В.А.Шаумян, Н.Н.Кременецкий, Г.А.Тер-Абрамянц, В.В. Баронин).

Большое практическое значение имела научная разработка методов борьбы с заилением каналов с целью сокращения объема наносов, извлекаемых ежегодно при их очистке, связанных с этим затрат труда и потребности в свободных площадях для складирования наносов. Наибольшее признание получил новый метод регулирования водных потоков искусственным созданием поперечной циркуляции с помощью струенаправляющих систем, который позволял предупреждать размыв берегов и дна, обмеление каналов и русел рек, заиление донными наносами водоприемников и водозаборных устройств (М.В.Потапов, **Сталинская премия второй степени, 1951 г.**). Конструкции этих систем, усовершенствованные А.Г.Хачатряном, Х.Ш.Шапиро, Д.Л.Меламутом и др., успешно применялись на р.Амударья, позволив на 70...80% снизить объем поступления наносов через головные сооружения в каналы оросительных систем.

Были исследованы и предложены конструкции противофильтрационных пленочных экранов земляных плотин и оросительных каналов и технологии их создания (В.В.Пославский, В.В.Сокольская, А.А.Миронов, Г.А.Панасенко). Внедрены на Куйбышевском обводнительно-оросительном канале в Поволжье и др. объектах.

В области механизации мелиоративного строительства предложены и реализованы на практике способы механизации мелиоративных работ на основе внедрения прогрессивных технологических процессов строительства дренажа бестраншейным и узкотраншейным способами, строительства каналов и освоения земель с применением новых планировщиков, корчевателей, кусторезов и другой высокопроизводительной техники (Е.Д.Томин, Б.М.Кизяев, В.С. Казаков, З.М.Маммаев, Л.И.Бадаев, А.Н.Ефремов, В.И.Воропаев, Е.В.Струков, В.А.Кокоз). По агротехническим требованиям института созданы и освоены в производстве более 100 машин для строительных и ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах.

Разработаны и внедрены при освоении Голодной, Каршинской и Джизакской степей технологии и средства механизации для бестраншейного строительства дренажа на орошаемых землях (В.Н.Буравцев, А.Н.Ефремов, Л.В. Кирейчева, Л.М.Рекс, А.Я.Шапочкин, С.Д. Шалыгин и др., **вторая премия Совета Министров СССР за 1978 г.**). Оригинальные конструктивные решения рабочих органов, отдельных узлов дренаукладчика и технологического оборудования были защищены 11 авторскими свидетельствами на изобретения и запатентованы в Индии, Франции и Англии.

Создан комплекс технических средств, индустриально-технологических приемов и организационных методов производства мелиоративных работ при строительстве мелиоративных каналов, земляных плотин, дамб, насыпей, водохранилищ, закрытого дренажа и т.д. в круглогодичном режиме с максимальным использованием зимнего периода (от ВНИИГиМ: З.М. Маммаев, Е.Д.Томин, **первая премия Совета Министров СССР 1984 г.**). Новые технологии позво-

лили увеличить годовой объем земляных работ с 60...65% до 85...90% за счет использования зимнего периода, более эффективно использовать парк землеройных и мелиоративных машин, ускорить введение в эксплуатацию мелиоративных объектов и обеспечивать значительный экономический, технологический и социальный эффект.

Разработана технология строительства и эксплуатации мелиоративных сооружений с использованием средств гидромеханизации, успешно прошедшая проверку при регулировании и перекрытии русел Волги, Днепра и других рек, строительстве земляных плотин крупных водохранилищ – Копетдагского, Зейдского и других, очистке крупных облицованных каналов от наносов (А.М. Царевский, Д.Л.Меламут). Созданы специальные плавучие землесосные установки, при помощи которых производилась выемка наносов в каналах и отстойниках из-под воды и транспортирование их в отвал, далеко в сторону на 200...250 м (А.М.Царевский, Б.И.Пугавко и др., **Сталинская премия третьей степени**). Каждая землесосная установка 8-ПЗУ заменяла ручной труд более 1000 человек. Все процессы управления ею были механизированы.

Впервые в мире разработана прогрессивная технология возведения русловых сооружений способом гидромеханизации (от ВНИИГиМ Л.Г.Балаев, Д.Л.Меламут, Ю.Н.Лысов, Н.К.Голубев, **вторая премия Совета Министров СССР за 1980 г.**). Технология успешно применялась при русловыправительных работах на р. Амударья, обеспечив бесплотинный водозабор и защиту берегов от размыва при «дейгише»; на строительстве русловой плотины Астраханского вододеливателя впервые в мировой практике перекрытие такой крупной реки как Волга проведено за 12 дней. Перекрытие пролива Кара-Богаз-Гол впервые в практике гидротехнического строительства было осуществлено без отвода потока, обеспечив прекращение отъема воды из Каспия в объеме 5 км³ в год.

Научно обоснованная технология использования пылеватых и связных грунтов для возведения средненапорных плотин значительных объемов без устройства упорных призм и крепления откосов реализована при строительстве плотин 2-го Тедженского, Хауз-Ханского и Копетдагского водохранилищ по трассе Каракумского канала в Туркмении. За ее разработку Д.Л.Меламут в составе авторского коллектива удостоен **Государственной премии Туркменской ССР 1974 г.**

Усовершенствованы методы проектирования и строительства гидротехнических сооружений на слабых основаниях (Л.Г.Балаев, А.А.Кириллов, А.В. Колманов, В.И.Зимин, С.С.Савватеев и др.), предложен ряд новых способов укрепления оснований ГТС на лессовых («подушки», вибрационный, свайный, электроискровой и др.) и пучинистых грунтах.

Предложены технологии строительства гидротехнических сооружений (плотин, дамб, каналов) методом направленных взрывов (Л.В.Дунин-Барковский, Д.М. Кушнарев, А.Е.Погодаев). Уникальный метод возведения плотины направленным взрывом не имел аналогов в мировой практике гидротехнического строительства и был реализован при сооружении каменно-набросной плотины Байпазинского гидроузла на реке Вахш. Он позволил в сложнейших природных условиях быстро возвести надежное сооружение, обеспечить существенное сокращение стоимости и сроков строительства гидроузла. Созданная взрывом плотина практически мгновенно была введена в эксплуатацию и нор-

мально работает как водоподпорное сооружение. В составе авторского коллектива Л.В.Дунин-Барковский удостоен **Государственной премии СССР 1972 г.**

В области сельскохозяйственного водоснабжения предложены передвижные водоочистные установки и аппараты, способы электрохимической очистки питьевой воды, фильтры для опреснения соленой воды, методы гидравлического бурения скважин в песчаных грунтах и др. (В.В.Дациков, З.Я.Ярославский, Н.Г.Сапожников). В Саратовской, Волгоградской, Брянской, Пензенской областях нашли широкое применение бесфильтровые скважины и технология их бурения с использованием распадающихся растворов и пен (В.М.Беляков, Г.М.Краснощеков, Б.П.Кровопусков). Новый способ бурения был использован при сооружении дренажных и водопонижительных скважин при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и землетрясения в Армении.

В последние 10 лет при совершенствовании технологий, машин и механизмов для проведения мелиоративных работ все больший акцент приобретают природоохранные аспекты: технологические процессы при восстановлении вторично зарастающих лугов и пастбищ с применением измельчителя кустарника и заделкой измельченной древесной массы в почву дисковыми мелиоративными боронами; разделка кочек при коренном улучшении и восстановлении лугов и пастбищ с применением фрезерных машин; очистка от наносных отложений русл малых рек и водоемов земснарядами, оборудованными микроплужной фрезой со стеблerezкой, очистителем, гидравлическим рыхлителем и устройством для аэрации; очистка каналов от наносов с применением многофункционального земснаряда МПМ-44, промывка дрен дренажнопромывочной машиной ДМ-250 (Б.М.Кизяев, З.М.Маммаев, В.Н.Басс, О.Ф.Першина, Г.Х.Бедретдинов, Н.К.Голубев, А.А.Левчиков). Предложен наиболее перспективный способ укладки дренажных коллекторов методом «протяжки», обеспечивающий в сравнении с традиционными способами прокладки трубопроводов в открытые траншеи: сокращение объемов земляных работ до 60%, строительной полосы отчуждения – в 30...35 раз, трудоемкости процесса укладки – до 30%.

В тяжелых условиях развала производства по документации ВНИИГиМ были созданы узкотраншейные дреноукладчики для зоны орошения ДУ - 4003 и зоны осушения ЭТЦ - 2012.

Результаты проведенных исследований обобщены в Федеральных регистрах базовых и зональных технологий и технических средств для комплексной механизации мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г. и перечнях-каталогах мелиоративных машин, поливной техники, технических средств и их состояния с перспективами восстановления и изготовления (Б.М.Кизяев, В.Н.Басс, В.С.Пунинский и др.).

ВНИИГиМ был инициатором **использования изотопов, дистанционных методов и аэрокосмической съемки** в мелиорации и гидротехнике. Разработаны специальные полевые нейтронные влагомеры и гамма-плотномеры. Дана методика измерения влажности и плотности почвогрунтов с их помощью и реализована в мелиоративной практике (В.А.Емельянов, Л.И.Бескин, С.А.Гиршкан, А.А.Кириллов, Б.Я.Минков, **премия ВАСХНИЛ 1974 г.**).

Освоен и внедрен в мелиоративную практику метод СВЧ - дистанционного определения с самолета влажности почвы мощностью от нескольких сантиметров (при влажности, соответствующей полной влагоемкости) и до нескольких дециметров (при малых ее величинах). Карту распределения влажности на площади 3...5 тыс.га можно получить через 5 - 7 ч. с приемлемой для практики точностью (В.А.Емельянов, В.А. Леонидов, **Государственная премия СССР 1983 г.**).

Разработана методика применения многозональной аэрокосмической съемки для сельскохозяйственного картографирования и оценки посевных площадей, состояния посевов, почв и мелиоративных систем, уровня и объема воды в водохранилищах, заиления водных объектов (В.В.Горбачев, В.А.Харитонов, В.П.Щуклин, М.С.Катышев и др.).

К сожалению, в 1987 г. лаборатория была передана в «Совинтервод», где ее исследования не получили активного развития.

В 1970-1991 гг. во ВНИИГиМ функционировал мощный вычислительный центр, на базе которого активно развивались многие направления исследований и, прежде всего, по **созданию АСУ мелиоративным и водохозяйственным строительством**: типовые проектные решения по автоматизированной подготовке производства и календарного планирования строительством, контроля за ходом строительства и вводом пусковых объектов (В.И.Воропаев, Э.А.Глоба). Разработана функциональная схема I-ой очереди АСУ водохозяйственного комплекса бассейна р.Сырдарья, реализованная «Союзводавтоматика» в начале 90-х годов (С.А.Саковский, М.И.Баюшева, Л.С.Гофштейн, Г.Х. Исмайылов). Дальнейшее развитие они получили в создании современных компьютерных информационных технологий. Среди них – информационные системы управления орошением (Ю.П. Добрачев), информационно-советующие системы для обоснования необходимости и очередности выполнения реконструкции оросительных систем (Л.В. Кирейчева, В.М. Яшин, И.Ф. Юрченко), востребованные в институте «Севкавгипроводхоз» при проектировании мелиоративных и водохозяйственных объектов Ставропольского края.

В области экономических исследований сотрудниками института научно обоснована и усовершенствована методика определения эффективности капитальных вложений в мелиорацию. Даны рекомендации по оптимизации размеров оросительных систем, уровню специализации земледелия в хлопководческих, рисовых и свеклосеющих хозяйствах, системам показателей для определения фактического уровня экономического плодородия мелиорируемых земель, по совершенствованию инвестиционного процесса, повышению экономической эффективности и обоснованию организационных форм деятельности мелиоративных предприятий (В.С.Дмитриев, Г.Ф.Раскин, М.П. Сигаев, З.А.Сыромятникова, А.К.Заикина, Н.С.Путято). Подготовлены и переданы производству нормативно-методические материалы по переводу проектных, строительных, эксплуатационных и научных организаций отрасли на полный хозрасчет и самофинансирование (И.Д.Быц, Ф.Ф.Климук, В.И.Перский, В.А. Жуков). Новая система экономических методов управления мелиорацией и водным хозяйством разработана в последние годы (Н.С.Быстрицкая, В.В.Ялошинская). Она базируется на платном водопользовании и государственном регулировании финансового обеспечения проектов (ценообразование, ипотека, лизинг).

В последнее пятилетие наряду с традиционными исследованиями получили развитие новые направления по формированию средствами комплексных мелиораций устойчивых агроландшафтов, обеспечивающими охрану земель, повышение почвенного плодородия и производство экологически безопасной продукции; разработке природоохранных комплексов мелиоративных мероприятий по орошению, осушению, культуртехническим работам; созданию системы машин, адаптированных к условиям многоукладного сельского хозяйства и обеспечивающих внедрение ресурсосберегающих технологий строительства, восстановления, реконструкции и эксплуатации мелиоративных систем; разработке методов экономической и экологической оценки проведения комплексных мелиораций и воспроизводства плодородия почв.

Большое внимание уделено созданию научных основ и методологии агро-мелиоративного мониторинга. На их основе разработаны системы контроля и оценки экологического состояния мелиорированных земель, агроценозов и мелиоративной сети (Д.А.Манукьян, Н.П.Карпенко, С.Ш. Зюбенко, М.А.Волынов, Ю.А. Мажайский). Многолетние данные мониторинга состояния мелиорируемого агроландшафта легли в основу определения закономерностей динамического равновесия мелиорированного агроландшафта на основе системного анализа происходящих в нем процессов энерго- и массообмена и информационных связей между его отдельными элементами (Ю.П.Добрачев).

Впервые создана методика районирования мелиоративных мероприятий путем наложения в формате ГИС контуров двух основных картографических слоев: агроэкологического районирования территории и административного деления Российской Федерации, которая позволила выявить перспективные направления развития и размещения комплексных мелиораций в отдельных субъектах Федерации, агро-мелиоративных регионах и Российской Федерации в целом (В.Е.Райнин, Г.Н. Виноградова и др.).

Разработана концепция деятельно-техно-природных систем, соорганизующих сельскохозяйственную и мелиоративную деятельность при активном антропогенном воздействии (Л.М.Рекс).

Предложены системы комплексной мелиорации земель, обеспечивающие создание высокопродуктивных агроландшафтов в условиях возрастающих антропогенных нагрузок, включающие новые технические решения и технологические схемы производства работ, комплекс технологических схем мелиорации малопродуктивных и загрязненных земель намывом озерных отложений, почвозащитные и водоохранные мероприятия на осушительных системах и территориях, прилегающих к ним (Л.В.Кирейчева, Ю.А.Мажайский, А.И.Фомин, В.М.Яшин, В.С.Печенина).

Разработаны информационные технологии и технические средства управления режимами комплексных мелиораций агроландшафтов с помощью сценарных исследований на базе многофункциональных компьютерных моделей (SWAP, ANIMO и др.), реализованные для условий Нижнего Поволжья (В.М.Яшин, И.Г.Бондарик), оазисного орошения бурых полупустынных солонцеватых почв Калмыкии (Л.В.Руднева, Э.Б.Дедова), агроландшафтов, загрязненных тяжелыми металлами (Л.В.Кирейчева, Ю.А.Мажайский, В.Ф.Евтюхин). В водохозяйственных организациях Ставропольского края внедрены СППР оперативного диспетчерского контроля и управления водораспределением. В

управлении эксплуатацией оросительно-осушительной системой Яхромской поймы осуществлено опытное функционирование программного комплекса, обеспечивающего мониторинг технического состояния гидромелиоративной системы и эффективность планирования мероприятий технической эксплуатации (И.Ф.Юрченко).

Разработана технология возвращения в сельскохозяйственное использование деградированных земель с помощью биологической мелиорации с использованием фиторемедиантов и фитомелиорантов, обеспечивающих вынос солей и тяжелых металлов с растениями, повышение плодородия почв и производство высокобелковых кормов (В.Н.Буравцев, Н.З.Шамсутдинов).

В последние годы активно развивается новое для РАСХН направление – водопользование в АПК. Разработаны методические рекомендации по рациональному использованию и охране водных ресурсов в АПК, методы экосистемного водопользования в мелиорации и системы нормирования качества воды для орошения; новые средства водочета на мелиоративных системах; рекомендации по очистке дренажно-сбросных вод и экологически безопасным водным нагрузкам для орошаемых агроландшафтов Прикаспийского региона (В.Е.Райнин, С.Я.Безднина, Н.С. Быстрицкая, А.Е.Погодаев, Л.В.Руднева, Л.В.Кирейчева, М.А.Сазанов, В.Б. Ялошинская, Е.Г.Филиппов). Комплекс методов экологически безопасного функционирования систем водопользования в АПК реализован при оценке эффективности функционирования обводнительно-оросительных систем в полупустынной (Сарпинская и Калмыцко-Астраханская ООС) и пустынной (Черноземельской и Каспийской ООС) зонах Калмыкии.

Продолжается традиция исследований института по оценке техногенного воздействия на гидромелиоративные системы, водоисточники, водоприемники и почвы. В 80-х годах созданы модели переноса загрязнения водных систем в случае радиоактивного загрязнения (Л.К.Берзин, Г.А.Недоступ, Г.В.Козлов), особенно активны эти процессы исследовались после Чернобыльской аварии (Э.В.Пендин, Ю.А.Мажайский и др.). На современном уровне загрязнение тяжелыми металлами провоцируется и промышленным и сельскохозяйственным производством.

В институте разработана методика прогнозирования состояния водных объектов с высоким уровнем техногенного воздействия, составлены карты-схемы загрязнений донных отложений на участках рек Москвы и Клязьмы, предложен комплекс технологий по снижению техногенной нагрузки на речные экосистемы (Г.Н. Виноградова, Н.В.Коломийцев, В.Е.Райнин, Б.Б.Шумаков, А.О. Щербаков, **премия Правительства РФ за 1996 г.**). Дана технология экологически адаптированного восстановления и обустройства водных объектов с технико-экономической оценкой проведения восстановительных работ (И.С. Румянцев, А.О.Щербаков, Н.В.Коломийцев, Т.А.Ильина).

На основе широкомасштабных научных исследований разработан комплекс технологий для снижения техногенной нагрузки на речные экосистемы в проектах «Ока – чистая река» и «Ока-Эльба».

За время существования института 31 его сотрудник был удостоен звания лауреата государственных, правительственных и других высоких премий. По-

четных званий заслуженный деятель науки и техники, заслуженный мелиоратор, ирригатор, агроном РСФСР удостоено 22 сотрудника.

С 1930 г. в институте действует аспирантура, а с 1988 г. – докторантура, успешно работает диссертационный совет. За последние пять лет 35 выпускников и соискателей защитили кандидатские и докторские диссертации, в том числе 14 сотрудников института, среди них доктора наук К.В.Губер, Ю.А. Мажайский, В.Н. Головатый, С.Д.Исаева.

По традиции значительная часть научных разработок института выполняется на уровне изобретений. За 2000-2004 гг. институтом получено 72 патента.

Институт активно рекламирует результаты научно-технических разработок на тематических выставках ВВЦ, международных конгрессах и конференциях. За последние годы (2000-2004) институт был отмечен 13 дипломами, а 47 сотрудников – медалями «Лауреат ВВЦ». Сотрудники института участвовали в 67 международных конгрессах и конференциях. Только за последние 5 лет ими опубликовано более 500 научных работ, среди них 16 монографий, книг, брошюр и сборников трудов, 38 статей и докладов в зарубежных изданиях.

Многолетние совместные научные исследования и деловые контакты связывают сотрудников института со специалистами Германии, Индии, стран СНГ и других государств. Налаживаются контакты с Сирией, Ливаном, Египтом и Турцией. Научно-техническое сотрудничество и обмен информацией осуществляются по проблемам физического и математического моделирования мелиоративных процессов, использования и охраны поверхностных и подземных вод, засоления и заболачивания земель, мелиорации тяжелых почв, дренажа, механизации мелиоративных работ, мониторинга речных бассейнов. Оригинальные и глубокие научные разработки по этим проблемам и активное участие в деятельности Международной Комиссии по ирригации и дренажу, Международной ассоциации по гидравлическим исследованиям, Международной организации по стандартизации, Международной программы технических исследований в области ирригации и дренажа снискали институту как надежному компетентному партнеру с большим и разносторонним научно-техническим потенциалом заслуженное признание в нашей стране и за рубежом.

Сотрудникам ВНИИГиМ есть чем гордиться. Но успехи достигнуты в преодолении многих трудностей, препятствий, финансовых затруднений. И все-таки пусть продолжается эта такая трудная, но и прекрасная дорога творчества, научного поиска, прогнозов и свершений.

Литература

1. Кизяев Б.М., Лапидовская И.С. 75 лет на службе мелиоративной науке. Ж-л «Мелиорация и водное хозяйство», № 5, 1999.
2. Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (ВНИИ-ГиМ) им. А.Н.Костякова. Серия «Энциклопедия московских селений. Северный округ г.Москвы. Век XX». М., 1999.
3. Российская Архитектурно-строительная энциклопедия. М., 2001.
4. Маслов Б.С., А.В.Колганов, Г.Г.Гулюк, А.П.Гусенков. История мелиорации в России. М., 2002.
5. Мелиоративная энциклопедия. М., 2003.

МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 631.674

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕНОСНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА СУЩЕСТВУЮЩИХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Алдошкин, к.т.н., Л.В. Петренко, к.т.н.
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Сложившаяся экономическая обстановка в стране в последние годы привела к значительному снижению объемов производства сельскохозяйственной продукции, как в целом, так и на орошаемых землях. Мелиорация земель всегда была основой устойчивого, продуктивного земледелия России, а с начала рыночных реформ произошло не увеличение, а резкое сокращение площадей орошаемых земель. Прекращены работы по строительству новых оросительных систем.

В ближайшей перспективе может произойти массовое списание насосных станций, магистральных каналов, трубопроводных сетей, гидротехнических сооружений и т.д. как потерявших свою работоспособность. Однако следует отметить, что большое количество ранее построенных систем может быть восстановлено после небольшой реконструкции и ремонта.

К таким системам следует отнести сети с применением дождевальных машин ДДН-70, ДДН-100, ДМ «Волжанка», ДМ «Днепр» и др.

Сокращение тракторного парка в хозяйствах привело к тому, что использование ДДН-70 (агрегируется с тракторами ДТ-54, ДТ-75, Т-150) в периоды активного проведения сельскохозяйственных работ (пахота, обработка и др.) не представляется возможным, да постоянно растущая цена на топливо и стоимость самой установки – все это не способствует работе поливных устройств.

Практическое отсутствие поставок и закупок поливной техники, насосных станций, уменьшенные объемы работ по реконструкции оросительной сети и сооружений привели к тому, что степень изношенности трубопроводной сети, поливного и насосно-силового оборудования близка к стопроцентной.

Основной задачей службы эксплуатации в условиях ограниченного финансирования становится решение задачи всемерного продления сроков службы основного оборудования оросительных систем, выборочная реконструкция и ремонт наиболее изношенных элементов, труб, гидрантов, проведение опрессовки трубопровода и наладка насосной станции, перевод систем в более щадящий режим эксплуатации, в частности снижение рабочих напоров в сети, использование противоударной и предохранительной арматуры, позволяющей продлить срок эксплуатации системы, при сохранении условий экологической безопасности орошения.

Решение этих вопросов невозможно без научного обоснования применяемых мероприятий по поддержанию оросительных систем в работоспособном состоянии, а также создания сравнительно недорогих дождевальных уста-

новок, использующих как ранее построенные сети, так и организацию орошения без больших капитальных затрат небольших по площади участков.

Для полива небольших участков площадью до 40 га нами предлагается комплект, состоящий из присоединительного устройства быстросборного полиэтиленового трубопровода du 110 мм и дальнеструйного дождевателя ДД-30, смонтированного на тележке (рис.1). Применение такого комплекта не потребует больших капитальных вложений и позволит быстро организовать полив на неиспользуемых в настоящее время сетях.

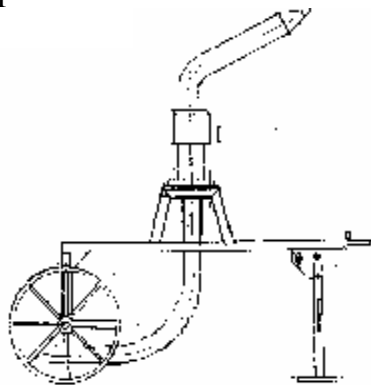


Рис. 1. Тележка для установки дождевального аппарата ДД-30

Расход дождевальной установки до 26 л/с, напор до 60 м. Малая масса полиэтиленовых труб, простота их монтажа и демонтажа позволяет сократить трудозатраты на смену позиции, небольшая стоимость самой установки и полив наиболее отзывчивых на орошение сельхозкультур позволит сократить срок окупаемости затрат на приобретение комплекта до 1...2 лет.

Технологическая схема применения комплекта, например, в существующую сеть с ДДН-70 приведена на рисунке 2.

Целесообразно восстановление производства быстросборно-разборных трубопроводов и комплектуемых на их базе передвижных дождевальных установок, как наиболее доступных средств орошения для производителей сельхозпродукции в современных условиях.

Специалистами ВНИИ "Радуга" разработано и освоено мелкосерийное производство соединительных узлов, фасонных частей и других деталей, позволяющих обеспечить комплектацию разборных трубопроводов из полиэтиленовых труб ПНД типа С на рабочее давление до 0,6 МПа диаметрами 75, 90 и 110. Для этого разработан универсальный соединительный узел, предназначенный для быстросборного соединения труб, конструкция которого включает двухстороннюю муфту с двумя самоуплотняющимися манжетами с возможностью ее использования как в качестве проходной (для пропуска транзитного расхода воды), так и в качестве рабочей для монтажа дождевального аппарата, гибкого шланга или других средств водоотбора.

На концах соединяемых труб устанавливаются хомуты с приваренными к ним проушинами, служащими для установки соединительных скоб, осуществляющих надежную фиксацию труб при подаче воды по трубопроводу.

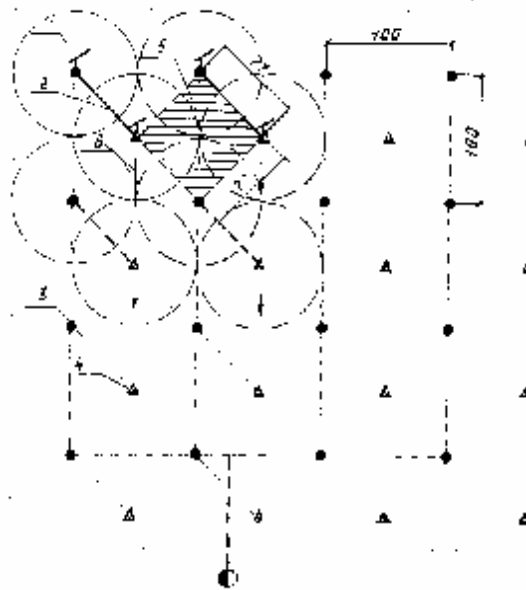


Рис.2. Технологическая схема полива двумя передвижными комплектами 2 ДД-30:

1- аппарат ДД-30; 2- переносной трубопровод \varnothing 110; 3- гидрант ДДН-70; 4- дополнительная позиция ДД-30; 5- площадь чистого полива с перекрытием; 6- направление перестановки комплекта

Основным преимуществом соединительных узлов такого типа перед раструбными (РТР) и шаровыми (РТШ) соединительными узлами является то, что их применение не требует дополнительной заводской подготовки и обработки выпускаемых промышленностью труб с гладкими концами (приварки или формирования обечаек, раструбов, деталей шарового соединения), то есть специализированное производство ограничивается изготовлением муфт, хомутов и других деталей соединительного узла, не требующим приобретения дорогостоящего оборудования и оснастки.

Кроме того, максимально упрощается устройство ответвлений, крестовин, тройников, переходников и других фасонных частей.

Устройство соединительных узлов с двухсторонней муфтой применимо для соединения труб промышленного сортамента с гладкими концами, изготавливаемых из различных материалов (сталь, алюминий, пластмассы, стеклопластик и др.). Отсутствие в настоящее время выпуска легких (тонкостенных) металлических труб, значительная стоимость алюминиевых и стеклопластиковых труб определяют целесообразность использования для быстросборно-разборных трубопроводов труб из полимерных материалов (в частности, полиэтилена ПНД), как сравнительно дешевых и отличающихся небольшой массой (рис.3), что весьма важно, исходя из технологии полива передвижными дождевальными установками, осуществляющими позиционный полив с переноской дождевальных крыльев на новую позицию.

Длина отдельной трубы принята из условий удобства транспортировки и переноса труб в условиях эксплуатации равной 6 м, что соответствует так же длине труб, серийно выпускаемых промышленностью, масса одной трубы указанных выше диаметров составляет соответственно 6, 9, 12 кг.

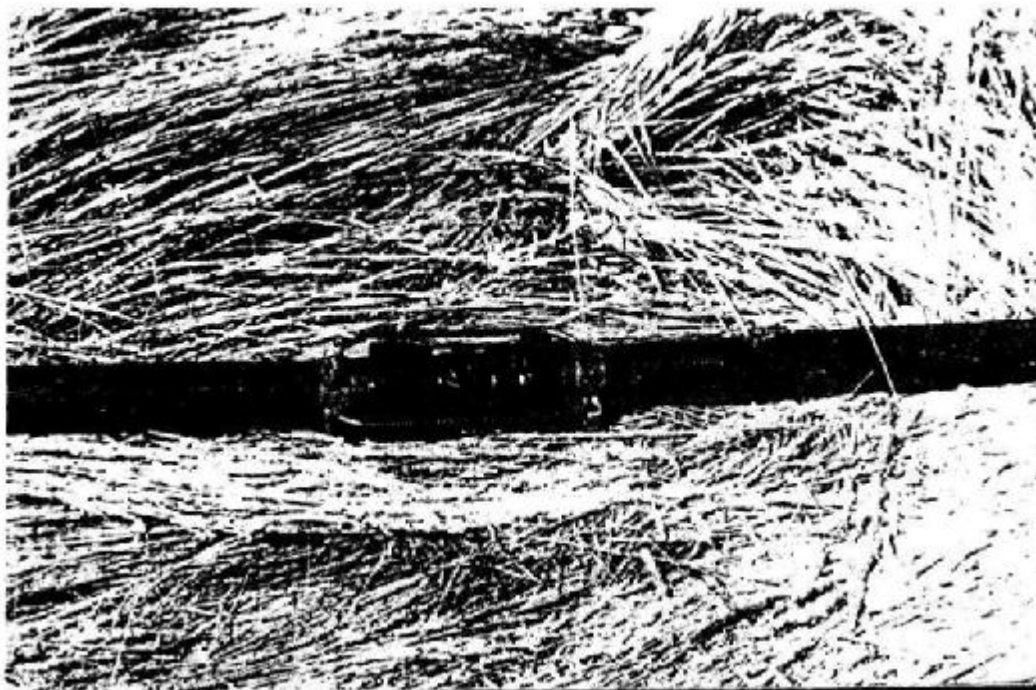


Рис. 3

Разработанная номенклатура быстросборно-разборных трубопроводов обеспечивает комплектацию передвижного ирригационного оборудования для полива участков сельхозкультур площадью до 15 га. Для организации орошения в хозяйствах могут приобретаться типовые комплекты ирригационного оборудования КИ-5, КИ-10, КИ-15, предназначенные для орошения площади соответственно 5, 10 и 15 га, кроме того, подбор и комплектация оборудования могут быть осуществлены специалистами ВНИИ "Радуга" применительно к конкретным природно-хозяйственным условиям объекта орошения на договорной основе.

Типовой комплект включает передвижную насосную станцию типа СНП 15/70, СНП 25/60, транспортирующий и распределительный трубопроводы $\varnothing 110$ мм и два дождевальных крыла из труб $\varnothing 75$ мм. Каждое дождевальное крыло оснащено шестью среднеструйными дождевальными аппаратами типа «Роса-2», «Фрегат-3» (рис.4).

Расстояния между аппаратами на дождевальном крыле до 24 м. Предусмотрена попеременная работа дождевальных крыльев. После выдачи поливной нормы одним из крыльев включается в работу второе, в течение полива которым первое крыло переносят на новую позицию. Расстояние между позициями, как и между аппаратами, принято равным 24 м.

По окончании полива всех позиций по одну сторону от распределительного трубопровода, располагаемого по оси орошаемого участка, прерывают подачу воды к установке, тройники - гидранты разворачивают на 180° , переносят дождевальные крылья на другую сторону распределительного участка, подсоединяют их к гидрантам и производят полив второй половины участка.

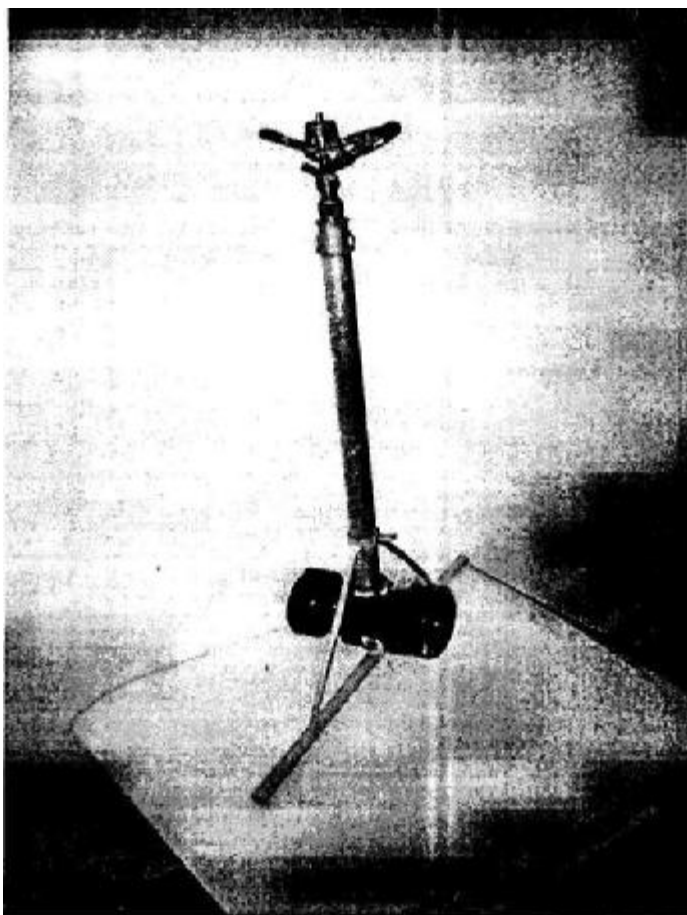


Рис.4.

Обслуживание комплекта осуществляет один поливальщик в смену, а при компактном размещении комплектов, например при поливе смежных кварталов, один рабочий может обслужить две установки.

Быстро-сборные трубопроводы могут быть также использованы для подачи воды из водоисточника при заполнении прудов, резервуаров, водоснабжения животноводческих ферм по временной схеме, при ремонте водопроводных систем без прекращения водоподачи и т.д.

В системе мер, обеспечивающих надежную и эффективную работу насосных станций, необходима качественная эксплуатация рыбозащитных сооружений, которой в настоящее время придается приоритетное значение.

Достаточно отметить, что будущие условия эксплуатации принимаются во внимание при выборе месторасположения водозабора, типа рыбозащитного устройства, уровня автоматизации и механизации сооружения и др.

Практически на всех водозаборах в качестве сетчатого экрана используется металлическая сетка, которая быстро корродирует, обрастает и выходит из строя. Установлено, что использование сеток из углеродистых сталей в сетчатых рыбозащитных сооружениях в 6-8 раз увеличивает ежегодные затраты на их обслуживание и ремонт в сравнении с сетками латунными или из нержавеющей стали.

Использование керамзитобетонных фильтрующих кассет в зимних условиях приводит к их размораживанию и разрушению. Рыбозащитные оголовки

РОПы конструкции Волгоградского завода оросительной техники (ВЗОТ) не подключены к системе промывки и возникают большие трудности по очистке и промывке, т.е. фактически свои функции не выполняют. Кроме того, диаметр ячеек перфорированного полотна 4 мм не предотвращают попадание молоди во всасывающие трубы станции. Все это приводит к неустойчивой работе насосных станций, снижению подачи запланированного расхода.

Отсутствие специальных средств для подъема рыбозащитных устройств в целях осмотра и ремонта осложняет своевременное устранение повреждений, а выход из строя промывных устройств приводит к засорению сетчатых полотен, увеличению перепада давления на сетке и ее размывам.

В связи с вышесказанным во ВНИИ "Радуга" было разработано водозаборное устройство, которое, по нашему мнению, исключает отмеченные недостатки. Водозаборное устройство (ВЗУ-300) предназначено для предотвращения попадания в напорную сеть молоди рыб, водорослей, плавающего мусора. Водозаборное устройство состоит из присоединительного фланца с патрубком 1, опорного диска 2, сороудерживающего барабана 3, сетчатого полотна 4, сетчатого каркаса 5, водоструйной флейты 6, питательного патрубка флейты 7, фиксирующих зажимов 8, болтов крепления сороудерживающего барабана. Водозаборное устройство в сборе монтируется на всасывающую линию насосной станции с помощью болтов с гайками. Между фланцами устанавливается резиновая прокладка. Затяжка болтов с гайками проводится равномерно, что бы не допустить перекосов фланцев.

При запуске насосной станции вода (рис.5) проходит через сороудерживающий барабан 3, сетчатое полотно 4, сетчатый каркас 5 и поступает во всасывающую трубу насосного агрегата. При достижении в напорном патрубке определенного давления (расхода) начинает вращаться водоструйная флейта 6, которая не только очищает сетчатое полотно 4, но отпугивает рыбу от водозаборного устройства.

Техническая характеристика

Условный проход присоединительного патрубка, мм	400
Пропускаемый расход воды, л/с	250÷300
Расход, подаваемый для вращения флейты, л/с	до 7,5
Рабочий напор для вращения флейты, м	15-30
Скорость вращения флейты, об/мин	20÷80
Минимальный размер защищаемых рыб, мм	10÷12
Габаритные размеры, мм	1450x1000
Масса, кг	110

В процессе работы водозаборного устройства может забиваться сетчатое полотно водорослями или другой сорной растительностью. В этом случае оно поднимается из воды. Затем ослабляются 4 гайки крепления сороудерживающего барабана, снимается последний. После этого освобождаются 3 фиксирующих зажима, снимается сетчатое полотно и очищается от растительных остатков. В случае отказа флейты отвинчиваются крепления сетчатого каркаса (4

винта, при этом фиксируется место установки рисками) снимается последний и выявляется причина остановки флейты, при необходимости очищается от ила, песчаных частиц.

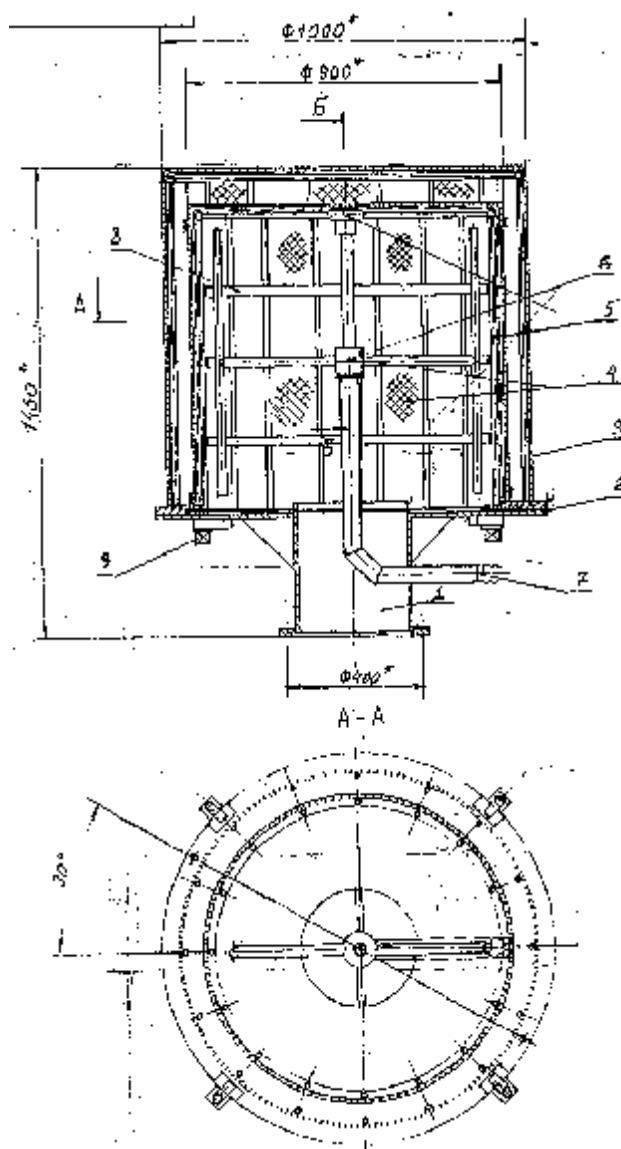


Рис. 5

Сборка водозаборного устройства проводится в обратном порядке. Аналогичные операции проводятся после поливного сезона.

Преимущества разработанного рыбозащитного устройства состоят в следующем:

- скорость равномерного подхода воды к фильтрующим сеткам не превышает 0,12 м/с;

- разработанное водозаборное устройство включает три составляющие рыбозащиты: сороудерживающий барабан, сетчатое полотно с размером ячеек, не превышающим 2,5 мм, и водоструйную флейту. Такая конструкция предохраняет сетчатое полотно от повреждения плавающим мусором и льдом, позволяет проводить очистку его от налипающей растительности, отпугивать маль-

ков рыб от зоны установки водозаборного устройства, исключает образование вакуумных зон и в конечном итоге обеспечивает надежную работу насосной станции;

- при необходимости в небольшой промежуток времени может быть осуществлена промывка сетчатого полотна в течение 15÷20 минут или его замена в течение 5-7 минут;

- при отсутствии подъемного устройства на насосной станции рыбозащитное устройство может быть укомплектовано им для удобства осмотра, очистки и проведения ремонта.

Производственные испытания в АЗОТ «Ленинское» Коломенского района показали, что в течение всего поливного сезона обслуживание ВЗУ не проводилось и осуществлялась устойчивая водоподача насосной станцией СНПЭ 240/30.

УДК 631.587: 633.853.52

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОМ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.В. Бородычев, д.с-х.н., М.Н. Лытов, к.с-х.н., А.А. Пахомов
ВКО ВНИИГиМ, Волгоград, Россия

Проблема устранения дефицита белка имеет большое значение в мировом масштабе на протяжении уже значительного периода времени и актуальна в современном мире. На земном шаре, и в том числе, в нашей стране остро ощущается дефицит высокобелковых пищевых продуктов и протеиновых кормов.

Около 32 % всех ресурсов белка в мире дают животные и 68 % растения, среди которых на долю сои приходится почти 50 %. В современном мировом земледелии под посевами сои занято более 67 млн. га пашни, однако на долю Российской Федерации приходится менее 1 % [1]. Обращает внимание неблагоприятное для нашей страны соотношение выхода урожая сои с занятых ею площадей. Валовое производство зерна культуры не превышает 0,2 % от мировых объемов, в то время как импорт только пищевых белковых продуктов в Россию превышает 75 тыс. тонн. В свете вышеизложенного проблема развития производства экологически безопасной, генетически неизменной сои, прежде всего пищевых сортов, на отечественных сельскохозяйственных предприятиях актуальна и требует самого пристального внимания.

Нижнее Поволжье не является традиционным регионом соевосевания. Основная доля отечественного производства сои, свыше 80 %, сосредоточена на Дальнем Востоке. В европейской части Российской Федерации основные объемы производства сои сосредоточены в Краснодарском (31 тыс. тонн) и Ставропольском (4 тыс. тонн) краях [2]. Вместе с тем анализ почвенно-климатических ресурсов Нижнего Поволжья и опыт производства сои в регионе свидетельствует о возможности увеличения объемов производства зерна этой культуры [3].

Основной задачей при возделывании сои на орошаемых землях является снижение себестоимости произведенной продукции, прежде всего, за счет повышения урожайности культуры при рациональном расходовании основных ресурсов на единицу урожая.

С 1996 г. Волгоградским комплексным отделом ВНИИГиМ проводятся комплексные исследования, направленные на разработку гибких технологий управления соевыми агроценозами на основе регулирования факторов, определяющих развитие растений и формирование урожая.

Экспериментальная часть исследований основывается на лабораторных и полевых опытах, проводимых на орошаемых землях Быковского, Николаевского и Дубовского районов Волгоградской области.

Исследованиями предусматривается качественная и количественная оценка, комплексный анализ влияния на развитие и формирование урожая зерна сои водного и пищевого режимов почвы, создаваемого путем регулирования вегетационных поливов и внесения минеральных удобрений, площади питания растений и способа посева, совершенствования агротехнических приемов возделывания культуры. Критерием комфортного развития растений сои принят максимум формируемой урожайности культуры, эффективного производства зерна – минимум затрат ресурсов при допустимом снижении урожайности не более 15...20 %.

Опыт I реализован в 1996 – 2001 гг. на орошаемых землях опытно-производственного хозяйства Заволжской ОМС Быковского района Волгоградской области по изучению формирования урожая зерна сои и динамики ресурсно-денежных затрат при изменении обеспеченности растений водой и элементами минерального питания, регулировании плотности и способа посева.

Схемой опыта по водному режиму предусмотрены следующие варианты: поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ в слое 0,7 м (вар. А1); такой же порог предполивной влажности поддерживался в слое 0,4 м (вар. А2); поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения, в слое 0,7 м в период цветения, формирования и налива бобов (вар. А3); поддержание порога предполивной влажности почвы дифференцированно по фазам роста и развития растений: 70 % НВ в слое 0,4 м до начала фазы цветения, в слое 0,7 м – в период формирования и налива бобов, 80 % НВ в слое 0,7 м в период цветения посевов (вар. А4); поддержание порога предполивной влажности на уровне 70 % НВ в слое 0,4 м до начала фазы цветения и 80 % НВ в слое 0,7 м в период цветения, формирования и налива бобов. Вар. А5 предусматривает поддержание предполивногo порога влажности почвы на уровне 80% НВ в течение вегетационного периода.

По фактору пищевого режима почвы схема опыта включала варианты: без внесения минеральных удобрений (вар. В1), внесение 20 кг д.в./га минерального азота (вар. В2), внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 3 т/га – $N_{100}P_{60}K_{15}$ (вар. В3) и 4 т/га зерна сои – $N_{200}P_{130}K_{45}$ (вар.В4).

В опытах применяли сплошной способ посева с нормой высева семян сои 1000 тыс. шт./га (вар. С1) и 800 тыс. шт./га (вар. С2) и широкорядный при нор-

ме посева 800 тыс. шт./га (вар. С3), 600 тыс. шт./га (вар. С4). Высевали сою с. Быстрица-2 среднераннего срока созревания.

Схема опыта на посевах районированного сорта Волгоградка-1 (2000 – 2002 гг.) включала 3 варианта: поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ и дифференцированно – 70-80-70 % НВ, 70-80-80 % НВ. Первый период проведения поливов включает все этапы органогенеза до начала фазы цветения, второй – период цветения, третий – фазы формирования и налива бобов.

На делянке каждого варианта опыта по изучению водного режима почвы вносили удобрения из расчета получения планируемой урожайности зерна на уровне 2, 3 и 4 т/га. Учитывая биологические особенности сои как азотфиксатора, в расчетах доз минеральных удобрений использованы заниженные коэффициенты выноса азота посевами. В экспериментах предусматривались различные, в пределах от 25 до 75 %, уровни компенсации общего выноса азота за счет биологической азотфиксации: вар. 1 – без удобрений; вар. 2, 3 и 4 из расчета получения 2 т/га зерна сои соответственно – $N_0P_{40}K_{30}$, $N_{30}P_{40}K_{30}$ и $N_{60}P_{40}K_{30}$, варианты 5, 6 и 7, рассчитанные на формирование 3 т/га зерна сои, предусматривали внесение $N_{30}P_{100}K_{90}$, $N_{70}P_{100}K_{90}$ и $N_{110}P_{100}K_{90}$. При планировании урожайности на уровне 4 т/га зерна сои на вариантах 8, 9 и 10 вносили соответственно $N_{45}P_{160}K_{150}$, $N_{95}P_{160}K_{150}$ и $N_{145}P_{160}K_{150}$.

С целью совершенствования агротехнических приемов возделывания сои на орошаемых землях, направленных на сбережение и рациональное расходование поливной воды, в опытах применяли два способа обработки почвы:

- базовая система подготовки почвы, предусматривающая лущение стерни предшественника, внесение гербицида для уничтожения многолетних, корнеотпрысковых сорняков, дискование, зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование, предпосевную культивацию, междурядные обработки;

- разработанная система обработки почвы (патент РФ на изобретение № 2178632), отличающаяся тем, что после лущения стерни проводится объемное полосное рыхление на глубину 0,30 – 0,35 м с шагом между полосами 1,4 м, при этом полосы выполняются под углом 20 – 35° к длинной стороне поля, а затем осуществляется нарезание водопоглощающих щелей с тем же шагом под углом 30 – 45° к полосам при глубине щелей 0,40 – 0,45 м.

Комплексная оценка районированных и перспективных для условий Нижнего Поволжья сортов сои местной селекции проведена на орошаемых землях Заволжской оросительной системы в АОЗТ «Агрофирма «Восток» Николаевского района Волгоградской области. В основу рабочей гипотезы получения высоких уровней продуктивности сои был положен учет биологических особенностей культуры, ее реакция на комплекс природных и антропогенных факторов, определяющих формирование урожайности зерна. Исследования проводили по плану трехфакторного опыта, предусматривающего изучение факторного влияния и взаимодействия водного режима почвы и уровня минерального питания на динамику формирования урожая зерна сои различных групп спелости. Изучали следующие сорта: ВНИИОЗ-86 (очень ранний), ВНИИОЗ-76 (скороспелый) и Волгоградка-1 (среднеранний).

Порог предполивной влажности почвы поддерживали на уровне 60, 70 и 80 % НВ, а также дифференцированно по фазам роста и развития растений сои, 70-80 % НВ. Влажность почвы не ниже 70 % НВ поддерживали до начала фазы цветения, на уровне 80 % НВ в период цветения, формирования и налива бобов. Удобрения вносили из расчета получения планируемых урожайностей 1,5; 2,5 и 3,5 т/га зерна сои соответственно $N_0P_{20}K_{20}$, $N_{45}P_{90}K_{80}$, $N_{90}P_{160}K_{140}$.

Опыты закладывали в соответствии с требованиями методики планирования эксперимента С.В. Мельникова (1980), методики полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), методических указаний НИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987), методических указаний по программированию урожаев на орошаемых землях Поволжья и др.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием современных статистических программных продуктов и ЭВМ.

Исследованиями установлено существенное влияние регулируемых в опытах факторов на рост, развитие и формирование урожая зерна сои. Прибавка урожайности на посевах сорта Быстрица-2 (табл. 1) по фактору водного режима почвы составляет 0,55 т/га ($НСР_{05}=0,15$ т/га), пищевого режима – 1,45 т/га ($НСР_{05}=0,23$ т/га), в зависимости от способа посева и нормы высева – 0,25 т/га ($НСР_{05}=0,10$ т/га).

Таблица 1. Показатели эффективности возделывания сои сорта Быстрица-2 по вариантам опыта (средние данные 1996 – 2001гг.)

Вариант го режимы водн	Уровень минерального по питания	Плотность стояния ний	Урожай- ность, т/га раст	Ороси- тельная норма, м ³ /га	Коэффици- ент водо- потребле- ния, м ³ /т	КПД ФАР, %
В зависимости от уровня предполивной влажности почвы						
A1	B3	C2	2,45	3117	1854	1,72
A2	B3	C2	2,30	3000	1928	1,61
A3	B3	C2	2,70	3283	1832	1,90
A4	B3	C2	2,65	2883	1761	1,85
A5	B3	C2	3,00	2983	1648	2,00
В зависимости от уровня минерального питания						
A5	B1	C2	1,85	2983	2613	1,34
A5	B2	C2	2,40	2983	2004	1,70
A5	B3	C2	3,00	2983	1648	2,00
A5	B4	C2	3,30	2983	1485	2,08
В зависимости от способа посева и нормы высева						
A5	B3	C1	2,75	2983	1776	1,97
A5	B3	C2	3,00	2983	1648	2,00
A5	B3	C3	2,70	2983	1829	1,87
A5	B3	C4	2,90	2983	1705	1,90

Наиболее экономно водные ресурсы на формирование урожая расходуются при проведении вегетационных поливов для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 70-80-80 % НВ в сочетании с внесением $N_{100}P_{60}K_{15}$ (1648 м³/т) или $N_{200}P_{130}K_{45}$ (1485 м³/т). Коэффициент эффективного использования ФАР в этих вариантах составил соответственно 2,00 и 2,08 %. Следует подчеркнуть, что повышение дозы минеральных удобрений более чем в два раза, в вар. $N_{200}P_{130}K_{45}$ в сравнении с вар. $N_{100}P_{60}K_{15}$, повышало эффективность использования воды растениями при формировании урожая только на 163 м³/т или 9,8 %.

Особенности минерального питания сои вытекают из ее биологии, способности создавать симбиоз с азотфиксирующими бактериями. Сегодня уже накоплена значительная база знаний по вопросам потребления соей питательных элементов, однако отсутствует единое мнение по вопросу отношения сои к минеральному азоту [4,5].

На территории Нижнего Поволжья соя является относительно новой культурой. Свободноживущие клубеньковые бактерии в местных почвах, как правило, отсутствуют. Однако при обработке семян препаратами клубеньковых бактерий (нитрагинизации) соя способна создавать симбиоз с бактериями и восполнять за счет этого дефицит по азоту. Доля фиксированного из воздуха азота в общем азоте, потребленном растениями, зависит от многих факторов, что является источником разногласий в вопросах эффективности применения азотных удобрений.

В основу большинства методов расчета норм внесения минеральных удобрений положен учет потребности растений в элементах минерального питания - вынос их с урожаем. Применительно к сое при расчете дозы минерального азота норму выноса данного элемента рекомендуется снижать, учитывая азотфиксирующую деятельность клубеньковых бактерий. Рекомендуемая степень снижения нормы выноса азота посевами сои варьирует в широких пределах от 20...25 до 75...80 %, что создает определенные трудности.

Проведенные на посевах сорта Волгоградка-1 (2000 – 2002 гг.) исследования подтвердили существенное влияние уровня минерального питания на продуктивность посевов сои, возделываемой на орошении (табл. 2). Увеличение дозы минерального азота с 30 до 70 кг д.в./га на фоне $P_{100}K_{90}$ повышало урожайность, в среднем, на 0,4...0,5 т/га ($НСР_{05, т/га} = 0,10...0,17$). Однако при повышении дозы минерального азота до 110 кг д.в./га на фоне $P_{100}K_{90}$ урожайность снижалась. На фоне внесения $P_{160}K_{150}$ наибольшая урожайность зерна сои (3,9...4,2 т/га) получена при внесении азотных удобрений нормой 95 кг д.в./га.

При планировании урожайности зерна сои на уровне 2 т/га наименьшие затраты минеральных удобрений обеспечиваются в вар. $P_{40}K_{30}$. За счет биологической азотфиксации возмещается не менее 75 % потребности растений в азотном питании. При планировании урожайности на уровне 3 т/га зерна сои доля биологического азота сокращается, поэтому в условиях почвенного плодородия, характерного для светло-каштановых почв Волгоградского Заволжья с обеспеченностью элементами минерального питания по азоту 14,2 – 16,1 мг/кг,

фосфору – 25,2–26,6 мг/кг, калию – 94,3–95,6 мг/кг почвы, требуется внесение 70 кг д.в. азота на фоне P₁₀₀K₉₀. При планировании урожайности зерна сои на уровне 4 т/га наиболее рационально минеральные удобрения расходуются при внесении 95 кг д.в. азота, 160 кг д.в. фосфора и 150 кг д.в. калия. Суммарные затраты минеральных удобрений на формирование 1 тонны зерна не превышают 100,4 кг д.в.

Таблица 2. Продуктивность посевов сои в зависимости от режима азотного питания и уровня планируемой урожайности

Планируемая урожайность	Доля азота	Варианты опыта	Урожайность зерна сои, т/га				Расход удобрений
			2000	2001	2002	средняя	
контроль	контроль	контроль	1,40	1,20	1,30	1,30	-
2	75	P ₄₀ K ₃₀	2,30	2,00	2,20	2,17	32,2
	50	N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀	2,30	2,00	2,20	2,17	46,0
	25	N ₆₀ P ₄₀ K ₃₀	2,40	2,10	2,30	2,27	57,2
3	75	N ₃₀ P ₁₀₀ K ₉₀	2,70	2,40	2,60	2,57	85,6
	50	N ₇₀ P ₁₀₀ K ₉₀	3,10	2,90	3,00	3,00	84,6
	25	N ₁₁₀ P ₁₀₀ K ₉₀	3,00	2,70	2,90	2,87	104,5
4	75	N ₄₅ P ₁₆₀ K ₁₅₀	3,60	3,30	3,40	3,43	103,4
	50	N ₉₅ P ₁₆₀ K ₁₅₀	4,20	3,90	4,00	4,03	100,4
	25	N ₁₄₅ P ₁₆₀ K ₁₅₀	3,80	3,50	3,60	3,63	125,3
НСР ₀₅			0,17	0,10	0,15		

В условиях орошаемого земледелия Нижнего Поволжья большая часть потребляемой посевами влаги восполняется за счет проведения вегетационных поливов. Традиционно поливная норма рассчитывается, исходя из уровня предполивной влажности, глубины промачивания и водно-физических свойств почвы [6].

Однако на практике часть поливной воды теряется на испарение в воздухе (при поливе дождеванием), поверхностный и внутрипочвенный сброс, что учитывается поправочными коэффициентами эмпирического характера.

С целью повышения чистоты эксперимента нами была проведена серия опытов по определению поливной нормы нетто (без учета потерь воды на испарение в воздухе), необходимой для насыщения расчетного слоя почвы до влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости в вариантах с базовым и разработанным способом обработки почвы. Установлено статистически значимое сокращение потребности сои в оросительной воде без существенного изме-

нения урожайности на участках, где технология возделывания изучаемой культуры предусматривает проведение объемного полосного рыхления в сочетании с перекрестным щелеванием. Согласно полученным данным (табл. 3), реализация предлагаемых мероприятий позволяет экономить 10,6...12,2 % поливной воды за вегетационный период сои.

Таблица 3. Поливной режим и оросительные нормы в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и применяемой агротехники (с. Волгоградка-1, 2000–2002 гг.)

Год	Показатели	Предлагаемая технология			Базовая технология		
		70-70% НВ	70-80% НВ	70-80% НВ	70-70% НВ	70-80% НВ	70-80% НВ
2000, 2000,	Число поливов, п	3	4	5	3	4	5
	Норма полива, м ³ /га	370-600	370-600	370-420	410-680	410-680	410-480
	Оросительная норма, Р, м ³ /га	1340	1760	2000	1500	1980	2260
	$P_{\text{баз}} - P_{\text{пред}}$, м ³ /га % влажность	70-70-70% НВ: 80% НВ:			70-80-70% НВ:		79-80-80% НВ:
		160		220		260	
		10,6		11,1		11,5	
2001, 2001,	Число поливов, п	5	6	8	5	6	8
	Норма полива, м ³ /га	370-600	370-600	370-420	410-680	410-680	410-480
	Оросительная норма, Р, м ³ /га	2770	2830	3310	3130	3210	3770
	$P_{\text{баз}} - P_{\text{пред}}$, м ³ /га % сухости	70-70-70% НВ: 80% НВ:			70-80-70% НВ:		79-80-80% НВ:
		360		380		460	
		11,5		11,8		12,2	
2002, 2002, засушливый	Число поливов, п	7	9	10	7	9	10
	Норма полива, м ³ /га	370-600	370-600	370-420	410-680	410-680	410-480
	Оросительная норма, Р, м ³ /га	3570	3990	4050	3910	4510	4590
	$P_{\text{баз}} - P_{\text{пред}}$, м ³ /га % орошения	70-70-70% НВ: 80% НВ:			70-80-70% НВ:		79-80-80% НВ:
		340		520		540	
		8,6		11,5		11,7	

Комплексные исследования предусматривают обязательный учет генетического потенциала растений сои конкретных сортов. С появлением новых,

перспективных для условий Волгоградской области сортов сои, изучение и комплексный анализ их реакции на изменение уровней воздействия факторов внешней среды приобретает особую актуальность.

Проведенные в 2000–2003 гг. исследования с сортами Волгоградка-1, ВНИИОЗ-76 и ВНИИОЗ-86 подтвердили, что соя обладает большой пластичностью и комбинационной способностью формирования урожая (табл. 4).

Таблица 4. Показатели эффективности производства зерна перспективных сортов сои

Уровень питания кг минерального Уровень влажности %	Сорт										заплат доход
	Волгоградка-1			ВНИИОЗ-76			ВНИИОЗ-86				
	предположительная урожайность т/га	Коэффициент допотребления м ³ /т	Индекс сти	доходность т/га	Коэффициент допотребления м ³ /т	Индекс сти	доходность т/га	Коэффициент допотребления м ³ /т	Индекс сти		
0	60-60-60	0,80	6238	0,62	0,78	5579	0,62	0,75	4800	0,62	
	70-70-70	0,92	5684	0,67	0,85	5388	0,64	0,85	4471	0,67	
	70-80-70	0,98	5471	0,69	0,93	5079	0,67	0,92	4309	0,70	
	80-80-80	0,98	5583	0,65	0,93	5196	0,65	0,92	4418	0,68	
P ₂₀ K ₂₀	60-60-60	1,30	3915	0,95	1,20	3722	0,90	1,17	3160	0,91	
	70-70-70	1,47	3620	1,01	1,33	3508	0,95	1,30	2990	0,97	
	70-80-70	1,60	3425	1,07	1,50	3224	1,02	1,50	2691	1,08	
	80-80-80	1,62	3458	1,03	1,50	3298	0,99	1,50	2758	1,06	
N ₄₅ P ₉₀ K ₈₀	60-60-60	1,77	2943	1,10	1,83	2498	1,17	1,88	2018	1,23	
	70-70-70	2,37	2290	1,41	2,32	2068	1,42	2,35	1702	1,49	
	70-80-70	2,53	2207	1,46	2,50	1980	1,47	2,50	1660	1,54	
	80-80-80	2,57	2221	1,42	2,53	1997	1,45	2,55	1667	1,54	
N ₉₀ P ₁₆₀ K ₁₄₀	60-60-60	2,55	2086	1,37	2,52	1868	1,38	2,10	1852	1,17	
	70-70-70	3,27	1696	1,68	3,18	1542	1,67	2,50	1636	1,36	
	70-80-70	3,62	1579	1,82	3,48	1456	1,77	2,72	1561	1,44	
	80-80-80	3,65	1595	1,76	3,53	1466	1,75	2,72	1598	1,42	

Примечание: НСР₀₅, т/га – 0,17

Сорт ВНИИОЗ-86 (R²=0,91):

$$Y_i = -10,04 + 0,0075 \cdot U + 0,0039 \cdot Q - 1,5E - 5 \cdot U^2 + 1,1E - 6 \cdot U \cdot Q - 3,8E - 7 \cdot Q^2$$

Сорт ВНИИОЗ-76 (R²=0,86):

$$Y_i = -11,14 - 0,0022 \cdot U + 0,0047 \cdot Q - 4,4E - 6 \cdot U^2 + 2,1E - 6 \cdot U \cdot Q - 4,9E - 7 \cdot Q^2$$

Сорт Волгоградка-1 (R²=0,87):

$$Y_i = -14,70 - 0,0038 \cdot U + 0,0062 \cdot Q - 2,9E - 6 \cdot U^2 + 2,3E - 6 \cdot U \cdot Q - 6,4E - 7 \cdot Q^2$$

U — показатель обеспеченности сои элементами минерального питания, кг д.в./га;

$U = I + x$; I - суммарная доза минеральных элементов (NPK) используемых из почвы с учетом коэффициентов использования питательных элементов по азоту – 0,8; фосфору – 0,2; калию – 0,2;

x — суммарная доза минеральных элементов (NPK) вносимых с удобрениями, кг д.в./га;

Q — показатель водообеспечения посевов сои, м³/га; $Q = J + P$

J — оросительная норма, м³/га; P — осадки за период вегетации сои, м³/га

На основании математического анализа экспериментальных данных с использованием статистических программных продуктов и ЭВМ получены регрессионные зависимости, описывающие закономерности изменения урожайности зерна сои при регулировании условий водного режима и минерального питания растений.

При планировании урожайности зерна на уровне 3,5 т/га вода на формирование урожая зерна сои наиболее эффективно расходуется в посевах сои сорта ВНИИОЗ-76. При планировании урожайности зерна на уровне 2,5 и 1,5 т/га, что обеспечивается поддержанием дифференцированного порога предполивной влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ и внесением минеральных удобрений дозами соответственно $N_{45}P_{90}K_{80}$ и $P_{20}K_{20}$, наименьшие значения коэффициента водопотребления формируются в посевах сорта ВНИИОЗ-86. В зависимости от погодных условий вегетационного периода затраты водных ресурсов на формирование урожая составляют $1660 \text{ м}^3/\text{т}$ (2,5 т/га) и $2691 \text{ м}^3/\text{т}$ (1,5 т/га).

При производстве зерна сои с планируемым уровнем урожайности 3,5 т/га экономически целесообразно использовать сорт Волгоградка-1 (индекс доходности затрат – 1,82). При возделывании сои сорта ВНИИОЗ-76 индекс доходности затрат снижается до 1,77. Производство зерна сои с планируемым уровнем урожайности 2,5 т/га наиболее эффективно с экономической точки зрения при использовании сорта ВНИИОЗ-86. Индекс доходности затрат по этому сорту – 1,54, сорту ВНИИОЗ-76 – 1,47, Волгоградка-1 – 1,46. Инвестирование производства зерна сои при планировании урожайности на уровне 1,5 т/га связано с риском, индекс доходности затрат не превышает 1,02..1,08.

Литература

1. Состояние мира 1999 г. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу. – М.: Изд-во "Весь Мир", 2000
2. Целевая отраслевая программа развития производства и глубокой переработки сои в Российской Федерации до 2010 года. М., 2003
3. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Формирование урожая сои в зависимости от применения удобрений при орошении // Плодородие. – 2003. – № 6
4. Куликов Н.Ф. Роль симбиотрофного питания сои в рациональном использовании минеральных удобрений и повышении качества зерна в Приморском крае: Лекция / Примор. СХИ. – Уссурийск, 1995.
5. Бухориев Т.А. Влияние азотных удобрений на величину азотофиксации сои, урожай семян и его качество на сероземных почвах// Изв. ТСХА. – 1996. – Вып.4. С. 80-89.
6. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник / под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.

УДК 631.3 : 681.3

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЛИВА ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ ФРОНТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

В.И. Городничев, к.т.н.
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Москва

Для оценки качества дождя были разработаны измерительно-информационные системы "Спектр". В состав этих систем входят фотоэлектрические датчики и датчики слоя осадков.

Фотоэлектрический датчик предназначен для преобразования размера и скорости капель в электрический сигнал с пропорциональной амплитудой и длительностью, разработан на базе датчика конструкции Исаева А.П., Цуканова В.К. и усовершенствован автором.

При разработке систем были опробованы схемы прямого преобразования и неравновесного моста на транзисторах и микросхемах, с размещением согласующих и усилительных устройств в корпусе датчика и длиной кабеля 100 м. Принципиальная схема и конструкция датчика прямого преобразования показаны на рисунке 1.

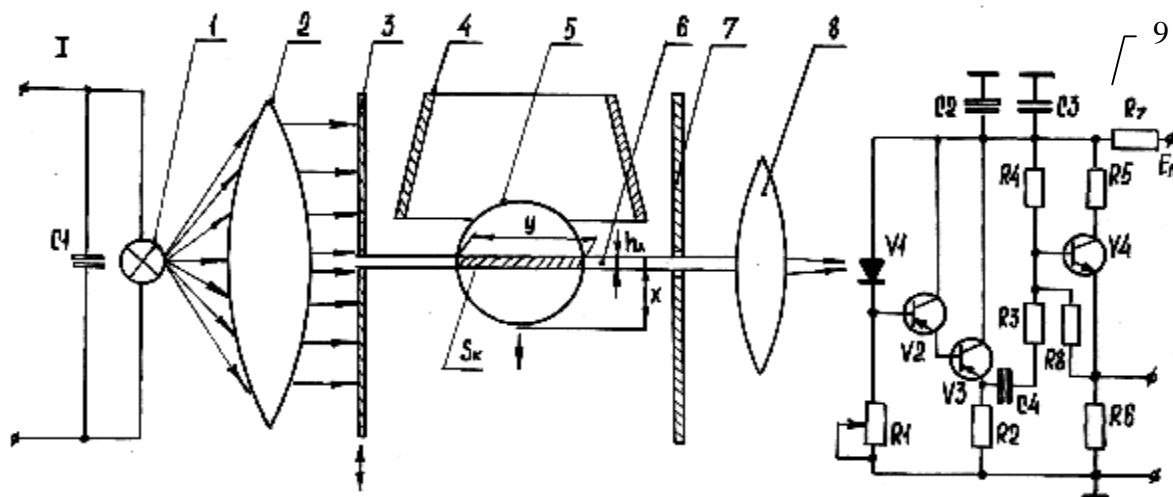


Рис.1 Фотоэлектрический датчик прямого преобразования:
 1 – лампа; 2 – конденсор; 3 – диафрагма; 4 – воронка; 5 – капля; 6 – луч;
 7 – предохранительная диафрагма; 8 – объектив; 9 – усилитель

Лампа 1 излучает радиальный свет, который преобразуется конденсором 2 и регулируемой щелевой диафрагмой 3 в плоскопараллельный луч 6. Этот луч проходит через заборную камеру, ограниченную приемной воронкой 4, предохранительную диафрагму 7 и попадает на объект 8, в фокусе которого расположен рабочий фотодиод V1. Капля дождя 5, попадая в приемное отверстие, пересекает плоскопараллельный луч. Происходит ослабление освещенности фотодиода, меняется его проводимость. На последовательно соединенном с фотодиодом сопротивлении R1 появится переменное напряжение куполообразной формы, которое усиливается усилителем, собранным на транзисторе V4. Для согласования работы преобразователя и усилителя введен повторитель, собранный на транзисторах V2, V3.

Зависимости амплитуды сигнала U_m от диаметра капли d и скорости u от времени t_h ее пролета луча высотой h_n имеют вид:

$$U_m \cong K_0 d \quad \text{и} \quad u = (d + h_n) / t_h \quad (1)$$

При малой высоте луча амплитуда сигнала характеризует диаметр капли. Определено, чтобы ошибка измерения диаметра преобразования из-за нелинейности не превышала 0,1 мм, высота луча должна быть не более 0,3 мм. При такой высоте луча единичный рабочий объем мал, вероятность одновременного «наложения» капель в луче минимальна. При $h_n > 0,6$ мм желательно снимать

тарировку. Неискаженный сигнал имеет одно экстремальное значение. Предусмотренные конструктивные и электрические регулировки позволяют оперативно настраивать датчик, изменять его чувствительность.

Датчик слоя осадков (ДСО), дождемер - предназначен для измерения слоя осадков, интенсивности дождя и восстановления количества просчитанных при регистрации капель. Конструкция и электрическая схема датчика показаны на рисунке 2.

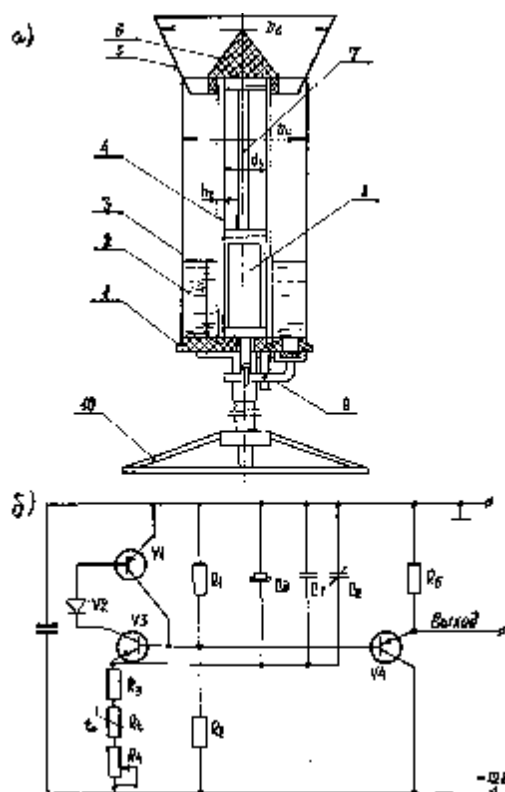


Рис.2. Принципиальная схема датчика слоя осадков:

- а) - конструкция: 1- основание; 2 – дождевая вода; 3 – внешний цилиндр; 4- внутренний цилиндр; 5 – сменная воронка; 6 – резиновая крышка; 7 – генератор; 8 - электромагнит; 9 – узел слива; 10 – подставка;
 б) – электронный генератор

Датчик выполнен в виде двух цилиндров, вставленных один в другой. Между внешним 3 и внутренним 4 цилиндрами накапливается дождевая вода 2, собираемая сменной воронкой 5. Внутренний цилиндр покрыт тонким слоем диэлектрика и выполняет роль электрода конденсатора. Вторым электродом является дождевая вода, электрический контакт которой осуществляется с помощью внешнего цилиндра. Оба цилиндра закреплены герметично в пазах основания 1. Для температурной стабилизации, уменьшения влияния электропомех электронная схема генератора 7 помещена во внутренний цилиндр. Температура в полости цилиндра определяется температурой дождевой воды, колебания которой меньше колебания температуры окружающего воздуха. Кроме того, внутри этого цилиндра размещен электромагнит слива воды 8. Сверху цилиндр закрывается резиновой крышкой 6. Слив воды из датчика осуществляется дис-

танционно через отверстие основания поворотом клапана 9, который приводится в движение электромагнитом слива. Датчик размещен на подставке 10. Для получения статистически устойчивых показаний объем датчика равен 250 см^3 .

Уравнение периода следования сигналов T в зависимости от объема дождевой воды V_d , слоя осадков h имеет вид:

$$T = K_1 + K_2 V_d = K_3 + K_4 h_d \quad (2)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты пропорциональности.

Величина, обратная периоду, определяет частоту выходного сигнала датчика. Датчик позволяет определить объем дождевой воды, слой осадков и интенсивность дождя, причем можно получать статистически устойчивые показания с ошибкой, не превышающей 1%.

Сигналы с датчиков поступают на вторичную аппаратуру. На ранних стадиях разработки были созданы измерительно-информационные системы (ИИС) "Радуга", «Спектр» и «Спектр-1». Они разработаны на базе Государственной Системы Приборов (ГСП) «Спектр» и анализатора импульсов АИ-128. Полный комплект ИИС "Радуга" включает в свой состав до 400 датчиков слоя осадков, система «Спектр» - 10 фотоэлектрических датчиков и 20 датчиков слоя осадков.

Конструкция системы «Спектр» показана на рисунке 3.

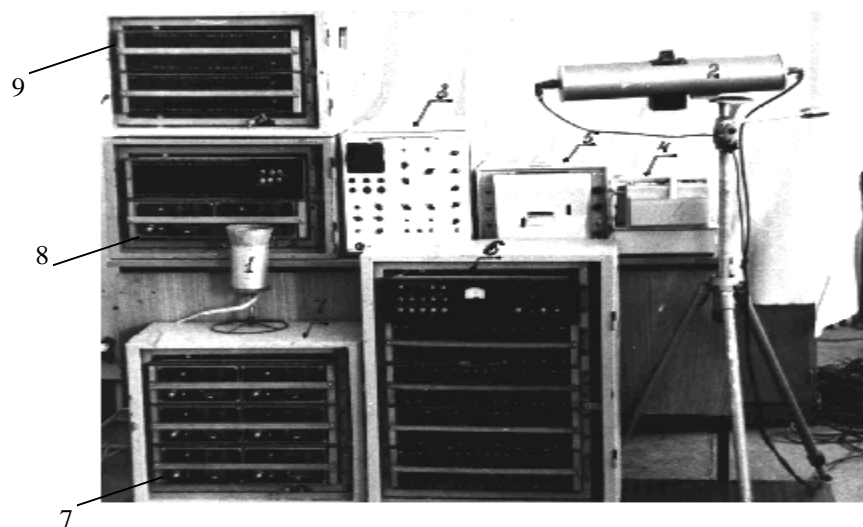


Рис. 3. Измерительно-информационная система «Спектр»:
1 – датчик слоя осадков; 2 – фотоэлектрический датчик; 3 – анализатор АИ-128-3; 4 – перфоратор ПЛ-150; 5 – блок регистрации БЗ-15м; 6 – шкаф измерения скорости; 7 – блок питания; 8 - шкаф измерения интенсивности дождя; 9 - шкаф коммутации и автоматике слива воды из датчиков ДСО

Разновидностью данной системы является ИИС «Спектр-1», которая служит для экспресс-анализа в полевых условиях распределения капель по их размеру, и включает 1 фотоэлектрический датчик, шкаф логики работы, анализатор АИ-128 со своим блоком печати БЗ-15м.

В настоящее время разработана автоматизированная информационно-измерительная система «Спектр-3» на базе портативного компьютера (рис. 4). В ее состав входит до 8 фотоэлектрических датчиков и датчиков слоя осадков.

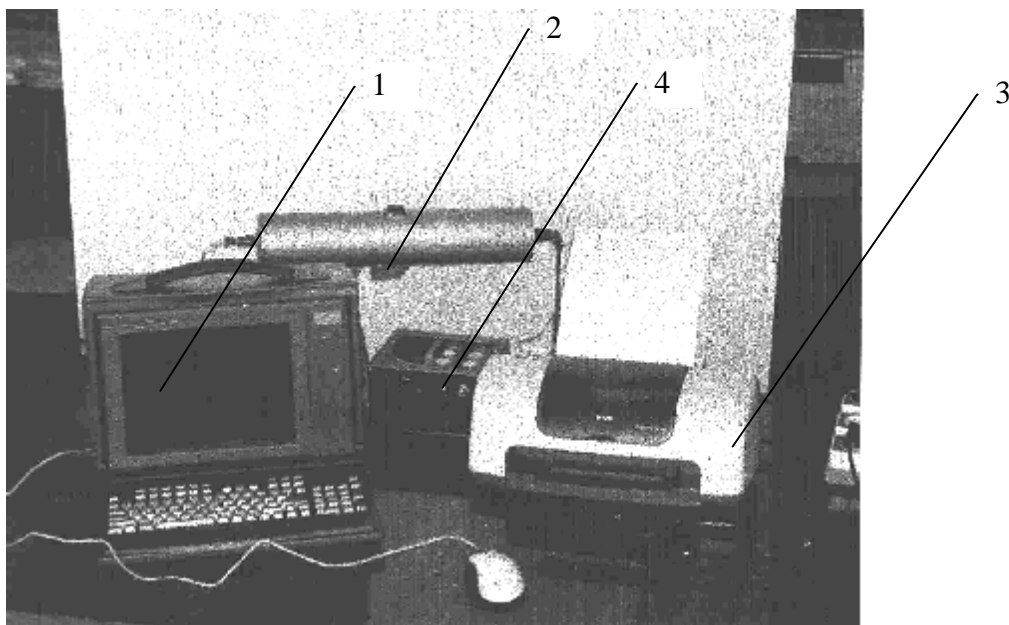


Рис. 4. Автоматизированная информационно-измерительная система «Спектр-3»:

1 – портативный компьютер; 2 – фотоэлектрический датчик;
3 – принтер; 4 – блок питания

Работа системы заключается в следующем. Датчик размера и скорости падения капель устанавливается в какой-либо зоне действия дождя. Капли дождя пролетают через приемное отверстие фотоэлектрического датчика и пересекают плоский световой луч. Освещение фотоприемника уменьшается и на выходе датчика появляется последовательность куполообразных электрических импульсов. Эти импульсы по кабелю связи поступают в блок согласования, анализа и определения параметров электрических сигналов (измерительный блок). Определяется амплитуда, время пролета каждой капли через световой луч (ширина импульса). При этом выбраковываются электрические сигналы, полученные при одновременном нахождении в луче нескольких капель. Бракуемые электрические сигналы отличаются по форме, имея 2 и более максимальных экстремальных значений в отличие от одиночных, которые имеют одно экстремальное значение.

Компьютер вычисляет размер, скорость, распределение капель, объема (массы) воды, энергии, количества движения по диаметру капель и их производные характеристики. Кроме того, определяется интенсивность, удельная мощность и давление дождя.

Для всех систем разработаны программы математической обработки получаемой информации. Разработан способ и измерительный комплекс (рис. 5.) для определения эрозионно-допустимых поливных норм и параметров впитывания воды в почву в полевых условиях.

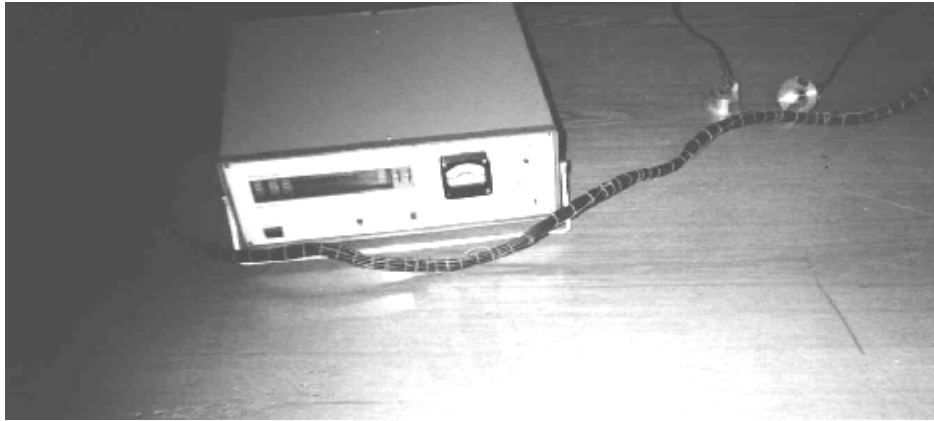


Рис. 5. Микроконтроллерный комплекс МК-ЭДНП:
1 – датчики контроля луж; 2 – микроконтроллерный анализатор образования луж

Для эксплуатационной оценки, надежности работы дождевальных машин разработан ряд приборов, позволяющих отдельно и одновременно (до 30 параметров) контролировать продолжительность работы и простоя дождевальной техники и ее элементов в календарном масштабе времени, регистрировать до 4000 циклов срабатываний (присоединений к гидрантам оросительной сети, нарушений регулировок и других показателей), вести хронометраж от 15 до 30 суток с дальнейшим вводом информации в компьютер и ее обработкой (рис.6).

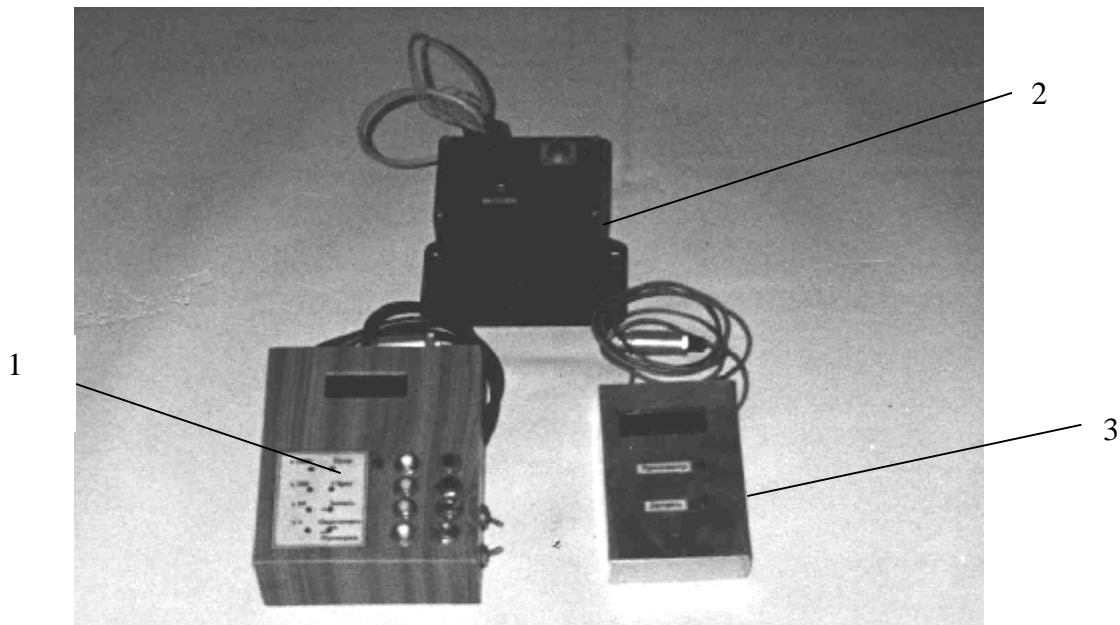


Рис.6. Управляющий программный контроллер МЦК и регистратор МЦР:
1 – программатор; 2 – микроконтроллер МЦК – 1 или регистратор МЦР – 1;
3 – устройство индикации

Все вышеуказанные измерительно-информационные системы, приборы резко повышают производительность труда, достоверность и объективность оценки поливной техники.

УДК 631.67

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ НА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

М.С.Григоров, академик РАСХН
Волгоградская ГСХА, Волгоград, Россия

Повышение эффективности использования орошаемых земель тесно связано с повышением технического уровня гидромелиоративных систем при широком внедрении средств автоматизации для управления процессом водораспределения. При этом наиболее перспективными и технико-экономически оправданными являются средства гидроавтоматики.

Внутрихозяйственная сеть оросительных систем наиболее протяженная, с большим количеством регулируемых сооружений, которые, как правило, не имеют средств автоматизации. Во время поливов здесь очень часто возникают нежелательные явления: переполняются оросители и каналы; поливная вода идет на сброс или наоборот – потребитель не получает ее в необходимом объеме. Это нарушает нормальную эксплуатацию ее оросительной сети, срывает сроки полива и отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. [4]

В условиях Волгоградского Заволжья распространена внутрихозяйственная оросительная сеть с каналами-оросителями, предназначенными для полива дождевальными машинами фронтального перемещения. Самыми массовыми мелиоративными сооружениями на оросительной сети являются трубчатые водовыпуски. С помощью их автоматизации можно осуществить баланс между водоподачей и водопотреблением, обеспечить соблюдение сроков и норм поливов, предотвратить значительные непроизводительные сбросы оросительной воды. [1]

В настоящее время разработано и предложено множество различных конструкций гидравлических средств автоматизации для трубчатых водовыпусков. Вместе с тем, как показывает практика эксплуатации и опыт проектирования, производство не располагает еще достаточно эффективными и надежными конструкциями этих устройств.

В задачу исследований входило:

- провести анализ технического состояния оросительной сети с поливом дождевальными машинами фронтального перемещения, выявить пути совершенствования процесса водораспределения, ведущие к повышению уровня эксплуатации оросительной сети и экономии оросительной воды, способствующие улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Работа выполнена путем проведения комплексных теоретических, лабораторных и натурных исследований. Экспериментальные исследования прово-

дили в лабораторных условиях на экспериментальных установках. Имитационное математическое моделирование осуществлялось на персональных ЭВМ. Производственные испытания проводили в хозяйствах «Солнечный» и «Поливной» Николаевского района, Волгоградской области.

Анализ известных гидрорегуляторов показал, что, несмотря на многообразие их конструкций, производство не располагает еще достаточно эффективными и надежными устройствами этого типа. Есть только отдельные промышленные образцы гидрорегуляторов, которые рекомендуются для трубчатых водовыпусков рисовых систем.

Поэтому перед нами была поставлена задача разработать такие конструкции автоматизированных трубчатых водовыпусков, которые отвечали бы техническим требованиям их применения на рассматриваемой оросительной сети.

Гидротехнические сооружения на рассматриваемой оросительной сети представляют собой достаточно сложный комплекс взаимодействующих звеньев, задачей которого является обеспечение водопотребителей необходимым объемом воды согласно, заданному технологическому процессу.

Основным параметром регулирования является уровень воды (рис. 1).

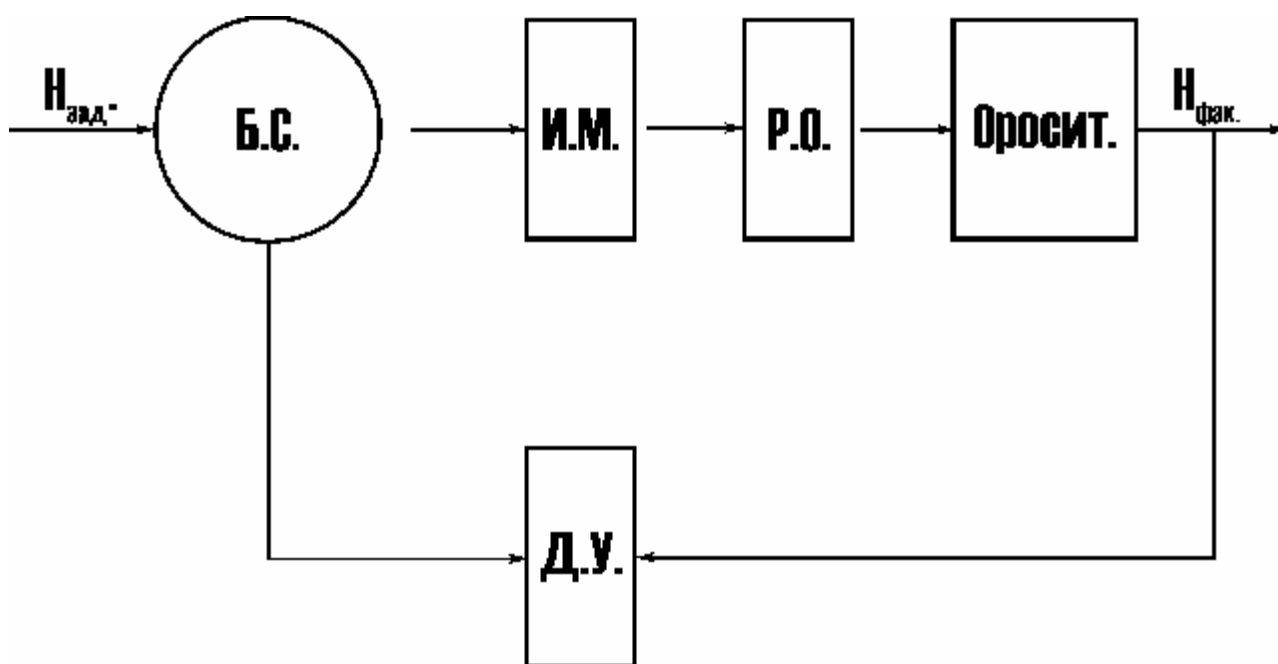


Рис. 1. Функциональная схема регулирования водоподачи в канале-оросителе: $H_{зад}$ и $H_{фак}$ – уровень воды заданный и фактический; Б.С. – блок сравнения; И.М. – исполнительный механизм; Р.О. – регулирующий орган; Д.У. – датчик уровня

Уровень воды в оросителе будет регулироваться с помощью регулятора уровня нижнего бьефа. Регулятор монтируется на трубе водовыпуска.

Натурные исследования показали, что подача воды в оросителе после его заполнения до номинала определяется расходом водопотребителя. При этом в зависимости от состояния водопотребителя (включен-отключен) в оросителе формируется кривая свободной поверхности, которая имеет два положения.

Первое (горизонтальное) положение, когда водопотребитель не работает [3]. Второе положение, когда водопотребитель работает и забирает рабочий расход из оросителя. Между двумя этими положениями кривой свободной поверхности, сформированной соответственно при максимально и минимально допустимых уровнях, заключается регулирующий объем оросителя.

В процессе срабатывания регулирующего объема (рис. 2) будет происходить снижение во времени уровней в створе водопотребителя и в створе автоматизированного водовыпуска.

В процессе пополнения регулирующего объема (при внезапном отключении водопотребления) в указанных створах уровни будут во времени повышаться. При повышении уровня в створе автоматизированного водовыпуска он снизит подачу воды в ороситель, а при достижении регулирующего воздействия - полностью ее прекратит. Тем самым не допустит переполнения канала-оросителя.

Для расчета неустановившегося движения в канале-оросителе принято уравнение Сен-Венана в дифференциальной форме:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial z}{\partial x} + g \frac{v}{C^2 R} = 0$$

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial (v * W)}{\partial x} = 0$$

где v - средняя скорость потока в живом сечении; z – уровень воды; B – ширина канала по уровню; W – площадь живого сечения; C – коэффициент Шези; R – гидравлический радиус; x – координата, отсчитываемая вдоль оси канала от начального сечения; t – время; g – ускорение свободного падения.

Решение этих уравнений выполняют на ПЭВМ численными методами в установленных граничных условиях.

Расчеты параметров объекта автоматизации были сделаны для оросительной сети: с поливом ДМ «Кубань»; с поливом ДДА-100МА.

Расчеты переходных процессов выполнили для каналов-оросителей (длиной 1600 и 2000 м) с расходом 0,17 м³/с и 0,215 м³/с при коэффициенте шероховатости $n=0,017$, а для временных оросителей (длиной 800 м) с расходом 0,13 м³/с, 0,15 м³/с и $n=0,025$, допустимая точность регулирования принята $\pm 0,04$ м.

Безуклонные оросители с подвижным водопотребителем являются астатическим объектом автоматизации. Для рассматриваемых объектов получили следующие динамические характеристики: запаздывание – t ; постоянная времени – T_a ; скорость разгона - e ; коэффициент усиления - k_0 (табл. 1).

Предложенная конструкция (а.с. № 1300427) [2] содержит водовыпускную трубу 1 (рис.2), щитовой затвор 2, установленный на оси 3 вращения, и камеру 4 переменного объема, которая образована напорным щитом 5, основанием 6 и гибкой оболочкой 7, закрепленной по периметру основания и напорного щита. Напорный щит 5 соединен жестко одной из кромок с полотнищем затвора 2. Камера 4 переменного объема сообщена с водовпускной трубой 1 отверстием 8. Затвор 2 управляется поплавком-противовесом 9, который связан штангой 10 с напорным щитом 5. Последний закреплен на оси 3 вращения.

Таблица 1. Динамические характеристики объекта управления

Объект	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$L, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$T_a, \text{ с}$	t/T_a	$e, \text{ м/с}$	K_0
Канал	0.215	2000	920	2490	0.37	1.09	0.65
Канал	0.17	1600	730	2430	0.30	1.2	0.73
Ороситель	0.15	800	400	1050	0.38	1.5	0.5
Ороситель	0.13	800	400	1200	0.33	1.1	0.58

Автоматизированный трубчатый водовыпуск работает следующим образом. Первоначальное положение: поплавков 9 и напорный щит 5 занимают нижнее крайнее положение, при этом камера 4 переменного объема имеет минимальный объем, а затвор 2 полностью открыт. Вода по водовыпускной трубе 1 из верхнего бьефа поступает в нижний. В это время значения моментов сил от давления воды на затвор 2 и напорный щит 5 будут равными. Это равенство сохраняется за счет того, что рабочий напор воды действует не только на затвор 2, но и на щит 5.

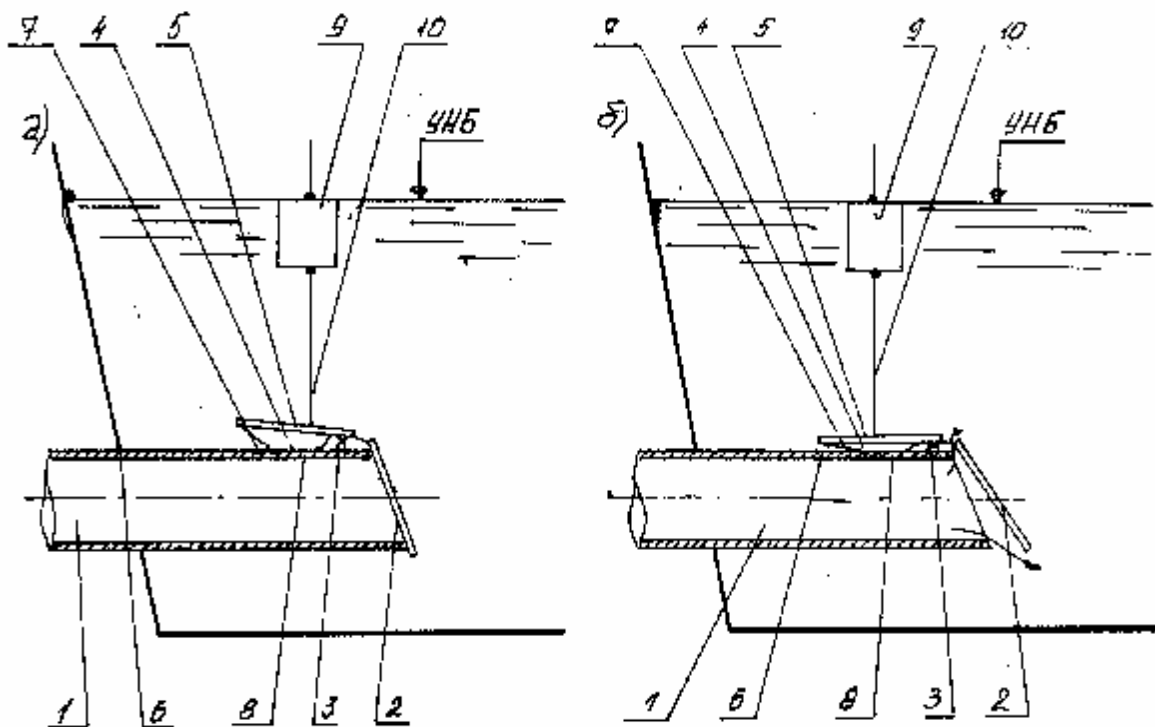


Рис. 2. Автоматизированный трубчатый водовыпуск

По мере заполнения нижнего бьефа поплавков 9 с напорным щитом 5 начинают перемещаться вверх, вода из водовыпускной трубы 1 по отверстию 8 поступает в камеру 4, вследствие чего возникает закрывающее усилие и затвор 2 начинает закрываться.

В момент достижения заданного уровня поплавков 9 и щит 5 занимают верхнее крайнее положение, камера 4 имеет максимальный объем, затвор 2 закрыт, подача воды в нижний бьеф прекращается. При этом сохраняется равен-

ство моментов сил от давления воды на напорный щит 5 и затвор 2. Закрывающее усилие создается подъемной силой поплавка 9.

В случае понижения уровня (ниже заданного) происходит обратный процесс. Поплавок 9 идет за уровнем воды вниз, поэтому напорный щит 5 опускается, объем камеры 4 уменьшается, а затвор 2 начинает открываться. Вода вновь заполняет нижний бьеф до заданного уровня. При этом также должно сохраняться равенство моментов сил, действующих на щит и затвор.

Основное отличие данного автоматизированного водовыпуска от известных заключается в том, что конструкция его включает сочетание гибкого и жесткого элементов. При этом гибкий элемент находится вне зоны воздействия потока, проходящего по трубе водовыпуска. Предлагаемая конструкция является также более простой и менее материалоемкой.

Гидравлические исследования проведены для подтверждения теоретических и конструктивных разработок, выбора рациональных гидравлических параметров, а также оценки влияния различных факторов на гидравлические и конструктивные параметры автоматизированного водовыпуска. Исследования выполнены на экспериментальной установке в масштабе 1 : 3.

Уровни воды измеряли тремя способами: по рейкам, шпигельмасштабами и пьезометрами. Для измерения расхода использовали мерный водослив трапецеидального сечения. Действующие напоры воды на подвижных частях моделей измеряли батареями микропьезометров с ценой деления шкалы 0.5 мм.

Коэффициент расхода определяли косвенным методом из формулы расхода для трубчатых сооружений с затопленным режимом истечения:

$$m = \frac{Q}{w\sqrt{2g * z}}$$

Для обеспечения достоверности результатов на 95%-ном уровне значимости, опыты проводили в трехкратной повторности, применяя среднеквадратичную погрешность измерений, равную возможной наибольшей статической погрешности применяемых измерительных приборов.

Производственные испытания показали, что автоматизированные водовыпуски отвечают основным требованиям, предъявляемым к средствам гидроавтоматики на оросительных системах. В результате их внедрения повышается производительность труда поливальщиков в 6 раз и достигается экономия оросительной воды на 15...20%. Годовой экономический эффект от внедрения автоматизированных трубчатых водовыпусков на оросительной сети с площадью орошения 1301 га составит 186800 рублей.

Литература

1. Григоров М.С., Мелихов М.Н., Мелихов К.М. Устройства для определения скорости расхода воды в открытых каналах в фермерских хозяйствах. Доклады РАСХН, №1, 2003.
2. Мелихов М.Н., Пахомов А.А. Автоматический трубчатый водовыпуск. А.С. № 1300427.
3. Пахомов А.А. Безуклонные оросители как объекты автоматического регулирования. // Режим орошения, способы и техника полива с.х. культур и их совершенствование. // г. Волгоград. 1986 с.110-114.

4. Григоров М.С., Кравчук А.В., Прокопец Р.В., Шадрин Д.И. Снижение потерь поливной воды при орошении. Вестник РАСХН, №6, 2003.

УДК 626.8

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РАЙОНИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ПО СПОСОБАМ ОРОШЕНИЯ

К.В. Губер, д.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Одной из ключевых проблем в орошаемом земледелии с точки зрения ресурсосбережения является рациональное размещение способов орошения, оросительных систем и поливной техники в соответствии с природно-хозяйственными условиями различных регионов [1].

Применение тех или иных способов орошения и технологий полива должно осуществляться с учетом конкретных природно-хозяйственных условий региона и наличием водных и земельных ресурсов, необходимых для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, сохранения и повышения плодородия земель. При этом должны достигаться: оптимальные водный, воздушный, тепловой, солевой и питательный режимы почвы; рациональное использование воды для полива и удаления из почвы токсичных солей; сохранение и повышение плодородия почвы, улучшение ее структуры, предупреждение засоления, заболачивания и эрозии почвы, охрана окружающей среды прилегающих территорий; повышение производительности труда на поливе, создание благоприятных условий для проведения агротехнических мероприятий на орошаемых землях, обеспечение комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственных работ; сокращение материальных и энергетических затрат.

Создание внутрихозяйственных гидромелиоративных систем, исходя из условий применения способов орошения, их районирования, организации территории и разработка новых водосберегающих технологий в России ведется по следующим направлениям:

- обеспечение комплексного регулирования режимов агробиоценозов в соответствии с водно-физическими свойствами почв и возделываемыми сельскохозяйственными культурами и фазами их развития;
- создание гидромелиоративных систем с замкнутым циклом водооборота при сборе, накоплении, переработке и повторном использовании дренажно-сбросных вод на орошение в пределах орошаемого массива и многоцелевым использованием оросительной сети и поливной техники;
- разработка технических решений по замене открытых оросителей на водоводы, обеспечивающие подачу воды к самоходным машинам и увеличению КПД оросительной сети и КЗИ орошаемого участка;
- разработка технологий по снижению интенсивности водоподачи при проведении поливов;

- создание комплекса поливной техники для его многоцелевого использования и разработка технологических режимов работы при внесении с поливной водой различных агрохимикатов, а также обеспечение режимов опрыскивания и опыливания в сочетании с машинами для их транспортировки;
- установление оптимальных типов поливной техники, исходя из минимизации их материалоемкости и энергоемкости и возможности многоцелевого применения;
- разработка технологии утилизации дренажно-сбросных вод для повторного использования их на орошение при деминерализации и улучшения качественного состава, с учетом допустимых концентраций;
- автоматизация процессов сбора, контроля, управления технологическими процессами и их параметрами при проведении поливов и внесении агрохимикатов за счет использования как централизованных, так и локальных и технических средств;
- разработка технологии производства строительных работ с минимальным нарушением почвенного покрова по трассам каналов и трубопроводов и гидросооружений.
- обеспечение надежности работы и экологической безопасности при эксплуатации систем.

Конструкции систем нового поколения должны обеспечивать:

- своевременное проведение поливов и внесение агрохимикатов в соответствии с заданными оптимальными водным, солевым и пищевым режимами почв, гарантирующими получение экономически обоснованных урожаев при любых погодных условиях;
- минимум всех видов непроизводительных потерь воды и земли;
- минимум затрат труда и средств на орошение и утилизацию дренажно-сбросного стока;
- условия труда обслуживающего персонала, соответствующие правилам охраны труда и санитарным требованиям.

Орошение земель осуществляют при помощи оросительных систем – комплекса взаимосвязанных сооружений, зданий, устройств, предназначенных для забора воды из водоисточника, транспортирования ее до орошаемого массива, распределения по поливным участкам, полива земель, а также отвода с орошаемого массива дренажных, сбросных и грунтовых вод.

Орошение сельскохозяйственных культур реализуется различными способами распределения воды. Различают следующие способы орошения:

- поверхностное – распределение воды по поверхности земли с помощью борозд, полос или затоплением чеков;
- дождевание – создание искусственного дождя;
- аэрозольное увлажнение (мелкодисперсное дождевание) – распыление мельчайших капель воды для регулирования температуры и влажности приземного слоя воздуха над полем;
- внутрипочвенное – подача воды непосредственно в корнеобитаемую зону почвы по увлажнителям или путем подъема уровня почвенно-грунтовых вод;

- капельное – локальное орошение с помощью микроводовыпусков или капельниц.

Способы орошения должны удовлетворять следующим требованиям:

- поддерживать в почве требуемый водный и связанный с ним воздушный, питательный, солевой и тепловой режимы, обеспечивающие в комплексе с агротехникой высокое плодородие почв и получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Дождевание и мелкодисперсное дождевание должны способствовать также регулированию влажности приземного слоя воздуха;

- создавать в почве необходимую влажность почвы, равномерно распределенную по площади поля;

- обеспечивать высокую производительность труда при производстве механизированного и автоматизированного процесса полива;

- допускать максимальную механизацию при проведении сельскохозяйственных работ на орошаемом поле;

- осуществлять требуемый режим орошения с минимальными затратами оросительной воды, т. е. небольшими нормами, с максимальным коэффициентом полезного действия, близким к единице, без потерь на просачивание в глубокие слои почвогрунтов, на сбросы и т.д.;

- обеспечивать сохранение и повышение плодородия почвы, ее структуры, предупреждение засоления, заболачивания и эрозии, увеличение КЗИ за счет уменьшения протяженности оросительной сети, предупреждение ухудшения мелиоративного состояния прилегающих земель;

- способствовать многоцелевому применению оросительной сети и поливной техники для внесения вместе с водой удобрений, микроэлементов, пестицидов, химмелиорантов, ростовых веществ для регулирования режимов агробиоценозов;

- обеспечивать экономию водных, земельных, материальных, энергетических, временных, трудовых ресурсов.

Способ орошения характеризуется видом распределения воды по полю, созданием особого микроклимата, состоянием почвенной влаги. Оценка технологий орошения включает систему показателей (параметров) технических средств для распределения воды по площади орошаемого массива, корнеобитаемого слоя почвы, растительного покрова, так и самих технологий проведения полива (нормы и сроки полива, элементы техники полива, режим орошения сельскохозяйственных культур).

Выбор способов орошения зависит от ряда условий: климатических, почвенных, геоморфологических, гидрогеологических, биологических, хозяйственных, водохозяйственных, экологических, экономических и представляет собой сложную инженерно-экологическую задачу, для решения которой необходим учет следующих основных факторов:

- природно-почвенные условия (характер увлажненности, температурный режим воздуха и почвы, водообеспеченность, испаряемость, ветровой режим, качество воды в источниках, глубина залегания и минерализация грунтовых вод и пр.);

- возделываемые сельскохозяйственные культуры (состав севооборота, характер развития растений, требовательность к режиму орошения, технология выращивания, урожайность);
- размер и конфигурация полей, наличие дорог, линий электропередачи и связи, газопроводов и т.д.;
- система ведения земледелия, механовооруженность хозяйства, трудовые и энергетические ресурсы, другие организационные и хозяйственные условия.

В целях дальнейшего совершенствования способов орошения и оросительных систем нами предлагаются ряд новых формулировок и понятий (табл.1).

Таблица 1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Термин	Определение
Способ орошения	Комплекс мер и приемов распределения воды на поливном участке и превращения водного потока в почвенную и атмосферную влагу
Способ полива	Комплекс приемов подачи воды к растениям
Техника полива	Параметры технологии проведения полива
Технология орошения	Совокупность методов подачи воды и работы техники в процессе полива
Технологический процесс полива	Совокупность технологических операций по подготовке к поливу, проведению поливов и послеполивных операций
Полив	Однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя атмосферы
Поливная техника	Технические средства (машины, механизмы и орудия) для проведения поливов
Механизация полива	Применение специальных машин, установок и приспособлений при поливе сельскохозяйственных культур в целях улучшения его качества и повышения производительности труда
Автоматизация полива	Применение поливной техники, оснащенной специальными устройствами и приспособлениями, обеспечивающими автоматическое водораспределение между поливными картами и внутри карт по заранее составленным графикам режимов орошения

Дальнейшего совершенствования по сравнению с [3] и [7] требуют такие понятия, как экологически ориентированная гидромелиоративная система и оросительная система.

Экологически ориентированная гидромелиоративная система – природно-хозяйственный объект, в состав которого входят мелиорируемая площадь и инженерные сооружения, обеспечивающие оптимальные режимы управления

агробιοценозами выращиваемых сельскохозяйственных культур и не допускающие возникновения негативных явлений при их эксплуатации.

Оросительная система – природно-хозяйственный объект, включающий орошаемую площадь и комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающих в сочетании гидротехнических и других видов мелиорации в условиях недостаточного естественного увлажнения поддержание в корнеобитаемом слое почвы и подстилающем грунте орошаемого массива оптимальных водно-воздушного, солевого, пищевого и температурного режимов для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении необходимого экологического равновесия агроландшафтов.

В связи с расширением функциональных и конструктивных возможностей оросительных систем предлагается уточненная классификация оросительных систем, которая включает в себя как признаки классификации, так и конструктивные и природные особенности (рис.1). Так следует включить такой признак, как тип водооборота. В состав оросительных систем необходимо ввести орошаемую площадь как основной объект мелиорации земель. Состав сооружений должен быть дополнен такими узлами, как средства химизации для ввода удобрений, микроэлементов, пестицидов, химмелиорантов, ростовых веществ вместе с поливной водой и сооружениями по очистке и деминерализации дренажно-сбросных вод и повторного использования их на орошение.

При региональном размещении способов орошения по природным зонам России необходимо определять их основное назначение и условия применения. Климатические условия характеризуются увлажненностью территории, испаряемостью, температурой, относительной влажностью воздуха и ветровым режимом. Основным критерием для определения увлажненности территории является коэффициент увлажнения ($K_{увл}$):

$$K_{увл} = P / \sum d = P / f,$$

где: P – сумма осадков за год, мм; $\sum d$ – дефицит влажности воздуха, мм; f – годовая испаряемость, мм.

Ветровой режим территории, характеризующийся скоростью, повторяемостью и направлением ветра, имеет существенное значение при применении дождевания и аэрозольного увлажнения.

Почвенные факторы характеризуются гранулометрическим составом, влагоемкостью, мощностью почвенного покрова, степенью засоления.

Учет геоморфологических условий (расчлененность территории, уклон поверхности, протяженность склонов) необходим при создании оросительной сети и выборе способа полива и поливной техники.

Гидрогеологические условия (глубина залегания, режим и минерализация грунтовых вод) оказывают существенное влияние на выбор способов орошения. Важнейшим элементом гидрогеологических условий при проведении мелиоративных мероприятий является регулирование режима грунтовых вод.

Биологические условия (характер развития надземной и подземной частей растений и требования их к режиму увлажнения) играют важную роль при

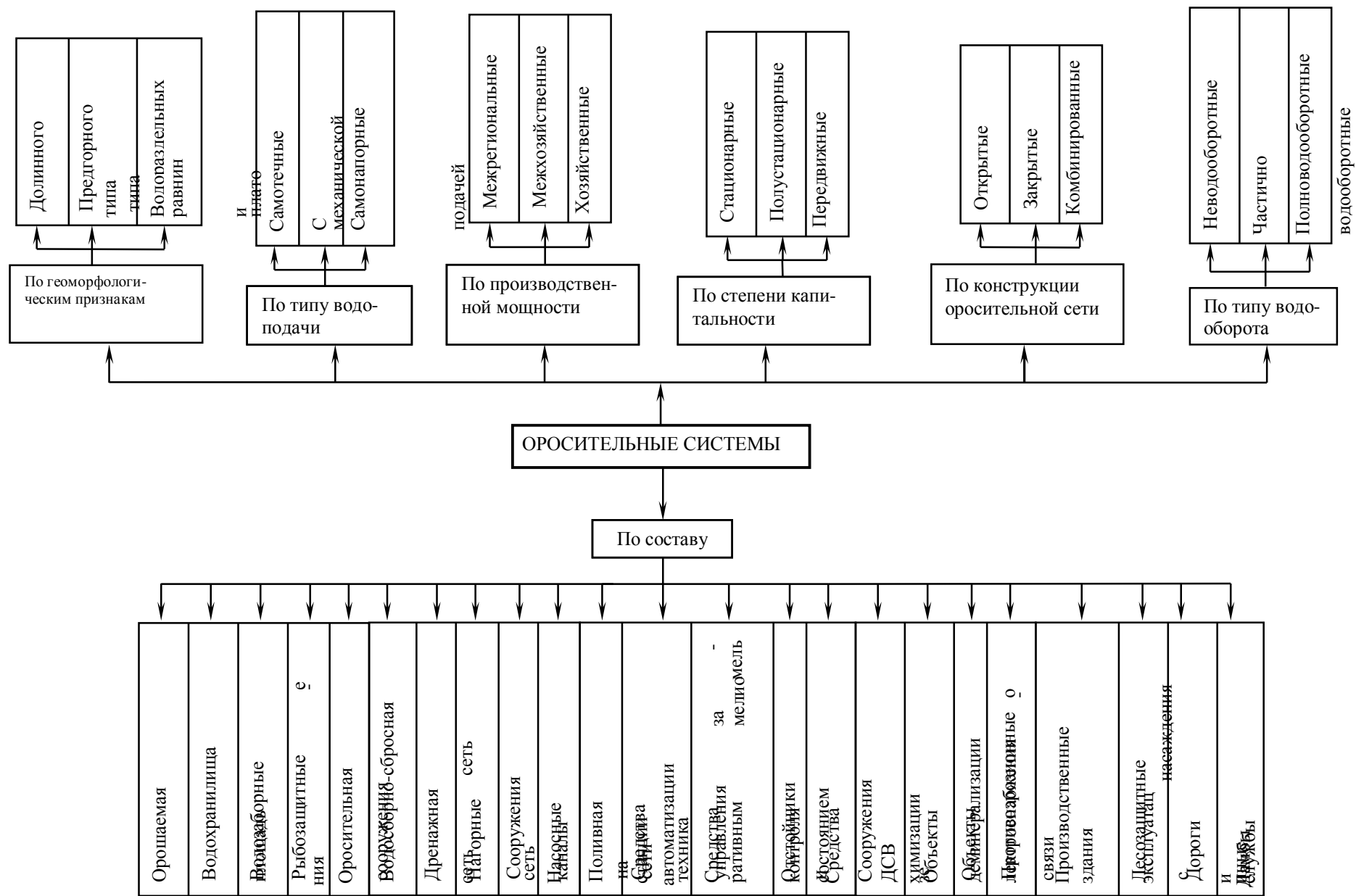


Рис. 1. Классификация оросительных систем

размещении того или иного способа орошения и поливной техники в различных природно-хозяйственных условиях.

Целесообразность применения различных способов орошения и полива определяется рядом водохозяйственных показателей, таких как коэффициенты полезного использования воды и орошаемой площади, размещение и специализация сельскохозяйственного производства, севообороты, организация территории и т.п. На основе принципов районирования способов орошения и техники полива, разработанных коллективом научно-исследовательских и проектных институтов системы Минводхоза СССР, в 1965-68 гг. выполнено крупномасштабное районирование орошаемой территории СССР по способам орошения и технике полива и в 1971-73 гг. ВНИИГиМ и ВНИИМиТП выпущены рекомендации по применению и размещению перспективных способов и техники полива для основных орошаемых зон СССР [5, 6].

Ранее составленная схема прогнозного районирования способов и техники полива нами уточнена с учетом конструкций оросительных систем, сети и поливной техники и выделены следующие этапы для определения зоны их применения (рис.2):

1. Физико-географическое районирование зоны орошения.
2. Выделение массива орошения.
3. Установление определяющих природно-хозяйственных условий и районирование по ним орошаемых массивов.
4. Выделение конечных контуров орошаемых массивов с идентичными условиями проведения поливов.
5. Выбор типа оросительной системы.
6. Установление рациональных величин элементов техники полива для каждого конкретного контура орошаемого массива.
7. Прогнозирование технических средств.
8. Оценка технической применимости систем, сети и поливной техники.
9. Районирование типов оросительной сети и поливной техники по типам местности.
10. Установление диапазона применения оросительной сети и поливной техники.
11. Сравнительная экономическая оценка технически принятых решений.

Основой для выбора и размещения способов орошения и поливной техники в различных природных зонах России является разработанная во ВНИИГиМ таксономическая система физико-географического районирования. Физико-географические условия территории являются определяющими при выборе способов орошения, поливных режимов и техники полива сельскохозяйственных культур. Районирование орошаемых территорий должно проводиться на основе таксономической системы ландшафтного районирования, включающей следующие таксономические единицы: почвенно-биоклиматический пояс, климатическую зону, почвенно-биоклиматическую область, ландшафтный район, тип местности. Структурная схема районирования орошаемых земель приведена на рисунке 3.

- ДМЭ уступы. Этапы районирования
1. Обширно-экономическое районирование
 2. Выделение орошаемого массива
 3. Установление оптимальных природно-хозяйственных условий и районирование по этим орошаемым массивам
 4. Выделение конкретных контуров орошения с учетом местных условий проведения полива
 5. Выбор типа оросительной системы
 6. Установление районированных элементов техники полива для каждого хозяйственного контура орошаемого массива
 7. Определение способов оросительных средств
 8. Оценка технической осуществимости систем, сети и поливной техники
 9. Районирование типов оросительной сети и поливной техники по зонам местности
 10. Установление оптимальных параметров оросительной сети и поливной техники
 11. Сравнительная экономическая оценка технических приемов районирования

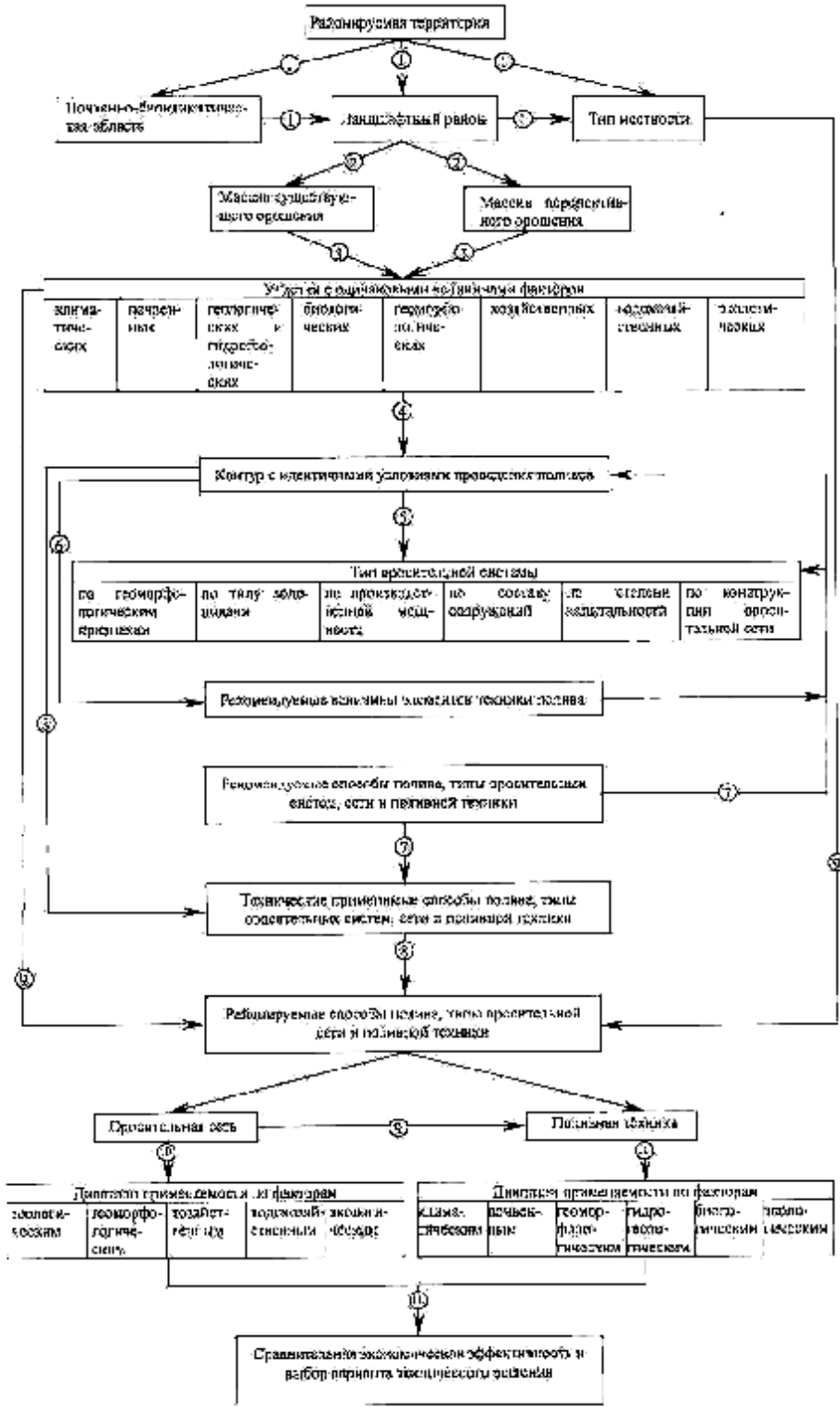


Рис. 2. Схема прогнозного районирования способов орошения, оросительных систем, сети и поливной техники

Почвенно-биоклиматический пояс объединяет территории, характеризующиеся сходными радиационными и термическими условиями, влияющими на почвообразование, развитие растительности. Территория России, где возможны и целесообразны, а часто и необходимы мелиоративные мероприятия, в основном относится к умеренному и теплomu поясам. Приток солнечной

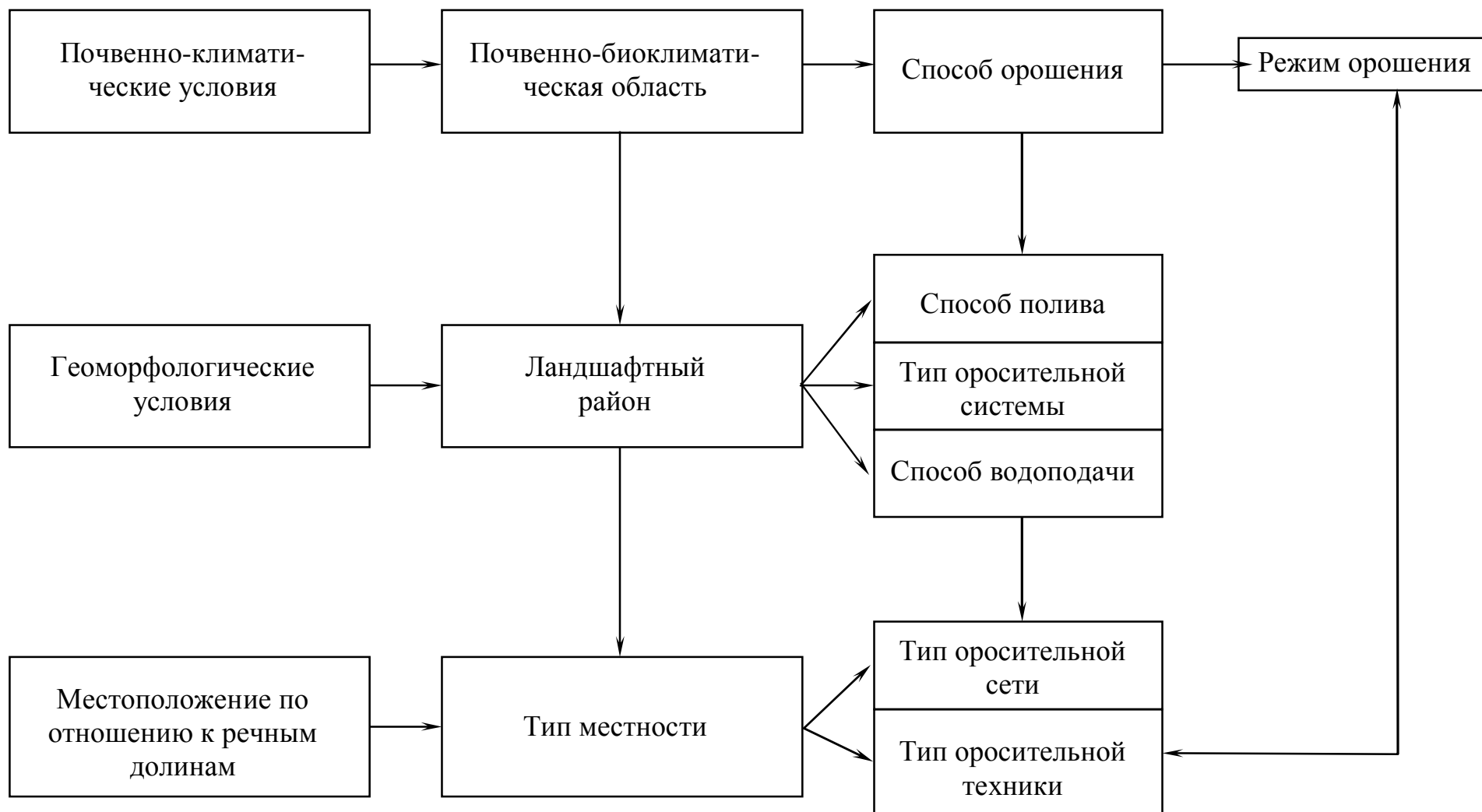


Рис. 3. Структурная схема районирования орошаемых земель

радиации с длиной волны 0,38...0,71 мкм (ФАР – фотосинтетически активная радиация) определяет световой режим территории; тепловой режим определяется годовой суммой среднесуточных температур выше 10^0 С.

Орошаемая территория РФ целиком расположена в умеренном почвенно-биоклиматическом поясе. Климатические зоны характеризуются степенью обеспеченности водой почвы и растений и определяются показателем увлажнения, представляющим отношение годового количества осадков к сумме среднесуточных значений дефицита влажности воздуха за год. Для орошаемой территории РФ (европейская часть) выделены следующие климатические зоны: достаточного ($K=1-1,33$), неустойчивого ($K=0,33-1,0$), недостаточного ($K=0,33-0,12$), незначительного ($K < 0,12$) увлажнения. В соответствии с климатическими зонами (достаточного, неустойчивого, недостаточного и незначительного увлажнения) определяют характер увлажненности территории и устанавливают необходимость проведения орошения, осушения и других мелиоративных мероприятий.

В пределах каждой климатической зоны выделяются почвенно-биоклиматические области (природные зоны), характеризующиеся определенными почвенными условиями и условиями возделывания определенных видов сельскохозяйственных культур, соответствующими им системами агротехнических и мелиоративных мероприятий. В пределах области назначаются способы и режимы орошения.

Почвенно-биоклиматические области в основном соответствуют природным зонам и включают: южно-таежную (лесную), лесостепную, степную, полупустынную и пустынную.

Исходя из системы таксономических единиц, при размещении способов орошения основным критерием является коэффициент увлажнения, который является одной из основных характеристик почвенно-биоклиматической области. На территории Европейской части РФ таких областей насчитывается семь. Если совместить климатические зоны с условиями применения способов орошения, то можно создать схему размещения способов орошения.

На территории Европейской части РФ целесообразно размещение способов орошения в зонах с коэффициентами увлажнения: дождевание $k_y=0,33-1,33$, мелкодисперсное дождевание $k_y=0,44-1,33$, поверхностное орошение $k_y=0,12-0,44$, внутрпочвенное орошение $k_y=0,22-0,55$, капельное орошение $k_y=0,33-0,55$. Как видно из этих данных, во всех областях возможно применение от 1 до 4 способов орошения. Особенно это относится к сухостепной и степной областям, где сосредоточены основные орошаемые земли в Европейской части РФ. В этих областях, кроме того, во многих случаях возможно сочетание способов орошения и полива, таких как сочетание дождевания с мелкодисперсным дождеванием, дождевание с поливом по бороздам, капельного орошения с микроили мелкодисперсным дождеванием и др.

Поэтому способ орошения для каждой зоны определяется комплексом как природных (климатических, почвенных, гидрогеологических, биологических), так и хозяйственных, водохозяйственных и экономических показателей.

Каждая почвенно-биоклиматическая область объединяет несколько ландшафтных районов (деление на ландшафтные районы южно-таежной (лесной), лесостепной, степной и полупустынной) принято по Милькову Ф.Н. [4], пустынной – по Дунину-Барковскому Л.В. [2].

В зависимости от рельефа, почвообразующих пород, климата, почвенного и растительного покрова и других геоморфологических особенностей выделяют ландшафтные районы, приуроченные к определенному типу природного географического комплекса, где возможно проведение различных агротехнических и мелиоративных мероприятий, типов оросительных и дренажных систем, способов водоподачи.

Ландшафтный район определяет тип оросительной системы по условиям водозабора – самотечный или с механическим водоподъемом, командование над орошаемой площадью и другие показатели. По геоморфологическим признакам выделяется 8 типов оросительных систем: предгорные (2 типа), долинные (3 типа), водораздельных равнин и плато (3 типа). Для Европейской территории системы на конусах выноса и предгорных долин характерны для предгорных районов Северного Кавказа. Остальные схемы применяются на территориях, примыкающих ко всем равнинным рекам. Выбор той или иной конструкции определяется в основном высотой водоподачи от водисточника на орошаемую площадь.

Каждый ландшафтный район включает типы местности – территориальные участки, отличающиеся положением по отношению к главным речным долинам и водоразделам, и являются основной единицей таксономии, в пределах которой осуществляется выбор способа орошения, поливной техники, типов оросительных систем и конструкций оросительной сети.

При районировании по типам местности участки выделяются с учетом геоморфологических, гидрогеологических, почвенных условий. В пределах южно-таежной (лесной), лесостепной, степной, полупустынной почвенно-биоклиматических областей выделяют следующие типы местности: пойменный, надпойменно-террасовый, плакорный, останцово-водораздельный, приречный, низкогорный, в пределах пустынной области – низкие и высокие террасы, дельты сухие и приморские, конусы выноса, аллювиальные равнины, склоны и т.д.

Тип местности является основной таксономической единицей при размещении различных типов оросительной техники и оросительной сети. С точки зрения согласования применения оросительной техники и сети и типов местности из всех их характеристик важнейшим является предельный уклон местности. Исходя из технических условий применения различных типов оросительной техники и Федеральных регистров базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г. разработана таблица 2 размещения оросительной техники по их видам (40 типов) в т.ч. дождевальной техники (17 типов), поливной техники, полосы, чеки (7 типов), систем капельного орошения (6 типов), систем внутрпочвенного орошения (6 типов), мелкодисперсного дождевания (4 типа).

Таблица 2. Размещение оросительной техники по типам местности

Способ орошения	Оросительная техника	Тип местности							
		ПРИРЕЧНЫЙ - 1 НИЗКОГОРНЫЙ - 2	ПОЙМЕННЫЙ ДЕЛЬТОВЫЙ	ПОДПОЙМЕННЫЙ ПОСРЕДСТВЕННО-ТЕРРАСОВЫЙ	НАДПОЙМЕННО-ТЕРРАСОВЫЙ	СКЛОНЫ	ПЛАКОРНЫЙ	МЕЖДУРЕЧНЫЙ НЕДРЕНИРОВАННЫЙ	ОСТАНЦОВО-ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЙ
		Уклоны поверхности земли							
		1 - 0,02...0,07 2 - 0,09...0,2	До 0,003	0,003...0,005	0,005...0,02 (0,01)	0,001...0,01	0,001...0,004	0,4...0,6	
ДОЖДЕВАНИЕ	Фрегат - ДМУА								
	Фрегат - ДМУБ								
	Кубань - ЛК						>0,0035		
	Мини-Фрегат -К Мини-Кубань - К						>0,0035		
	Кубань - Л		0,001			0,001	0,001		
	Кубань - ФШ Фрегат - ФШ					0,0015			
	Ладога								
	Днепр								
	Волжанка								
	ДДА			0,004		0,004			
	ДДН			0,004		0,004			
	ШД -25/300								
	КИ								
	КСИД								
	ДП -26	0,03							
Агрос	0,03								
Стационарные системы									
ДОЖДЕВАНИЕ	Передвижные колесные трубопроводы								
	Поливные шланговые машины					<0,008	<0,008		
	Поливные передвижные агрегаты		<0,002			<0,002	<0,002	<0,002	
	Автоматические шланговые устройства	<0,03							
	Поливные двухконсольные машины		<0,002			<0,002	<0,002	<0,002	
	Закрытые перфорированные трубопроводы		>0,002			<0,01	>0,002	>0,002	
	Стационарные автоматизированные системы	<0,03			<0,004		>0,004		
РАСПЫСКАНИЕ	С мембранным регулятором								
	Без регулятора	0,05							
	Со спиральными водовпусками	0,05							
	С мембранным водовпуском								
	Низконапорная система								
	Микродождевание	0,1							
КАПЕЛЬНО-ПОЛИВНОЕ	Стационарные из полиэтиленовых труб					0,005			
	Стационарные из микропористых трубок								
	Стационарно-сезонные с креплением кротовых увлажнителей					0,003	0,003		
	Сезонные с кротовыми увлажнителями					0,003	0,003		
	Стационарные системы с очаговыми перфорированными увлажнителями								
	Системы с смонтированными капельницами								
ВНЕШНЯЯ КАПЕЛЬНО-ПОЛИВНОЕ	На базе агрегатов ДДА			0,004		0,004			
	На базе "Мини-Фрегат-К" "Мини-Кубань-К"								
	Стационарные системы								
	Опрыскиватели ОП								

Исходя из условий применения оросительной сети по предельным уклонам разработана таблица 3, включающая восемь вариантов, в том числе открытые системы – 3 типа, закрытые системы – 2 типа, комбинированные системы – 3 типа.

Таблица 3. Размещение оросительной сети по типам местности

СИСТЕМЫ		Тип местности							
		ПРИРЕЧНЫЙ - 1 НИЗКОГОРНЫЙ - 2	ПОЙМЕННЫЙ ДЕЛЬТОВЫЙ	ВЫКЛИНИВАНИЕ ГРУНТОВЫХ	НАДПОЙМЕННО- ТЕРРАСОВЫЙ	ВЫКЛИНИВАНИЕ ГРУНТОВЫХ	СКЛОНЫ	ПЛАКОРНЫЙ	МЕЖДУРЕЧНЫЙ НЕДРЕНИРОВАН- НЫЙ
		Уклоны поверхности земли							
		1 - 0,02...0,07 2 - 0,09...0,2	До 0,003	0,003...0,005		0,005...0,02	0,001...0,01	0,001...0,004	0,4...0,6
Открытые	В земляном русле			0,004			0,004		
	Бетонированные каналы						0,003		
	Лотковые каналы						0,003	0,003	
Закрываемые	С машинным водоподъемом								
	Самотечно-напорные						>0,003	>0,003	
Комбинированные	ХР - РТ - ОТ								
	ХР - РТ - ОО			0,004			0,004		
	ХР - РТ - ГТ								

Примечание: ХР - хозяйственный распределитель;
 РТ - распределительный трубопровод;
 ОТ - оросительный трубопровод;
 ГТ - гибкий трубопровод
 ОО-открытый ороситель

Таким образом, совершенствование гидромелиоративных систем должно осуществляться с учетом районирования способов орошения по почвенно-биоклиматическим областям, оросительных систем – по ландшафтным районам, поливной техники и оросительной сети – по типам местности.

Литература

1. Губер К.В. Районирование территории России по способам орошения как фактор ресурсосбережения. Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии. Сборник научных докладов Научно-практической конференции. Часть 2 – Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2004.
2. Дунин-Барковский Л.В. Физико-географические основы проектирования оросительных систем. М. 1960.
3. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение. Справочник. Под ред. Б.Б. Шумакова. М.: Колос, 1999.
4. Мильков Ф. Н. Физико-географический район и его содержание. М.: Географиздат, 1956.
5. Носенко В.Ф. Принципы и основные положения методики районирования земель по прогнозируемой технике полива. Сб. науч. тр. ВНИИМиТП. т. 7. Коломна, 1974.
6. Романов В.М., Иванцова Т.И., Волчкова Т.Л. Перспективные способы и техника полива. М.: Колос, 1974, 127 с.
7. СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные системы и сооружения. Госстрой СССР. М.:ЦИТП Госстроя СССР. 1986, 60 с.

УДК 626.81/84

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО И МОРАЛЬНОГО ИЗНОСА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

К.В.Губер, д.т.н., И.А. Долгушев, к.т.н.
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Необходимость реконструкции мелиоративных систем обусловлена рядом причин, характерных для орошаемого земледелия: неблагоприятными гидрогеологическими и почвенно-мелиоративными условиями, возникновению которых способствовало техническое несовершенство мелиоративных систем, недостаточной водообеспеченностью, ростом культуры земледелия, интенсификацией использования орошаемых земель. Существенной причиной, вызывающей необходимость реконструкции мелиоративных систем, является их моральный и физический износ.

Сопоставимость затрат на реконструкцию с затратами на новое строительство, возрастание удельного веса работ по реконструкции в общем объеме мелиоративного строительства требует создания и осуществления качественно новых проектов, разработанных на основе детальных исследований причин ухудшения мелиоративного состояния, недобора урожая сельскохозяйственных культур. Результатом реконструкции должно быть достижение проектных показателей (урожайность, валовой сбор, качество продукции и др.). Значение технико-экономических показателей, характеризующих мелиоративную систе-

му после реконструкции (КПД, КЗИ, урожайность культур и др.), должны быть обоснованы с учетом конкретных условий данного хозяйства.

В процессе длительной эксплуатации все действующие оросительные системы подвергаются как физическому, так и моральному износу, которые необходимо учитывать при установлении рациональной очередности реконструкции оросительных систем, планировании инвестиционных вложений на их капитальный ремонт и реконструкцию, при обосновании потребности в строительных материалах, изделиях, машинах и механизмов, запчастях на эти цели.

Под физическим износом реконструируемых оросительных систем понимается постепенная утрата материалами, изделиями, конструкциями, поливной техникой, которые входят в состав системы, первоначальных качеств, в результате чего ухудшаются их эксплуатационные свойства и снижается стоимость. Физический износ основных производственных фондов определяется как сумма износов их отдельных частей, элементов, входящих в этот объект, и может определяться двумя показателями: в процентном выражении и стоимостью в рублях.

Оценка основных фондов мелиоративных систем выполняется по физическому износу, определяемому по техническому состоянию, срокам службы и объемам работ. Определение физического износа по техническому состоянию рекомендуется оценивать на основе обследования инвентарных объектов, и в установлении процента физического износа отдельных их элементов, частей и узлов и суммарного средневзвешенного процента износа, исходя из удельного веса их в общей стоимости объекта.

Коэффициент физического износа элементов системы по объекту работ определяется по формуле:

$$K_{\text{физ.}} = T_{\text{ф}} \times Q_{\text{ф}} / T_{\text{н}} \times Q_{\text{н}}, \quad (1)$$

где: $T_{\text{ф}}$ – количество лет, фактически отработанных системой;

$Q_{\text{ф}}$ – среднее количество продукции, фактически выработанное за один год;

$T_{\text{н}}$ – нормативный год службы, годы;

$Q_{\text{н}}$ – годовая производственная мощность, выраженная в продукции (нормативная производительность системы).

При определении коэффициента физического износа отдельных инвентарных объектов по срокам службы имеется в виду, что физический износ происходит равномерно в течение всей физической жизни средств труда. В действительности же точного равномерного износа не наблюдается.

При условии равномерного физического износа средств труда:

$$K_{\text{физ.}} = T_{\text{ф}} / T_{\text{н}} \quad (2)$$

В случае же, когда нормативный срок службы не может быть точно определен, коэффициент физического износа может быть установлен по формуле:

$$K_{\text{физ.}} = T_{\text{ф}} / (T_{\text{ф}} + T_{\text{о}}), \quad (3)$$

где $T_{\text{о}}$ – возможный остаточный срок службы.

Физический износ основных производственных фондов может быть вызван тремя группами факторов:

- воздействием различных природных факторов;
- влиянием технологических и функциональных факторов;
- проявлением дефектов проектирования, строительства и эксплуатации.

Вопросы физического и морального износа эксплуатируемых оросительных систем особенно актуальны в связи с многообразием условий эксплуатации и недостаточной изученностью этой проблемы.

Определение уровня физического и морального износа оросительных систем необходимо для определения потребных инвестиционных вложений на капитальный ремонт и реконструкцию для прогнозирования периодичности проведения данных работ.

При определении степени физического износа основных фондов следует учитывать:

Первое: любое здание, сооружение или оросительная система состоят из различных элементов и разнообразных конструкций, неравноценных по своей стоимости, сроку службы, стойкости и значимости.

Второе: износ и разрушение их элементов и конструкций обычно происходит под воздействием ряда факторов – климатических, почвенных, физических, химических, гидрологических, геологических, гидрогеологических, механических и др., причем роль каждого из них в данном конкретном случае различна, и ее трудно выявить и оценить.

Третье: отсутствие объективного комплексного показателя для измерения износа.

При составлении технической документации на реконструкцию любой оросительной системы устанавливается величина физического износа отдельных элементов системы. После определения степени их износа определяется средневзвешенный процент физического износа оросительной системы в целом по формуле:

$$U_{j\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i l_i}{100} \quad (4)$$

где $U_{j\phi}$ - физический износ, j - ой оросительной системы в целом, %;
 n - число элементов, входящих в данную оросительную систему; L_i - физический износ i -го элемента системы, %; l_i - удельный вес стоимости отдельного i -го элемента в восстановительной стоимости реконструируемой оросительной системы.

Величина износа отдельных элементов реконструируемой оросительной системы L_i определяется на основании их технического состояния на момент оценки.

Стоимостное выражение износа по восстановительной стоимости оросительной системы определяется следующим образом:

$$U_{jcm} = \frac{q_{j\phi} \cdot V_j^e}{100} \quad (5)$$

где $U_{j\text{ст}}$ - физический износ j - ой оросительной системы, руб.; $q_{j\text{физ}}$ - физический износ j -ой оросительной системы, %, руб.; v_{vj} - восстановительная стоимость j -ой оросительной системы, руб.

При определении технического состояния отдельных конструктивных элементов рекомендуется использовать при физическом износе пять оценок:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| 1. Хорошее | - 0-20% |
| 2. Удовлетворительное | - 21-40 % |
| 3. Неудовлетворительное | - 41-60% |
| 4. Ветхое | - 61-80% |
| 5. Негодное | - более 80% |

Износ свыше 80% характеризуется полным разрушением конструктивного элемента.

Кроме физического основные фонды подвержены моральному износу, который выражается в обесценивании основных фондов и средств труда до окончания срока своей физической службы, по причинам не связанным с утратой потребительской стоимости и функциональным и технологическим несоответствием современным требованиям уровню научно-технического прогресса.. Следует различать два рода морального износа основных фондов под его влиянием.

Моральный износ действующих оросительных систем может проявляться в двух формах.

Первая форма морального старения – это снижение стоимости оросительной системы в связи с научно-техническим прогрессом и удешевлением строительства, или разница стоимости оросительной системы в период ее возведения и в настоящее время. Уменьшение стоимости систем обусловлено ростом производительности общественного труда в строительстве, совершенствовании методов расчетов и проектирования систем.

Величину морального износа первой формы (обесценивание старых оросительных систем) в процентах к полной первоначальной стоимости оросительной системы следует определять по формуле:

$$U_{j\text{м1}} = \frac{(П_j - B_j) \cdot 100}{П_j} \quad (6)$$

где $П_j$ - первоначальная сметная стоимость j - оросительной системы, тыс. руб.; $U_{j\text{м1}}$ - моральный износ реконструируемой оросительной системы первого вида, %; B_j - восстановительная стоимость j - ой реконструированной системы на данный момент, тыс. руб.

Моральный износ второго рода является следствием создания более совершенных оросительных систем, конструкций зданий, сооружений, машин, обеспечивающих дополнительное сбережение живого и овеществленного труда на единицу выпускаемой продукции. Моральный износ второго рода зависит от темпов возможного внедрения в народное хозяйство новых, более совершенных и прогрессивных основных производственных фондов. Эта форма морального износа оросительных систем требует дополнительных капитальных затрат, не-

обходимых для ликвидации функционального их устранения, т.е. несоответствия современному техническому уровню.

Ликвидация морального износа второго рода приводит к увеличению первоначальной стоимости оросительных систем. На основе сравнения реконструированной оросительной системы с эталонной (технически и экологически совершенной) системой выявляются функциональные дефекты и определяется размер морального износа второй формы реконструируемой оросительной системы.

Моральный износ второй формы существующих оросительных систем следует учитывать по:

а) низким техническим и функциональным показателям реконструируемой или оцениваемой оросительной системы;

б) плохому экологическому состоянию орошаемых земель, обслуживаемых оросительной системой;

в) отсутствию ли недостаточно качественной работе дренажа, средств автоматизации или телемеханики, наличию закрытой сети и т.д.;

г) уровню физического и морального износа той или иной системы.

Моральный износ второй формы предлагается оценивать по следующей формуле:

$$U_{j\text{м}2} = 1 - (\mathcal{E}_j + E_n \times C_j) / (\mathcal{E}_{jn} + E_n \times C_{jn}) \quad (7)$$

где \mathcal{E}_j и \mathcal{E}_{jn} - годовые эксплуатационные затраты соответственно по старым объектам и варианту нового технического решения, принятого за эталон;

E_n - коэффициент дисконтирования капитальных вложений;

C_j и C_{jn} - сметная стоимость соответственно старого объекта и варианта технического решения, принятого за эталон.

Моральный износ второй формы для сооружений предлагается находить по формуле:

$$U_{j2} = C_j / V \quad (8)$$

где C_j - стоимость ремонтно-реконструктивных мероприятий, направленных на устранение морального износа второй формы, руб; V_j - восстановительная стоимость сооружения, руб.

Величину морального износа второй формы для j -ой реконструированной в развернутом виде можно выразить формулой:

$$U_{j\text{м}2} = \sum_{i=1}^n m_j = m_1 + m_2 + \dots + m_n \quad (9)$$

где $\sum \mu_j$ - значения коэффициентов по отсутствующим технико-экономическим элементам реконструируемой оросительной системы; n - количество отсутствующих элементов на реконструируемой оросительной системе; $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ - значение коэффициентов каждого отсутствующего элемента.

Так, если стоимость устройства на реконструируемой системе дренажа составляет 10% восстановительной стоимости реконструируемой оросительной системы, то отсутствие этого мероприятия на системе оценивается в том же размере.

Дефекты реконструируемых оросительных систем классифицируются по трем признакам: по отсутствию того или иного мероприятия; по наличию экологических отрицательных последствий, которые необходимо ликвидировать (вторичное засоление, заболачивание, ирригационная эрозия почв и т.д.); по необходимости реконструкции отдельных элементов оросительной системы.

Качество реконструируемых оросительных систем в настоящее время определяется многими показателями такими, как величинами КПД, КЗИ, процентом засоленных, подтопленных земель и т.д. Трудности общей оценки уровня качества реконструируемых оросительных систем обусловлены большим количеством учитываемых оценочных показателей.

Необходимо введение и использование для комплексной оценки физического и морального износа реконструируемых оросительных систем комплексного показателя в виде обобщающего индекса, который одновременно учитывал бы их физический и моральный износ.

Индекс качества реконструируемой оросительной системы, учитывающий ее физический и моральный износ, предлагается рассчитывать по формуле:

$$I_j = 1 - \frac{U_{j\phi} + U_{j\phi 1} + U_{j\phi 2}}{100} \quad (10)$$

где I_j - индекс качества j -ой реконструируемой оросительной системы, учитывающий ее физический и моральный износ;

$U_{j\phi}$, $U_{j\phi 1}$, $U_{j\phi 2}$ соответственно процент физического, морального первого и второго форм износа, %

Оценку технического состояния реконструируемых оросительных систем целесообразно проводить в следующей последовательности и пользоваться нижеприведенными формулами.

Физический и моральный износ реконструируемой оросительной системы в процентах в зависимости от износа отдельных ее элементов определяется по формулам (4), (5), (6), (7), (8).

Следующим этапом технико-экономического расчета является определение удельных приведенных затрат, которые необходимы для проведения реконструкции j -ой оросительной системы по формуле:

$$Z_j^{yd} = C_j + E_n \cdot K_j + Y_j^6 + Y_j^{эк} \quad (11)$$

где Z_j^{yd} - удельные приведенные затраты, необходимые для проведения реконструкции j -ой оросительной системы, руб/га;

C_j - удельные годовые эксплуатационные затраты j -ой реконструируемой системы, руб/га;

K_j - удельные капитальные вложения в реконструкцию j -ой оросительной системы, руб/га;

Y_{vj} и $Y_j^{эк}$ - соответственно удельные ущербы, вызванные потерей оросительной воды на фильтрацию и сброс (Y_{vj}^B) и экологические ущербы ($Y_j^{эк}$), обусловленные ирригационной эрозией почв, засолением и т.д., руб/га.

Определив величину индекса, учитывающего уровень физического и морального износа реконструируемой оросительной системы, а также размер удельных приведенных затрат, необходимых для проведения реконструкции

этой системы, далее следует рассчитывать величину удельных приведенных затрат ($Z_j^{уд}$), приходящихся на один процент неамортизированных основных фондов данной оросительной системы по формуле:

$$Z_j^{уд} = \frac{Z_j^{зд}}{Z_j} = \frac{C_j + E \cdot k_j + Y_j^e + Y_j^{эк}}{I_j \cdot K_j^{yp} \cdot 100} \rightarrow \min \quad (12)$$

где $Z_j^{уд}$ - удельные приведенные затраты, приходящиеся на один процент индекса j -ой реконструируемой системы, руб/ %;

K_j^{yp} - коэффициент, учитывающий уровень достижения проектной урожайности возделываемых культур до проведения реконструкции на данной оросительной системе, в долях единицы.

Ранжируя реконструируемые оросительные системы по величине ($Z_j^{уд}$) от минимального их значения до максимального, легко установить рациональную очередность реконструкции среди нескольких реконструируемых оросительных систем. Первоочередной среди реконструируемых оросительных систем будет та оросительная система, у которой величина удельных приведенных затрат ($Z_j^{уд}$) будет наименьшей.

Обследовав техническое состояние подлежащих реконструкции «m» оросительных систем и используя данную методику для оценки физического и морального износа, устанавливается рациональная очередность их реконструкции по формуле:

$$Z_{jуд} = \frac{C_j + E_p \cdot K_j + Y_j^e + Y_j^{эк}}{I_j \cdot K_j^{yp} \cdot 100} \rightarrow \min \quad (13)$$

где $Z_{jуд}$ - удельные приведенные затраты j -ой реконструируемой оросительной системы в рублях на 1% индекса качества системы, руб/1%;

I_j - индекс качества j -ой реконструируемой системы, определяемой по формуле, в долях единицы;

Ранжируя удельные приведенные затраты оцениваемых реконструируемых оросительных систем от наименьшего до наибольшего значения, устанавливаем экономически обоснованную рациональную очередность их реконструкции. При этом следует сопоставить методы комплексной качественной оценки физического и морального износа реконструируемых водохозяйственных мелиоративных систем, основанных на удельном весе стоимости, удельным приведенным затратам, индексам качества, и проранжировать их в определенном порядке, затем установить износ по фактическому определению объемов работ.

Выбор критерия оптимизации очередности реконструкции объектов основывается на использовании динамических моделей развития, которые в явном виде учитывают время начала реконструкции и эксплуатации с установлением временной последовательности (очередности) реконструкции, что пред-

полагает одновременность как осуществления затрат, так и получения эффекта. Один и тот же объем затрат и эффекта, произведенный и полученный в разное время, имеет неодинаковое значение для общества.

Динамические модели учитывают в виде функции времени экономические, технические и социальные факторы, материально-технические ресурсы, мощности строительного-монтажных организаций, объемы финансирования. В качестве ограничений используют плановые показатели по вводу реконструируемых площадей, производству сельскохозяйственной продукции; в качестве оценочного показателя с учетом фактора времени – показатель приведенных дисконтированных затрат, а методики приведения – формулу сложных процентов.

Разновременные капитальные вложения приводятся в сопоставимый вид дисконтированием, а текущие затраты принимаются за один год нормальной эксплуатации объекта.

Полученный критерий оптимизации можно использовать при условии сопоставимости сравниваемых объектов по материальному балансу: объему выпускаемой продукции путем введения «компенсирующих» мощностей для покрытия дефицита в выпуске продукции по каждому объекту; затратам трудовых ресурсов с использованием производственной функции «затраты – выпуск»; использованию водных ресурсов с определением ущерба от их изъятия.

С учетом материального баланса по каждому реконструируемому объекту рассчитывают дисконтированные затраты в зависимости от начала и окончания работ в пределах общих сроков реконструкции всей системы. Очередность реконструкции объектов устанавливается в результате расчетов по модели, в которой целевая функция представляет собой минимум приведенных дисконтируемых затрат по всем реконструируемым в течение планового периода объектам. Технологические ограничения обусловлены необходимостью одновременного проведения работ по реконструкции в границах каждого пускового комплекса, ибо в случае разновременной реконструкции соседних объектов комплекса резко снижается ее эффект.

Установление очередности реконструкции заключается в многошаговом поиске оптимума, при котором в каждом году планового периода к реконструкции принимают объекты, обеспечивающие минимум целевой функции и не превышают установленных ограничений. Такой подход позволяет применять алгоритмы последовательного анализа вариантов, основанные на проведении направленного перебора. Она позволяет с применением экономико-математических методов установить оптимальную очередность объектов реконструкции с соответствующим экономическим эффектом.

Алгоритм планирования очередности реконструкции сводится к следующим операциям (см. рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема алгоритма планирования очередности реконструкции объектов оросительных систем

УДК631.674.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

В.К. Губин к.с-х.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

На большинстве орошаемых земель РФ были построены дождевальные системы, позволяющие обеспечивать управление агробиоценозом на основе комплексных мелиораций. Однако в условиях возросшей стоимости энергоресурсов применение дождевания в ряде случаев не выдерживает экономической конкуренции с поверхностными способами полива по бороздам и полосам.

Когда рельеф местности позволяет произвести поливы по бороздам и полосам, применение этих способов даёт возможность значительно снизить размеры капиталовложений и энергоемкости оросительных систем.

Для поливов по бороздам, проводимым из открытой водораспределительной сети, характерна высокая неравномерность распределения воды как между отдельными бороздами, так и по их длине, а также значительный сброс в конце борозд. Использование современных технических средств позволяет усовершенствовать технологию полива и благодаря этому повысить равномерность распределения воды по полю, резко сократить как поверхностный сброс, так и глубинную фильтрацию воды, приблизив качество полива к орошению дождеванием.

К таким техническим средствам относится сеть поливных трубопроводов. Особенностью этой сети является обеспечение работы за счет напора, создаваемого уклоном поля. Эта поливная техника позволяет вносить с водой удобрения, средства химической мелиорации почвы, а также химические средства защиты растений.

Значительное сокращение поверхностного сброса обеспечивается путём совершенствования технологии полива, в частности, при проведении поливов переменной струёй. Сущность этой технологии заключается в том, что в первую половину полива в борозды подают уменьшенную поливную струю, при этом происходит медленное увлажнение донной части борозды с вытеснением воздуха из некапиллярных пор, после увлажнения верхней трети длины борозд расход в борозды увеличивают в 2 - 3 раза, что обеспечивает равномерное достижение поливными струями конца борозд, после чего поливные струи опять уменьшают в 2 раза и обеспечивают увлажнение на заданную глубину при минимальной величине технологического сброса. Такая технология наиболее результативна на землях с повышенными уклонами местности (более 0,08).

На землях с малыми уклонами более эффективен импульсный способ подачи воды в борозды. Согласно этой технологии, на первом этапе полива в борозды подают увеличенные поливные струи. При движении струй по бороздам происходит защемление воздуха в некапиллярных порах и благодаря этому выравнивание скорости впитывания воды по длине борозд. После дос-

тижения поливными струями 70 - 80 % длины борозды подачу воды в борозды прерывают, а затем повторяют вновь. Чередование циклов подачи с перерывами на впитывание воды позволяет повысить равномерность увлажнения по длине борозд и свести к минимуму сброс в конце борозд.

При внесении с оросительной водой химмелиорантов подачу их в воду производят уже после достижения поливными струями конца борозд, а после завершения подачи некоторое время (или несколько циклов) полив проводят чистой водой, обеспечивая промывку сети и вымывание удобрений или химмелиорантов.

Типовой участок системы с сетью подземных поливных трубопроводов состоит из головного узла, распределительного и нескольких поливных трубопроводов. Головной узел включает ряд сеток для удержания плавающего сора и гидроподкормщик. Поливные трубопроводы имеют водовыпускные отверстия через расстояние, равное ширине междурядий орошаемой культуры и располагаются поперек доминирующего уклона. Полив производится одновременно по всей длине трубопровода. Расстояние между поливными трубопроводами устанавливается в зависимости от величины уклона поля и водно-физических свойств почвы. Поэтому длина борозды варьирует в пределах от 100 до 400 м, а величина подаваемых в борозды поливных струй может составлять от 0,1 до 0,5 л/с. При длине поливных трубопроводов 300-400 м и поливном токе в борозду 0,1-0,12 л/с расхода, подаваемого из распределительного трубопровода, недостаточно для подачи во все борозды, расположенные по фронту поливного трубопровода. Решить эту проблему позволяет усовершенствованная конструкция подземного поливного трубопровода (патент РФ № 2091008).

Особенностью данной конструкции (рис.1) является выполнение водовыпускных отверстий в поливном трубопроводе через расстояние, кратное ширине захвата пропашного агрегата, а распределение воды между поливными бороздами обеспечивается с помощью съемных штанг, имеющих водовыпускные отверстия через расстояние, равное ширине междурядий. Конструкция узла подключения штанги к поливному трубопроводу позволяет располагать отверстия в штангах строго против борозд. При этом узел подключения штанги совмещается с гребнем стыковой борозды, что позволяет перед проведением междурядных обработок расположить штанги вдоль рядков растений и провести междурядную обработку посевов.

Узел подключения снабжен запорным краном, что позволяет регулировать подачу воды в группу борозд, а также при необходимости, прекратить ее полностью. Таким образом, поливы можно проводить отдельными участками поливного трубопровода соразмерно подаваемому в него расходу. По окончании оросительного сезона штанги вместе с узлами подключения снимают и убирают с поля на зимнее хранение. После их уборки на поле может проводиться глубокая обработка почвы, так как глубина заложения поливных трубопроводов исключает возможность повреждения их при вспашке.

Наряду с подземными поливными трубопроводами могут быть использованы переносные гибкие или жесткие трубопроводы, которые также имеют перфорацию через расстояние, равное ширине междурядия.

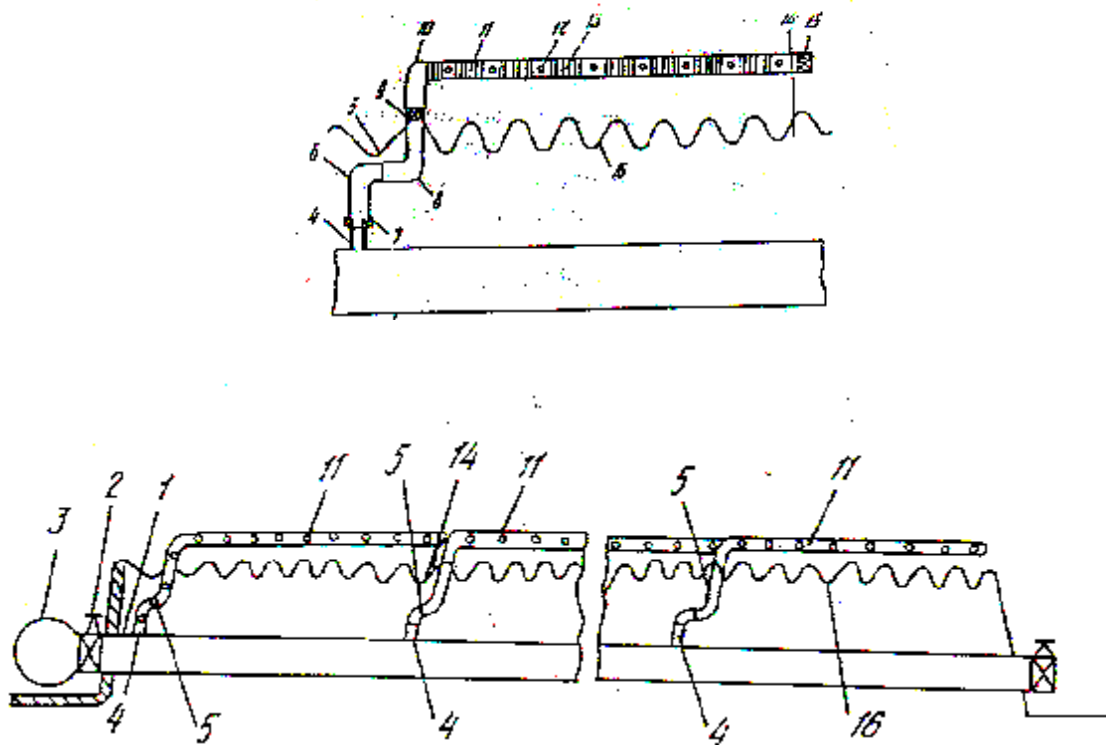


Рис. 1. Подземный поливной трубопровод:

1- подземный поливной трубопровод, 2-водовыпуски на группу борозд, 3-поливные трубки, 4-коленчатый насадок, 5-6 – колено, 7-запорный элемент, 8-заглушка, 9-задвижка, 10-распределительный трубопровод, 11-перфорированные горизонтальные штанги, 12-соединение, 13-перфорация, 14-заслонка, 15-шпилька, 16-борозда

Разработанная во ВНИИГиМ конструкция гибкого поливного трубопровода (пат. РФ №2198503) включает шланг, разделенный на три секции: две боковые и центральная (рис.2). Секции сообщаются между собой в головной и концевой части трубопровода. В крайних секциях выполнена водовыпускная перфорация с чередованием в шахматном порядке. Головная и концевая части крайних секций снабжены запорными устройствами. Центральная секция обеспечивает выравнивание напора по длине трубопровода. Такая конструкция трубопровода позволяет реализовать несколько способов проведения полива.

Первый способ проведения полива - через борозду по уплотненным бороздам. Для его осуществления перекрывают запорные устройства в начале и в конце одной из боковых секций. При проведении полива вода будет заполнять центральную секцию и открытую боковую и поливные струи будут поступать через борозду по бороздам, уплотненным колесами трактора. При проведении полива по этим бороздам обеспечивается равномерное увлажнение по длине борозды при небольшой глубине промачивания и подаче небольших поливных норм с минимальным сбросом. Такой способ полива применяют при орошении всходов, имеющих неглубокую корневую систему.

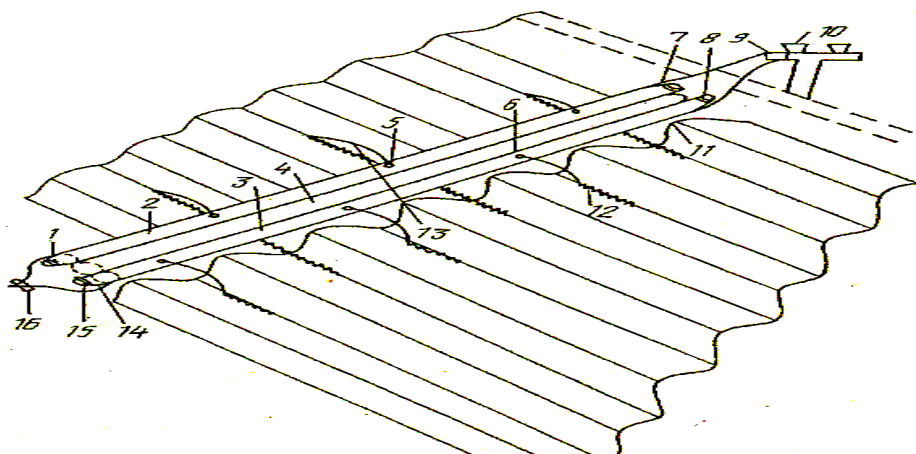


Рис. 2. Гибкий поливной трубопровод:

1- гибкий поливной трубопровод, 2 и 3-боковые секции, 4-центральная секция, 5-четные водовыпускные отверстия, 6-нечетные водовыпускные отверстия, 7-головные участки боковых секций, 8-запорные устройства, 9-патрубок, 10-гидрант, 11-гребни борозд, 12-нечетные борозды, 13-четные борозды, 14-концевые участки секций, 15 и 16-запорные устройства

Второй способ полива проводится с подачей воды через борозду из второй боковой секции в неуплотненные борозды. Он позволяет значительно увеличить глубину промачивания при минимальной величине сброса.

Третий способ используется при одновременной работе не менее 2 поливных трубопроводов. Из первого трубопровода воду подают одновременно из обеих боковых секций в каждую борозду, из второго трубопровода - из одной боковой секции только в неуплотненные боковые борозды. Таким образом, длина неуплотненных борозд вдвое превышает длину рыхлых борозд, и поливные струи достигают конца поля одновременно как по уплотненным, так и по рыхлым бороздам.

Для работы гибких трубопроводов достаточно 2-4 м напора, однако из-за малой скорости течения воды эти трубопроводы более подвержены заиливанию при проведении поливов мутной водой. Периодические промывки гибких трубопроводов малоэффективны, требуют сброса в дренажную сеть значительного количества промывной воды и приводят к заилению дренажной сети. Между тем взвешенная в поливной воде илистая фракция является ценным органическим удобрением и при подаче ее на поле может способствовать повышению его плодородия. В настоящее время во ВНИИГиМ ведется разработка технологии полива, позволяющая предотвратить отложение ила в трубопроводах и подачу его вместе с поливной водой на поле (рис.3). Сущность разрабатываемой технологии состоит в том, что по длине поливных трубопроводов последовательно создают резкое увеличение скорости потока, производя взмучивание

ила и подачу его на поле. В этом случае отсутствует необходимость в проведении промывок трубопроводов и устройстве сбросной сети (пат. РФ №2151492).

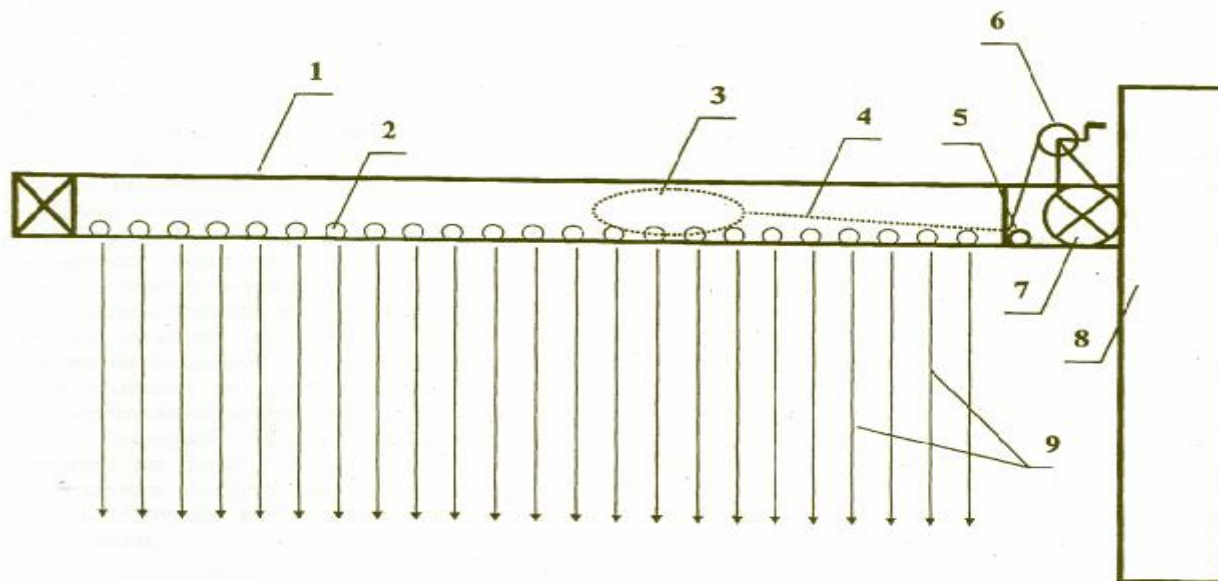


Рис. 3. Способ полива по бороздам:

- 1- поливной трубопровод, 2-водовыпуски в головной части,
- 3-подвижный элемент, 4-гибкая связь, 5-блок, 6-барабан лебедки,
- 8-транспортирующий трубопровод, 9-борозды

Обязательным элементом реконструкции оросительных систем при их переводе с дождевания на полив по бороздам является планировка земель. Однако здесь следует иметь в виду, что рельеф местности очень тесно связан с конструкцией дождевальных машин. Так, при замене машин фронтального действия типа «Кубань», которые применяются, как правило, на хорошо спланированных землях, требуется в основном эксплуатационная планировка. В то же время при замене машин «Фрегат», «Волжанка», «Кубань-ЛК», «Днепр», где требования к рельефу не столь жесткие, в ряде случаев потребуется как строительная, так и эксплуатационная планировка.

Современные технологии полива по бороздам могут использоваться для продления срока службы дождевальных систем выработавших свои ресурсы, при этом обеспечивается возможность обеспечения равномерного увлажнения по длине борозд при значительном сокращении поверхностного сброса в конце борозд.

Литература

1. Патент РФ № 2091008. Подземный поливной трубопровод. Губин В.К. и др. БИ №27, 1997.
2. Патент РФ № 2198503. Гибкий поливной трубопровод. Губин В.К. и др. БИ №5, 2003.
3. Патент РФ № 2151492. Способ полива по бороздам. Губин В.К. и др. БИ №18, 1998.

УДК 631.582

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Г.Г. Гулюк, к.с.-х.н

Минсельхоз РФ, Москва, Россия;

Ю.А. Томи, к.с.-х.н., В.А. Лисюти, к.с.-х.н.

Мещерский филиал ВНИИГиМ, Рязань, Россия

Торфяные почвы являются потенциально плодородными и широко используются в сельскохозяйственном производстве. Однако интенсивная их эксплуатация, бессистемное использование приводит к изменению агрономических свойств (агрофизических, агрохимических и биологических) к частичной или полной деградации, сработке органического вещества торфа. Эти изменения, главным образом, направлены в сторону уменьшения влагоемкости, общей скважности, увеличения объемной массы, плотности и аэрации. Что касается агрохимических свойств, то здесь наблюдается увеличение степени разложения, зольности и образования минерального азота (нитратов, нитритов и аммония). Основными факторами, влияющими на почвообразовательный процесс торфяных почв, являются интенсивность осушения и использования (норма осушения, процесс производственного использования).

По данным исследований Мещерского филиала ВНИИГиМ, разная норма осушения на болоте «Кальское» по-разному влияет на изменение водно-физических свойств. Так, при уровне грунтовых вод в среднем за вегетацию 207 см (глубокое осушение) объемная масса за 6 лет в пахотном слое увеличилась с 0,2 до 0,36 г/см³ или на 55 %. Полная влагоемкость за этот период наблюдения снизилась с 372 до 327 %.

Результаты исследований на объекте мелиорации «Никитское» также показали, что при более интенсивном осушении заметнее изменяются агрофизические и агрохимические свойства торфа. Установлено, что за 5 лет исследований больше всего изменений наблюдалось при норме осушения в среднем за вегетацию 120-140 см, меньше всего на участке с нормой осушения 60-80 см от поверхности.

Агрофизические и агрохимические свойства торфа существенно изменяются в процессе интенсивности и продолжительности их использования. На мелиорируемом объекте «Тинки-II» за период с 1969-1979 гг. произошли следующие изменения. Полная влагоемкость на участке с пропашным севооборотом в пахотном слое уменьшилась с 222,0 до 187,0 %, а на участке с многолетними травами практически осталась без изменения. Также отмечается увеличение объемной массы в пропашном севообороте с 0,25 до 0,30 г/см³, а в севообороте с использованием многолетних трав только с 0,25 до 0,27 г/см³.

Кроме того, в процессе длительного использования торфяных почв повышается степень разложения торфа, вследствие повышенной его минерализации и образования нитратного азота (табл. 1).

Таблица 1. Образование нитратного азота в торфяных почвах в зависимости от срока его использования

Горизонты, см	Содержание нитратного азота, мг/100 г почвы		
	1955 год (после осушения)	1960 год (5 лет исп-ния)	1967 год (12 лет исп-ния)
0-30	следы	48,1	43,0
30-50	следы	56,4	69,1
0-50	следы	52,2	91,0

По данным таблицы видно, что в первый год после осушения болота нитраты отсутствуют. Их образование увеличивается по мере использования. Так, через 5 лет в слое 0-50 см их содержание составило 52,2, а через 12 лет – уже 91,0 мг/100 г почвы.

Интенсивность и продолжительность использования торфяных почв влияют и на величину минерализации органического вещества торфа. Отмечается, что в системе севооборота за счет минерализации органического вещества зольность ежегодно возрастает примерно на 0,05%. При этом под пропашными культурами она увеличивается до 0,1 %, под многолетними травами значительно меньше. Что касается изменения зольности в зависимости от срока использования, то на целинном участке в течение 5 лет она составляла 8,1-8,5 %, а на используемом за этот период - 13,8 %.

Из вышеизложенного следует, что под влиянием осушения, окультуривания и использования торфяные почвы подвергаются значительным физическим, химическим и биологическим изменениям. Торф подвергается уплотнению, гумификации и минерализации. При этом более интенсивное осушение, использование и продолжительность срока его эксплуатации ускоряет процесс минерализации органического вещества, что в конечном итоге приводит к систематическому уменьшению мощности торфяного слоя.

В настоящее время, значительное уменьшение торфяного слоя наблюдается на осушенных объектах Мещерского полесья (Макеевский мыс, Вожа, Кальское, Тинки-II и др.). Дальнейшее использование осушенных торфяников в сельскохозяйственном производстве без их экологической защиты может привести к исчезновению торфяников и болот в целом, как равновесных биоценозов Мещерской низменности.

В этой связи, важно дать оценку изменениям торфяных почв и разработать критерии допустимых изменений, при которых органическое вещество имеет морфологические свойства характерные торфяным почвам. В результате экспериментальных исследований, проведенных на ряде торфяных мелиорируемых объектов Мещерской низменности в течение продолжительного периода времени, нами дана оценка допустимым изменениям отдельных показателей торфяных почв (табл.2).

Таблица 2. Допустимые значения изменения показателей торфяных почв, их оценка при сельскохозяйственном использовании

Показатели	Оценка показателей			
	Слабо разложившаяся	Средне разложившаяся	Хорошо разложившаяся	Гумифицированная масса
Степень разложения, %	менее 20	2,-35	35-50	более 50
Зольность, %	менее 8,5	8,5-11,5	11,5-14,5	более 14,5
Объемная масса, г/см ³	менее 0,11	0,11-0,15	0,15-0,20	более 0,20

По данным таблицы видно, что оптимальные показатели для торфяной почвы являются следующие: степень разложения 20-50 %; зольность – 11,5-14,5; объемная масса – 0,15-0,20 г/см³. Что касается их значений более, соответственно – 50%; 14,5% и 0,20 г/см³, то они являются критическими торфяная почва переходит в гумифицированную массу, без морфологических свойств торфа.

В этой связи организация технология использования торфяных почв в сельскохозяйственном производстве должна базироваться на научно обоснованной системе земледелия.

Система земледелия на торфяных почвах должна обеспечить решение следующих производственных вопросов:

- наиболее производительное использование посевных площадей для получения высоких и устойчивых урожаев посредством оптимальной организации труда и применения рациональных агротехнических технологий;
- совершенствование структуры посевных площадей;
- введение и освоение экологически-сберегающих севооборотов;
- создание необходимых условий для неуклонного повышения плодородия почв и их охраны.

Таким образом, агротехнические мероприятия должны быть направлены на положительный баланс органического вещества торфа. При этом необходимо учитывать следующее: торфяные почвы следует использовать только в системе севооборотов с содержанием многолетних трав от 40 до 60%; не следует на торфяных почвах оставлять чистые пары, на объектах интенсивного использования (пропашные севообороты) предусмотреть внесение навоза, компоста; на всех разновидностях торфяных почв следует применять «щадящие» приемы - сокращение глубоких обработок и рыхлений и другие агромерелиоративные приемы.

УДК 631.6

ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

О.В. Демкин, министр

Министерство сельского хозяйства и социального развития села Республики
Калмыкия, Элиста, Россия

Создание устойчивой кормовой базы для основной отрасли сельского хозяйства – животноводства (овцеводство и мясное скотоводство) в природных условиях Калмыкии является основной задачей земледелия, одним из главных направлений увеличения продуктов питания. С каждым годом проблема обеспечения кормами сельскохозяйственных животных обостряется и ее решение в условиях аридного климата возможно только путем увеличения площадей орошаемого земледелия, позволяющего создавать условия для устойчивого производства высокобелковых кормов из бобовых культур и, прежде всего, люцерны.

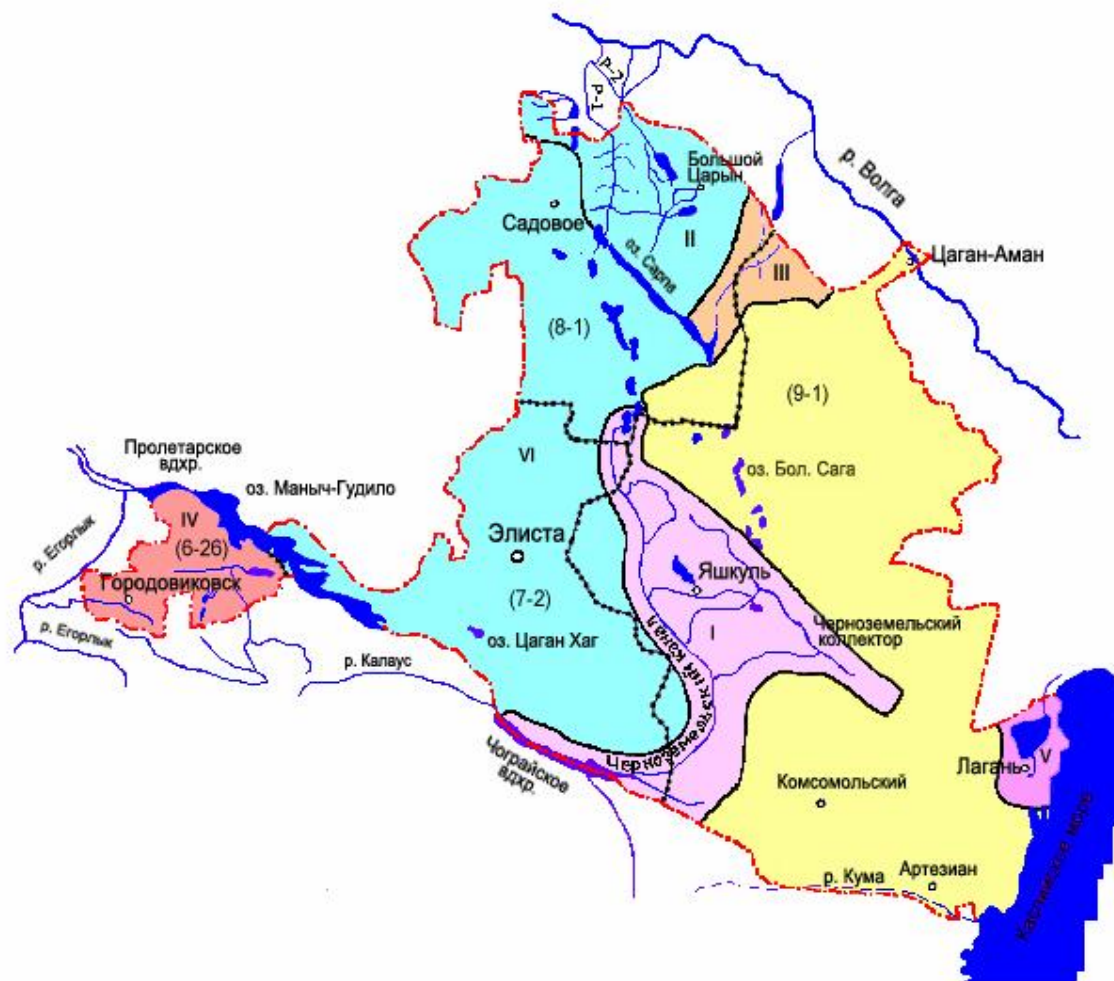
Республика Калмыкия расположена на юго-востоке европейской части Российской Федерации. Ее территория характеризуется резко континентальным, засушливым климатом. В соответствии с природно-сельскохозяйственным и агроклиматическим районированием (Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР, 1974; Земельные ресурсы СССР, 1990) запад республики представлен в основном степной и незначительной частью – сухостепной, центр – сухостепной и полупустынной, восток – пустынной зонами (рис. 1).

Территория располагает богатейшими тепловыми и световыми ресурсами. Так, приход фотосинтетической активной радиации (ФАР) за достаточно продолжительный период активной вегетации растений (155...180 дней) составляет 4,1...4,3 млрд. ккал/га, а сумма активных температур свыше +10° достигает 3200° ...3600° С.

Комплексная оценка производительной способности климата республики позволяет сделать вывод, что естественные ресурсы влаги даже при самом рациональном их использовании могут обеспечить формирование урожая, аккумулирующего всего от 0,22 до 0,43% приходящей энергии (ФАР). Потенциальная же возможность посевов в аккумуляции ФАР на орошаемых землях может составлять 2,0... 2,5% от ее поступающего количества.

Ограничивается производственная способность сельскохозяйственных культур и уровнем плодородия зональных почв, которая составляет 0,65... 0,75% поглощения ФАР посевами на светло-каштановых почвах, а на бурых полупустынных почвах еще ниже – 0,54...0,60%, что меньше потенциально возможного в 2,7...4,2 раза.

Исходя из почвенно-климатических условий Калмыкии, устойчивое сельскохозяйственное производство связано, прежде всего, с развитием орошаемого земледелия.



Условные обозначения: Обводнительно-оросительные системы; I - Черноземельская, II - Сарпинская, III - Калмыцко-Астраханская, IV - Право-Егорлыкская, V - Каспийская, VI - оросительные системы на местном стоке

Природные зоны и административные районы: (6-26) – степная: Яшалтинский и Городовиковский районы; (8-1) – полупустынная: Мало-Дербетовский, Октябрьский, Кетченеровский и Сарпинский районы; (7-2) – сухостепная: Приютненский, Целинный и Ики-Бурульский районы; (9-1) – пустынная: Юстинский, Яшкульский, Черноземельский и Лаганский районы


- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
|  | - границы республики; |  | - населённые пункты; |
|  | - оросительные обводнительные каналы |  | - границы ООС; |
|  | - природные лиманы и озера |  | - границы природно-сельскохозяйственных зон; |

Рис. 1. Карта-схема природно-сельскохозяйственного районирования территории Калмыкии и размещения обводнительно-оросительных систем

В настоящее время орошаемые земли различных категорий в республике занимают 128,3 тыс.га, в том числе регулярное орошение – 53,5; лиманное – 43,1; инициативное орошение – 31,7 тыс. га. Большая часть орошаемых земель

используется для возделывания кормов. Размещены они преимущественно на пяти обводнительно-оросительных системах (ООС).

Черноземельская ООС (ЧООС) расположена в основном в восточной (пустынной) и частично в центральной (пустынно-сухостепной) зонах республики. Общая площадь орошения – 65,7 тыс. га, из них регулярного – 24,7 тыс. га. Почвенный покров представлен бурыми полупустынными и светло-каштановыми почвами в комплексе с солонцами. Инженерно-гидрогеологические условия сложные: территория практически бессточная или слабодренированная, потребность в искусственном дренаже составляет 70...80% от площади орошаемых земель (фактическая обеспеченность - около 32%). Для орошения используется вода из Чограйского водохранилища, наполняемого из рек Кубань и Терек, а также дренажно-сбросными водами. До 90% орошаемых площадей поливается водой II класса качества с минерализацией от 1,2 до 2,0 г/л и хлоридно-натриевым химическим составом. Количество земель с неблагоприятной почвенно-мелиоративной обстановкой составляет 77,5%.

Сарпинская ООС и Калмыцко-Астраханская рисовая оросительная система (СООС и КАРОС) расположены в основном в полупустынной и частично в пустынной зонах республики. Общая площадь орошения 50,9 тыс. га, из них регулярного 14,9 на СООС и 8,5 тыс. га на КАРОС, в том числе под рисовыми системами занято 13 тыс. га. Водозабор осуществляется из р. Волги. Почвы светло-каштановые и бурые полупустынные в комплексе с солонцами. Почвенно-мелиоративные и инженерно-гидрогеологические условия (особенно на Сарпинской ООС) сложные и тяжелые. До 30% земель на этих системах уже первоначально имели плохое мелиоративное состояние из-за наличия солонцов и природного засоления. Территория бессточная или слабодренированная. Потребность в искусственном дренаже на обеих системах составляет 70...80%, а фактическое наличие на СООС – 26%, КАРОС – 7%.

Каспийская ООС расположена в пустынной зоне на крайнем юго-востоке республики у побережья Каспийского моря, площадь орошения составляет 1,9 тыс. га.

Право-Егорлыкская ООС (ПЕОС) находится в степной зоне, где расположены наиболее плодородные черноземные почвы. Общая площадь орошения 4,9 тыс.га, в том числе 4,5 тыс. га регулярного. Естественная дренированность территории слабая. Около половины площадей поливается водой I класса качества (из р. Кубань).

Для Калмыкии, не имеющей собственных водных ресурсов, проблема дефицита качественной оросительной воды во все времена была актуальной. Решение данной проблемы возможно путем рационального и экономного использования имеющихся водных ресурсов, а также дренажно-сбросных минерализованных вод, объемы которых в большом количестве формируются на рисовых системах республики и сопредельных регионов и аккумулируются в водоемах Калмыкии.

Исследования, проведенные на бурых полупустынных почвах Калмыкии при орошении люцерны водами различной минерализации, позволили выявить

значительные резервы экономии поливной воды и повышения продуктивности орошаемых земель (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность люцерны разных лет жизни при поливе минерализованной водой, т/га а.с.в.

Норма удобрений	Укосы					Всего за вегетацию
	I	II	III	IV	V	
1-ый год жизни						
Контроль	*1,45	0,78	0,71	-	-	2,94
N ₁₄₀ P ₁₃₀	*2,37	1,45	1,15	-	-	4,97
N ₁₄₀ P ₁₃₀₊ микроэлементы	*2,90	1,68	1,23	-	-	5,81
НСР ₀₅	0,28	0,18	0,18			
2-ой год жизни						
Контроль	1,90	1,75	1,56	1,10	-	6,31
N ₁₇₀ P ₃₂₀	3,54	2,99	2,40	1,99	-	10,92
N ₁₇₀ P ₃₂₀₊ микроэлементы	4,17	3,36	3,06	2,35	-	12,94
НСР ₀₅	0,37	0,27	0,31	0,26		
3-ий год жизни						
Контроль	2,07	1,59	1,16	0,72	0,41	5,95
N ₁₅₀ P ₂₈₀	4,00	3,13	2,86	2,18	1,84	14,01
N ₁₅₀ P ₂₈₀₊ микроэлементы	4,26	3,51	2,94	2,89	1,97	15,57
НСР ₀₅	0,38	0,16	0,33	0,23	0,10	

Примечание: Урожайность первого года жизни приведена с учетом покровной культуры – ярового ячменя

Оперативный прогноз сроков и норм полива с учетом метеорологической ситуации, складывающейся на конкретном поле, позволил бы существенно повысить эффективность использования водных ресурсов в регионе. Имеющийся опыт внедрения таких систем в других регионах показывает, что их использование при эксплуатации оросительных систем позволяет экономить от 20 до 50% дефицитного ресурса.

Вместе с тем характеристика метеорологических условий по одному из параметров относительно потребностей в орошении является довольно субъективным показателем. Поэтому в последние годы начали широко внедряться в практику оценки напряженности метеорологических условий методологические подходы, учитывающие одновременно тепловые и водные (гидротермические) ресурсы.

В соответствии с рекомендациями [1-3] и на их основе нами выполнена комплексная оценка напряженности метеорологических условий в годы проведения исследований по такому интегральному показателю как дефицит испаряемости, рассчитываемый по методике Н.Н. Иванова [4], уточненной Л.А. Молчановым [5] для аридных территорий. Дефицит испаряемости устанавлива-

ется как разность между испаряемостью и количеством выпавших атмосферных осадков за тот же период.

Распределение климатологических характеристик в многолетнем разрезе, включая и интегральный показатель дефицита испаряемости, как правило, асимметрично. Учитывалось это обстоятельство при прогнозных расчетах построением биномиальных кривых распределений (кривой Пирсона III типа). Необходимость построения кривых обусловлена потребностью оценки возможных пределов изменения дефицитов с заданной обеспеченностью. Для расчета параметров биномиальных кривых распределения дефицитов испаряемости использована методика Г.А. Алексеева [6]. Вероятное превышение нормированных отклонений от среднего значения находилось по таблице Фостера-Рыбкина в зависимости от заданной обеспеченности (p) и коэффициента асимметрии распределения (Cs).

Вычисления значений аналитических биномиальных кривых распределений дефицитов испаряемости осуществлялись по данным метеостанции Кетченеры.

Анализ многолетних рядов по напряженности метеорологических условий на территории республики показал, что график потребностей в оросительной воде может изменяться в зависимости от обеспеченности на уровне 1 и 99; 5 и 95; 10 и 90; 25 и 75% соответственно в 10,8; 4,3; 3,0 и 1,7 раза. В объемах оросительной воды эта разница составляет 8660, 6100, 4760 и 2500 м³/га. При средней многолетней оросительной норме нетто, ориентировочно, 4500-5000 м³/га учет таких перепадов в потребностях оросительной воды системой оперативного управления поливами на уровне 10 и 90% обеспеченности позволил бы в условиях республики вдвое сократить оросительную норму, сэкономив тем самым затраты на дорогостоящие энергоресурсы или же дополнительно иметь еще столько же орошаемых земель.

Орошение дренажно-сбросными водами является еще одним резервом в увеличении площадей мелиорируемых земель. Использование для орошения минерализованной (до 6 г/л) воды из озера Сарпа позволяет получать урожайность люцерны на уровне 14-16 т/га абсолютно-сухого вещества с качеством сена, соответствующим зоотехническим нормативам. Высокая продуктивность достигается оптимизацией водного и питательного режимов люцерны, т.е. факторов, которые в аридных условиях на малопродуктивных землях Калмыкии являются лимитирующими.

Поддержание влажности почвы при орошении минерализованными водами на уровне 75-80% НВ в зависимости от напряженности метеорологических условий обеспечивается 11-17 поливами дождеванием нормой 400-600 м³/га. Оросительная норма при этом изменяется от 6400 м³/га в год (60% обеспеченности) до 10000 м³/га в год (3% обеспеченности дефицита испаряемости). Суммарное водопотребление люцерны на 77-94% осуществляется за счет оросительной воды.

Удобрения являются мощнейшим фактором повышения продуктивности орошаемых земель. Экспериментальными исследованиями установлено, что для получения урожайности 20 т/га а.с.в. внесение расчетной дозы азотно-

фосфорных удобрений обеспечивало по сравнению с контролем (без удобрений) в первый год жизни люцерны прибавку урожайности на 2,03 т/га а.с.в. или на 69%, во второй год – 4,61 т/га или на 73% и в третий год – 8,06 т/га или на 136%. Внесение такого же количества азотно-фосфорных удобрений вместе с микроэлементами (В, Мп, Сu, Zn, Со, Мо) позволило увеличить прибавку урожая в первый год жизни до 2,87 т/га а.с.в. или на 98%, во второй – 6,63 т/га или на 105% и в третий - 9,62 т/га или на 162% (рис. 2).

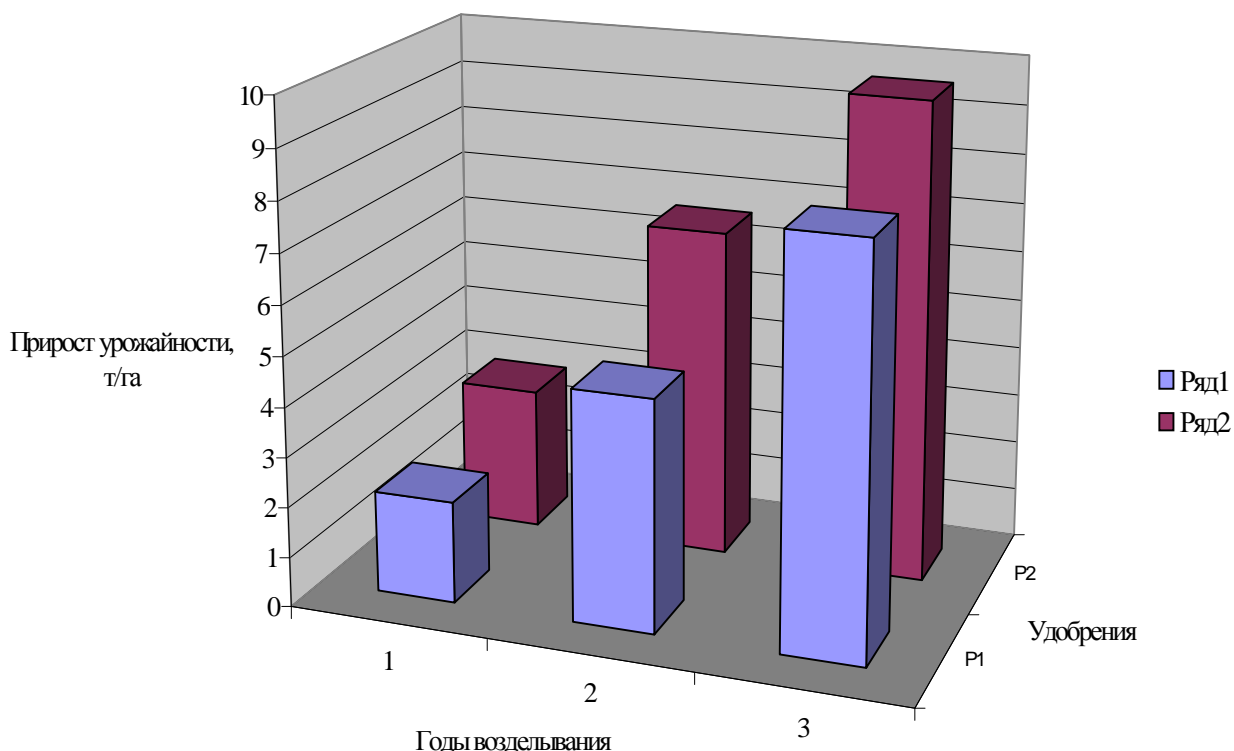


Рис. 2. Увеличение продуктивности травостоя люцерны под влиянием удобрений: азотно-фосфорных (ряд 1) и азотно-фосфорных с микроэлементами (ряд 2)

Высокая эффективность действия микроудобрений свидетельствует о недостаточной обеспеченности почв этими микроэлементами и о необходимости обязательного применения микроудобрений при планировании высоких урожаев. Каждый кг д.в. азотно-фосфорных удобрений при орошении минерализованной водой обеспечивал получение 11,9 кг, азотно-фосфорных удобрений с микроэлементами – 15,5 кг а.с.в. люцерны.

Оптимизация минерального питания позволила резко увеличить эффективность использования оросительной воды. Коэффициент водопотребления 2-го и 3-го годов жизни люцерны в вариантах с удобрениями был самым минимальным и составлял 639 -758 м³/т, что вдвое меньше, чем на контроле (без удобрений).

Однако полив минерализованной водой в почвенно-климатических условиях региона представляет потенциальную опасность с точки зрения засоления, осолонцевания и содообразования мелиорируемых земель. В то же время наши исследования показали, что, при соблюдении определенных условий, орошение минерализованной водой не оказывает существенного влияния на тип и степень засоления почвы. Поддержание высокого уровня предполивной влажности почвы (80% НВ) сопровождается устойчивым процессом снижения содержания в метровом почвенном слое хлора (на 5%), натрия (на 9%), увеличением кальция и сульфатов (на 12 и 5%).

Положительный опыт орошения сельскохозяйственных культур минерализованными (до 6 г/л) водами позволяет значительно увеличить площади мелиорируемых земель в республике за счет более широкого использования водных ресурсов северной части Каспийского моря, засоленность которых не превышает 2 г/л.

Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий орошения, рациональное использование местных водных ресурсов, в том числе минерализованных вод, интенсификация эксплуатации орошаемых земель открывают пути для более эффективного восстановления потенциала агропромышленного комплекса Калмыкии.

Литература

1. Данильченко Н.В., Булгаков В.И., Аванесян И.М., Никольская А.А. Водосберегающие оросительные нормы и экологически безопасные режимы орошения сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. – Под ред. А.В. Колганова. – М.: Эдэль-М, 2000. – 150с..
2. Режимы комплексных мелиораций земель (рекомендации). \Под редакцией Б.М. Кизяева и Л.В. Кирейчевой\ . – М.: РАСХН, 2000. – 64 с.
3. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия. \Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова, Г.Н. Черкасова\ . – Курск, Тверь: ЧуДо, 2001. – 260 с.
4. Иванов Н.Н. Мировая карта испаряемости. – Л.: Гидрометеиздат, 1955. - 40 с.
5. Молчанов Л.А. Новая карта испаряемости на территории Средней Азии / Метеорология и гидрология в Узбекистане. - Ташкент: АН Узбекской ССР, 1955. – с. 35-39.
6. Алексеев Г.А. Графоаналитические способы определения и приведения к длительному периоду наблюдений параметров кривых распределения // - Труды ГГИ, вып. 73 «Вопросы формирования и методики расчетов стока»: - Л.: Гидрометеиздат, 1960. - С. 90-140.

УДК 631.67

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ОРОШЕНИИ

Ю.П. Добрачев, д.т.н., Г.М. Мучкаева
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Критерием оптимизации эффективности ресурсосберегающей технологии интенсивного типа, предусматривающей вложение капитальных затрат либо

значительных амортизационных отчислений (орошаемые земли), может служить выражение: $\Delta_t = P - Z$, в котором результатом (P) является стоимость прибавки урожая, а затратами (Z) – стоимость дополнительно используемых ресурсов. Для реализации данного этапа «оптимизации ресурсного обеспечения технологии» необходимо знать производственную функцию зависимости урожайности от основных факторов интенсификации (орошение, внесение удобрений), а также функцию затрат на реализацию и ресурсное обеспечение технологии.

Для разработки ресурсосберегающей технологии выращивания яровой пшеницы при орошении в условиях восточной части Калмыкии (СПК «Гашун» Яшкульского района; почвы светло-каштановые, суглинистые, лёссовидные) на опытном участке в течение двух лет проводили полевые эксперименты по изучению влияния режимов орошения и доз минеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность твердых сортов яровой пшеницы. Результаты опытов для двух сортов пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы, т/га

Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Сорт яровой пшеницы	Урожайность, т/га	
		2002 г.	2003 г.
60-65	Саратовская золотистая	3,65/5,75*	3,57/5,39
	Безенчукская 200	3,91/6,28	3,41/5,58
70-75	Саратовская золотистая	4,27/5,99	4,09/5,43
	Безенчукская 200	4,69/6,36	4,23/6,02

*без удобрений/с удобрениями, N₂₁₀P₇₀

Экспериментальные данные позволили провести адаптацию имитационной модели яровой пшеницы для двух сортов и поставить серию численных экспериментов для расчета производственной функции влияния оросительной нормы на продуктивность культуры для вариантов с внесением и без внесения удобрений (рис. 1).

Полученные в численных экспериментах данные были аппроксимированы гиперболической зависимостью Михаэлиса-Ментон:

$$Y = Y_0 + \frac{kQ}{K + Q},$$

где Y_0 –урожайность пшеницы на богаре, Q – оросительная норма, k и K – коэффициенты уравнения.

Так, для сорта Саратовская золотистая получены следующие коэффициенты уравнения:

-для варианта без удобрений – $Y_0=1,6$ т/га; $k = 4,21$ т/га и $K = 978$ м³/га;

- при внесении удобрений (N₂₁₀P₇₀) – $Y_0=2,12$ т/га; $k = 5,74$ т/га; $K = 968$ м³/га.

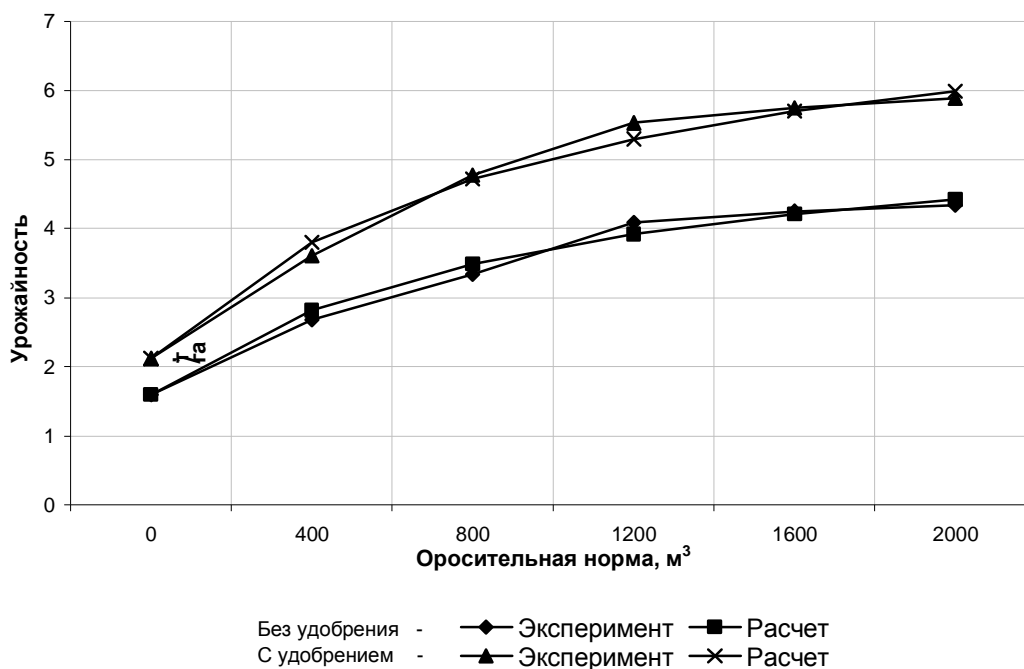


Рис. 1. Зависимости урожайности яровой пшеницы (Саратовская) от оросительной нормы при внесении удобрений (верхние кривые) и без удобрений (нижние кривые), полученные в численном эксперименте и рассчитанные по аппроксимирующему уравнению

Влияние удобрений на урожайность можно аппроксимировать уравнением гиперболического типа [1], что позволяет объединить два уравнения и представить одной зависимостью от оросительной нормы и дозы вносимых удобрений. Для Саратовской золотистой прирост урожайности от оросительной нормы и доз вносимых удобрений будет иметь вид:

$$\Delta Y = 0,52q + \frac{[4,21 + 1,54q / (0,6 + q)] \cdot Q}{960 + Q}, \quad (1)$$

где q – доза вносимых под посев удобрений, выраженная в долях от полной нормы (N – 210, P – 70 кг/га).

Полученную функцию можно принять за производственную при условии, что коэффициенты уравнений рассчитаны по данным многолетней выборки.

Оптимизационную задачу ресурсного обеспечения технологии $\Delta Y \cdot Z_Y - \Delta C \rightarrow \max$ представим в развернутом виде:

$$\left\{ 0,52q + \frac{[4,21 + 1,54q / (0,6 + q)] \cdot Q}{960 + Q} \right\} \cdot Z_Y - Z_W Q - Z_{NP} q - Z_C \cdot \Delta Y^{1,2} - A \rightarrow \max,$$

где Z_Y – закупочная цена тонны зерна яровой пшеницы (2900 руб.), Z_W – стоимость доставки (и полива) 1 м³ воды на поле (1 руб.), Z_{NP} – стоимость полной дозы удобрений (1255 руб.), Z_C – стоимость уборки 1 т дополнительной продукции и потери урожая (300 руб/т), A – ежегодные амортизационные отчисления (3500 руб. из расчета окупаемости оросительной системы за 15 лет).

Поиск максимума (без включения ограничений) дает множество решений, представленных на рисунке 2. Анализ полученных решений указывает на необходимость включения в формулировку задачи некоторых ограничений методического, экологического и производственного плана. Производственная функция (1) достоверна на отрезках факторного пространства ($0 \leq Q \leq 2000$, $0 \leq q \leq 1$); минимальное количество вносимых удобрений должно компенсировать их вынос с урожаем (для Саратовской – 180-190 кг/га, Безенчукской – 190-210 кг/га азота); значительное снижение оросительной нормы ведет к росту риска недобора урожая при неблагоприятных погодных условиях. Наличие только перечисленных ограничений резко сжимает область допустимых оптимальных решений (см. рис. 2).

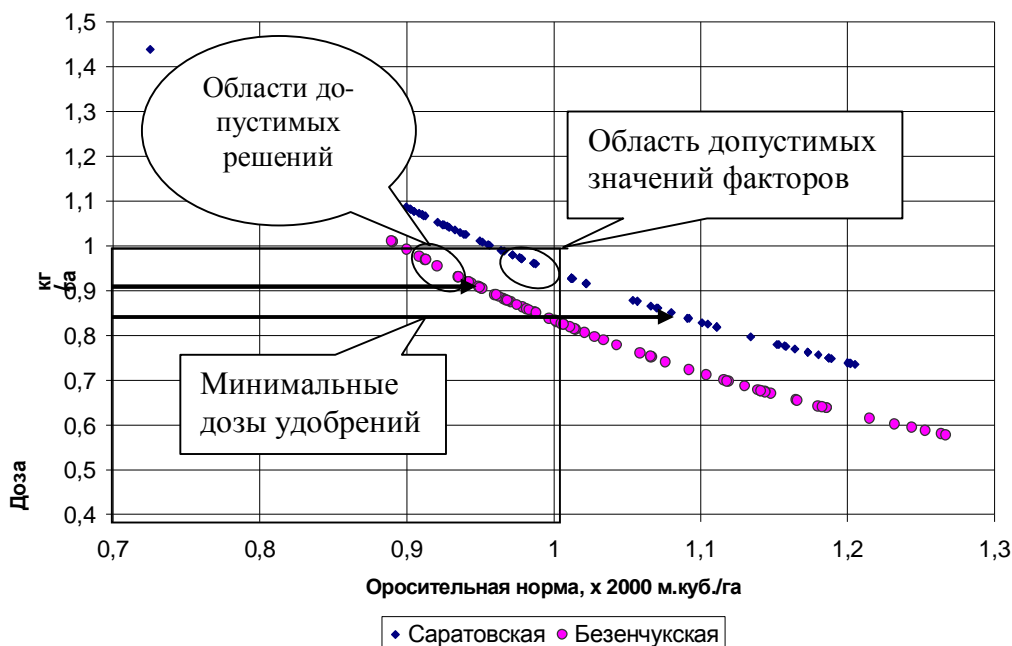


Рис.2. Оптимальные соотношения оросительных норм и доз вносимых минеральных удобрений для двух сортов яровой пшеницы

Для поиска оптимального режима орошения сначала сделаем выбор числовых значений ресурсного обеспечения технологий, используя графики областей допустимых решений. Для сорта пшеницы Безенчукская возьмем минимальную дозу удобрений (190 кг/га) и максимальную поливную норму (1800 м³/га), а для Саратовской наоборот – 210 кг/га азотных удобрений и минимальную оросительную норму - 1800 м³/га. (В этом случае оптимальный режим орошения для двух сортов, обеспечивающий урожайность 5,5-6,5 т/га будет одинаковым).

Для разработки оптимального режима орошения используем вариант имитационной модели яровой пшеницы, адаптированной к высоким дозам удобрений. Путем анализа кривых водного статуса посева и инфильтрационного стока легко подобрать режим орошения, обеспечивающий расчетную урожайность (рис. 3).

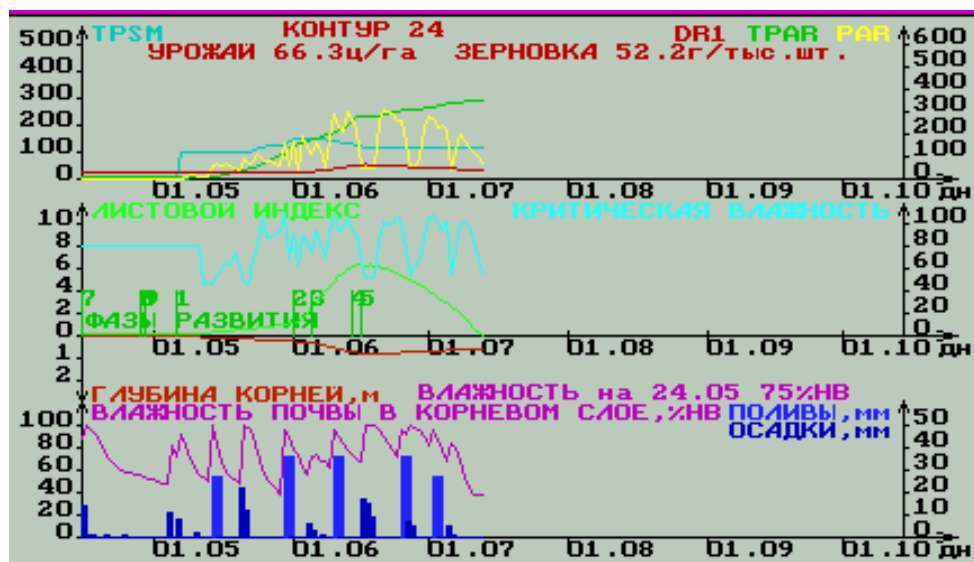


Рис. 3. Копия экрана имитации формирования урожая яровой пшеницы при оптимальном режиме орошения (оросительная норма 1800 м³/га, поливные нормы – 300, 3 x 400, 300 м³/га)

Для обеспечения оптимального режима орошения назначение поливов должно соответствовать следующим правилам. Каждый последующий полив назначается по нарастающей величине предполивной влажности почвы от 0,65 до 0,8 НВ; первый полив назначается при снижении влажности почвы до 0,65 НВ поливной нормой 300 м³/га (если развитие посева не достигло фазы выхода в трубку) и 400 м³/га в более поздние сроки; обязательный полив назначается перед началом выхода в трубку поливной нормой 200-400 м³/га (в зависимости от влажности почвы), если влажность почвы не превосходит величины 0,85 НВ [2]; очередные поливы назначаются поливной нормой 400 м³/га при снижении влажности почвы до 0,7 и 0,75 НВ; в период цветения полив не назначается; последний полив нормой 300 м³/га назначается не позже чем за 10 дней до наступления восковой спелости.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- на орошаемых землях экономически целесообразно применение интенсивной технологии, обеспечивающей получение максимальной прибыли при использовании сортов с высокой отзывчивостью на факторы интенсификации;
- основными ресурсами, влияющими на эффективность технологий, являются плодородие мелиорируемых земель и оросительная система;
- при заданных ограничениях на ресурсное обеспечение (плодородие почвы, состояние оросительной сети) более отзывчивые на орошение сорта имеют больший диапазон возможного варьирования технологических факторов;
- применение имитационной модели и сценарных исследований позволяет проводить эколого-экономический анализ технологии выращивания и оптимизировать режим орошения под выбранный уровень интенсивности технологии [1].

Литература

1. Головатый В.Г., Добрачев Ю.П., Юрченко И.Ф. Модели управления продуктивностью мелиорируемых агроценозов. М.: Россельхозакадемия, 2001.

2. Балаев Л.Г., Добрачев Ю.П., Булатова В.В. Способ возделывания зерновых культур. // Изобретение а.с. № 1210687, Бюл.№ 6. 15.02.86.

УДК 631.67

ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКРООРОШЕНИЯ

В.И. Канардов, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Возросшие экологические требования к мелиоративным системам, а также дефицит водных ресурсов во многих районах страны делают актуальным создание гидромелиоративных систем нового поколения. В основе таких систем рекомендуется применять различные технологии микроорошения, которые позволяют снизить затраты оросительной воды на 30-50 % по сравнению с традиционными технологиями, а также успешно применять орошение на землях с большими уклонами и изрезанным рельефом.

Эти технологии в зарубежной литературе относятся к «современным технологиям полива», в частности капельный и мелкоструйный поливы, микро- и низкоинтенсивное дождевание. Вначале эти способы применялись для орошения неудобных земель - с большими уклонами, неблагоприятной топографией участков неправильной формы, с плохими водно-физическими свойствами почвы, непригодных для орошения другими способами. Фермеры, освоив новую технологию полива, получали на неудобных землях большие урожаи, чем на хороших землях. После освоения новой техники и технологии полива фермеры начали переносить их и на хорошие земли. Такое распространение современной техники и технологии полива получило в США название «диффузии новых технологий». Факторами, ускоряющими эту диффузию, являются быстрота освоения их фермерами, оперативность информации об их преимуществах, а также быстрота, с которой «ирригационная индустрия» включается в производство необходимого оборудования.

Экономистами новая технология орошения рассматривается как средство повышения качества сельскохозяйственных земель. Следует отметить, что из-за высокой стоимости целесообразно использовать эти системы преимущественно для орошения высокодоходных культур.

Различные гидромелиоративные системы нового поколения разрабатываются для уменьшения потерь воды на испарение, фильтрацию и технологические сбросы, для экономии энергии за счет снижения рабочего давления в трубопроводах, обеспечения равномерного распределения воды в почвенном слое, уменьшения интенсивности дождя (при микродождевании), для более эффективного использования удобрений и различных средств защиты растений при внесении их с оросительной водой, создания наиболее благоприятного водно-воздушного и пищевого режимов почвы.

Системы микроорошения используют не только как средства подачи оросительной воды, но и как средства подачи к растениям удобрений и различных

пестицидов и регуляторов роста. В настоящее время капельные водовыпуски по способу гашения энергии делятся на две основные группы: водовыпуски с гасителем в виде длинного канала малого сечения и водовыпуски с коротким каналом, образованным канавкой и эластичной мембраной, которая, прижимаясь под действием давления воды, прогибается и меняет сечение канала, обеспечивая постоянный расход, независимо от давления в сети.

Преимуществом водовыпусков первого типа является простота конструкций и относительная дешевизна, а недостатком - невозможность промывки в случае засорения. Капельницы-водовыпуски с мембранами имеют механизм принудительной и автоматической промывки.

Одним из вариантов конструкции водовыпусков с гасителями напора воды в виде протяженного канала являются капельницы типа Агро-Дрипп и Аква-Дрипп, выполненные в виде полого цилиндра, на поверхности которого имеются извилистые канавки. Монтаж этих водовыпусков производится в заводских условиях при изготовлении трубки. Канал гашения образуется между поверхностью цилиндра и стенкой трубки, расстояние между капельницами задается в зависимости от схемы посадки растений. Оросительные трубопроводы с капельницами могут размещаться, как на поверхности поля вдоль ряда растений, так и на небольшой глубине. Такие конструкции могут успешно использоваться при орошении пропашных культур. При проведении междурядных обработок оросители перемещаются на соседнее междурядье или приподнимаются специальными направляющими. Эта система очень требовательна к уровню очистки воды. В какой-то степени защитой от засорения является выполнение в трубке нескольких отверстий в местах выхода воды из капельницы.

Совершенствованием этой конструкции капельного водовыпуска является капельная линия с компенсированным давлением РАМ, разработанная израильской фирмой «Нетафим». Существенное отличие этой конструкции состоит в сочетании протяженной канавки с эластичной мембраной, прижимаемой к канавке давлением воды. При засорении канала, образованного этими элементами, мембрана отходит, расширяя объем канала, в результате происходит его промывка. Использование мембраны обеспечивает изменение сечения канала по мере изменения давления в трубопроводе и позволяет поддерживать стабильный расход из водовыпусков по всей длине оросителя. Это позволяет увеличить протяженность оросителя до 800 м. Водовыпуски могут располагаться внутри трубопровода.

На системах микроорошения широко применяются современные средства автоматизации, работающие по программе или связанные с датчиком влажности почвы. Управление системой автоматике может осуществляться инфракрасными термометрами, определяющими потребность растений в воде по температуре поверхности листьев.

Многолетние исследования показали, что для капельного способа полива характерны следующие недостатки: увлажнение ограниченного объема почвы, снижающее устойчивость взрослых плодовых деревьев к ветру, высокие требования к очистке воды, а также засорение канала капельниц фитопланктоном, появляющимся уже после фильтрации воды в трубопроводах. В этих случаях

более эффективным является микроорошение с помощью микрождевателей. Подкрановое дождевание (микрождевание) - один из способов локального орошения, при котором с помощью микрождевателей оросительная вода равномерно распределяется по площади питания растений в виде дождя с интенсивностью менее 0,1 мм/мин. и низкой удельной энергией. При поливе в саду создается благоприятный для роста и развития растений микроклимат. Микрождевание можно использовать для полива садов на равнинных и склоновых землях с уклоном до 0,2. Особенно эффективно подкрановое дождевание на легких и каменистых почвах при поливе широкорядных садов, цитрусовых культур. Микрождеватели менее требовательны к очистке поливной воды.

Подкрановое микрождевание садов позволяет повысить влажность воздуха, понизить его температуру на 0,5 - 1⁰С и вносить удобрения и гербициды локально вместе с поливной водой. Режим увлажнения подкрановым микрождеванием предусматривает подачу воды импульсами в течение 5 мин с перерывом от 40 до 75 мин в зависимости от метеофакторов. Затраты оросительной воды при этом способе полива в 2-2,5 раза меньше, чем при поливе среднеструйными дождевальными аппаратами.

Система микрождевания состоит из подводящего, распределительного и поливных трубопроводов. На поливных трубопроводах установлены микрождеватели. Узлы соединения распределительного и поливных трубопроводов снабжены задвижками и регуляторами напора. Насосная станция устанавливается возле водисточника и снабжается в случае необходимости установкой для фильтрования оросительной воды. Расположение оросительной сети на модульном участке определяется проектом в зависимости от рельефа местности. Рекомендовано схему расположения поливных трубопроводов применять на уклонах менее 0,1 с укладкой их по наибольшему уклону, а при уклонах от 0,1 до 0,2 - вдоль горизонталей с установкой регуляторов расхода. При уклонах свыше 0,2 рекомендовано проводить террасирование склона. Параметры сети увязываются с требованиями сельскохозяйственных обработок и сбора урожая. Большинство насадок-распылителей, в отличие от капельниц, не имеет компенсаторов давления для стабилизации расхода, и поэтому в условиях изрезанного рельефа с большими перепадами высот такие насадки могут иметь ограниченное применение. На склоновых землях с уклонами свыше 0,09-0,1 при использовании микронасадок необходима установка на каждом поливном трубопроводе регулятора давления. Возможна расстановка микрождевателей по «треугольнику» при схемах посадки растений 3 x 2 и 4 x 3 м и по «квадрату» при схемах посадки 4 x 4 и 6 x 6 м.

Сопла микрождевателей могут иметь круглую, прямоугольную или щелевую форму. Это позволяет проводить полив по кругу или сектора с прямой или вращающейся струей. Водовыпуски могут быть в виде дождевальных аппаратов - уменьшенный вариант обычных среднеструйных дождевальных аппаратов. Аппараты для микрождевания изготавливают из стали, бронзы, алюминия, пластмассы. Диаметр сопла микрождевальных аппаратов 1,6 - 2,8 мм, рабочие напоры - не выше 0,15 - 0,20 МПа, расход 0,04 - 0,1 л/с.

Одним из направлений совершенствования микроорошения является использование широкозахватных многоопорных машин. Машина с захватом 160 м перемещается на опорах с тракторными колесами. Она имеет две системы подачи: одна для воды, другая - для растворенных удобрений. На основном трубопроводе крепятся свисающие шланги, на концах которых закреплены микроразбрызгиватели, подающие воду непосредственно к растениям. На другой системе располагаются туманообразующие насадки. Управление и передвижение машины осуществляется с помощью лазерных устройств (контролируется скорость и прямолинейность передвижения). Для передвижения и подачи воды используется солнечная энергия. Солнечные батареи смонтированы на магистральном трубопроводе. Вода к машине подается от гидранта с помощью гибкого шланга, наматываемого на барабан, при этом машина может подавать расход от 6 до 30 л/с. Напор в приземных микронасадках 0,7 - 3,5 м, расход 0,06 - 0,17 л/с. Площадь увлажнения каждым микрождевателем 0,2 - 0,4 м². Свисающие шланги микрождевателей могут изменять расстояние в зависимости от ширины междурядья растений. Машина работает по датчикам влажности в почве, по сигналам инфратермометров и по сигналам с метеостанций. Все эти данные обрабатываются микропроцессорами. Расчеты показывают, что дополнительные затраты на солнечные батареи, лазерное оборудование, компьютер и прочее оборудование окупаются экономией энергии, воды и труда, а также более высокими урожаями [1, 2].

Другим направлением совершенствования систем микроорошения является создание передвижных систем капельного орошения. Установка включает магистральный плоскостворачиваемый шланг диаметром 75 мм, распределитель диаметром 25 мм и увлажнитель диаметром 16 мм. Капельницы в виде корпуса с эластичной мембраной установлены в увлажнителях с интервалом 0,6 м и утоплены в увлажнителе так, что на поверхности выступает только шляпка. Система раскладывается и собирается с помощью барабана, навешиваемого на трактор. Подача воды - в виде капель или тонких струй.

Сходна по конструкции система микрождевания. Она включает распределительную сеть и полиэтиленовые увлажнители в виде сдвоенных шлангов диаметром 21 мм с отверстиями, окантованными металлом. Расход воды через каждое отверстие 3 - 6 см³/с, радиус разбрызгивания 11 м. Трубопровод наматывается на барабан и прокладывается на поле трактором [2].

Таким образом, в области микроорошения обнаруживается устойчивая тенденция к переходу на использование передвижных оросительных систем. Это позволяет использовать микроорошение как для полива садовых культур, так и пропашных, а также культур сплошного сева.

Описанные технические решения экономически целесообразны при использовании воды из артезианских скважин, когда фильтры тонкой очистки воды не испытывают больших нагрузок и не требуют частой промывки.

При использовании воды из открытых водоисточников, содержащих значительное количество взвешенных частиц и фитопланктона, вероятно засорение капельниц. При очистке такой воды фильтры тонкой очистки часто заполняются илистой фракцией и для их промывки требуется значительное количе-

ство чистой воды, сопоставимое с поливной нормой, что значительно снижает ее экономию и удорожает стоимость системы. В этом случае значительный интерес представляют конструкции водовыпусков, позволяющие снизить степени очистки воды за счет увеличения размера водовыпускных отверстий капельниц с переходом на капельно-струйчатое истечение жидкости из водовыпуска. При этом сохраняются практически все преимущества локального увлажнения почвы. В одной из первых конструкций в качестве гасителя напора используется поплавок с иглой, которая входит в водовыпускное отверстие диаметром 2 - 3 мм. Степень очистки воды в этом случае можно ограничить удалением частиц крупнее 1,0 - 1,5 мм. Однако недостатком водовыпусков такого типа является высокая требовательность к точности калибровки поплавков с иглами и установки водовыпусков. Кроме того, материалоемкость таких водовыпусков может быть значительно выше, чем у обычных капельниц с компенсаторами напора. Известны более простые низконапорные системы (напор до 2,0 - 4,0 м), водовыпуски которых имеют отверстие до 2,0 мм. Системы позволяют использовать поливную воду мутностью до 1,0 г/л и более при расходе водовыпусков до 18 л/ч. Системы рассчитаны на полив садовых культур. К таким системам относится сеть, включающая поливной трубопровод с водовыпускными вертикальными трубками, верх которых фиксируется на уровне пьезометрической линии, что позволяет поддерживать постоянный расход 10 л/ч и более. Диаметр водовыпускных трубок порядка 6 - 10 мм. Применение этой системы ограничивается хорошо спланированными участками с уклонами до 0,01.

Сотрудниками ВНИИГиМ была разработана технология низконапорного капельного орошения. Сущность этой технологии состоит в том, что на участки, имеющие уклон 0,01 и более, оросительную воду подают на верхнюю отметку и оттуда самотеком по системе распределительных и поливных трубопроводов. В головной части поливных трубопроводов установлен регулятор, обеспечивающий подачу расхода для работы трубопровода в безнапорном режиме.

Безнапорное движение воды по трубопроводу обеспечивается также выпуском ее из концевого участка трубопровода в короткую борозду или отводящий трубопровод. Равномерность распределения воды между водовыпусками обеспечивается конструкцией водовыпуска, которая выполнена в виде емкости с калиброванным отверстием в донной части. Емкость высотой 6-8 см устанавливается отвесно на трубопроводе. Высота емкости обеспечивает создание рабочего напора, величина которого (6 см) позволяет подавать расход 4 - 8 л/ч через калиброванное отверстие 2,0 - 3,0 мм.

Водовыпуски низконапорной системы капельного орошения могут иметь одну или несколько точек выпуска воды. В последнем случае конструкция водовыпуска предусматривает возможность регулировки расхода через каждую водоотводящую трубку. Большой размер водовыпускного отверстия позволяет ограничить очистку воды удалением плавающего мусора и песка с помощью отстойника и соросдерживающей сетки с ячейками 1,5 мм. Отсутствие давления в сети позволяет использовать для ее строительства трубы облегченной серии. При этом резко сокращаются затраты на устройство фильтрационного уз-

ла, исключается необходимость в насосном оборудовании для создания рабочего напора. Все это позволяет снизить капиталовложения на 25 - 30 %.

Для выровненных участков, а также в условиях защищенного грунта интерес представляет использование низконапорной системы капельного орошения с водовыпусками в виде вертикальных трубок, выпускные концы которых выведены в одну горизонтальную плоскость. Создание небольшого напора в головной части участка обеспечивает подачу расхода 8-10 л/ч через трубки-водовыпуски диаметром 4-6 мм. Это также позволяет снизить требования к уровню очистки воды и энергоемкость процесса подачи воды. Такая система включает источник подогретой воды в виде бака с нагревателем, снабженным термореле. Бак посредством патрубка с вентилем связан с регулятором напора, состоящим из камеры с клапаном. С помощью поплавка со штоком, установленным в этой камере, производится регулирование уровня воды в камере. Уровни воды характеризуют две рабочие позиции, которые попеременно устанавливают режимы обогрева или полива теплицы. Камера связана коллектором с обогревательными трубами, на которых смонтированы водовыпускные патрубки, концевые участки которых находятся на одном уровне. Концы труб объединены коллектором и через него подключены к специальной ёмкости, в которой установлен запорный клапан, сопряженный со штоком с поплавком, установленным ниже уровня концов патрубков. В ёмкости находится циркуляционный насос. Напорная линия от этого насоса выведена в бак и снабжена фильтром, который осуществляет очистку воды от механических примесей перед поступлением в регулятор напора.

Работа системы осуществляется в двух режимах. В режиме полива бак заполняют водой и подогревают ее с помощью нагревателя до 25° С. В случае необходимости в этом баке растворяют удобрения для внесения их в почву при поливе. Поплавок на штоке устанавливают в верхнюю рабочую позицию, т.е. выше плоскости установки концов патрубков, благодаря которым вода подается через поливные трубопроводы на орошение. Затем открывается вентиль и вода поступает с регулятором напора. Через другой коллектор, установленный в этом баке, и патрубки, соединенные с поливными трубопроводами, вода поступает на фильтр, который осуществляет очистку воды от механических примесей перед поступлением в регулятор напора. Поступающая в камеру вода заполняет ее благодаря установленному поплавку до определенного уровня, который создает одинаковый расход из поливных патрубков.

Для перевода системы на работу в режиме обогрева поплавки фиксируются в нижней позиции, т.е. ниже плоскости установки концов патрубков, подающих воду на полив. Включенный нагреватель повышает температуру до заданной величины (70° С), необходимой для обогрева теплиц. Затем включают насос для перекачки жидкости в другую камеру. Уровень воды в первой камере устанавливается на отметке ниже уровня патрубков, подающих воду на полив. Таким образом, в системе происходит циркуляция воды на обогрев теплицы без выхода ее через поливные патрубки. В случае отключения насоса благодаря поплавку перекрывается клапан и прекращается поступление воды из первого

бака во второй. В это же время термореле отключает нагреватель в случае превышения температуры заданного уровня.

Таким образом, предлагаемое техническое устройство может осуществлять полив растений и обогрев теплиц с помощью единой оросительной системы. Такая система весьма экономична, проста в конструктивном отношении и удобна в эксплуатации.

Приведенные материалы показывают, что применение микроорошения позволяет сократить затраты воды при орошении на 30- 50 % при исключении глубинного и поверхностного сброса. Использование различных способов микроорошения позволяет орошать земли с большими уклонами и изрезанным рельефом непригодные для орошения традиционными способами. В настоящее время совершенствование микроорошения идет по пути повышения мобильности оросительных систем, надежности работы водовыпусков, а также по уменьшению энергоемкости подачи воды на поле. Разработанные во ВНИИ-ГиМ конструкции водовыпусков, защищенных патентами РФ №2075287 и №2112354, снижают требования к качеству очистки воды и способствует созданию низконапорных оросительных систем.

Литература

1. Канардов В.И., Митянин Н.П., Колядич В.М. Техника полива культуры граната на склоновых землях Гиссарской долины. Новая техника орошения для предгорных районов аридной зоны. Труды ВНИИГиМ. М.: 1983.
2. Каталог фирм, выпускающих машины, оборудование и материалы для строительства и эксплуатации систем в странах Европы, Австралии, Канаде, Японии. М.: ЦБНТИ, 1983, с.236.

УДК 631.347

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И УСТАНОВКИ

В. В. Каштанов

ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Экономика сельского хозяйства, как и любого другого производства, базируется на простом постулате о получении максимальной прибыли при наименьших затратах. В области орошаемого земледелия (орошение дождеванием) это выражается в использовании дождевальных машин и установок, работающих на пониженных напорах и соответствующих требованиям экологической безопасности.

На сегодня основные направления работы мелиоративной науки можно свести к решению следующих задач:

- Модернизация существующей дождевальной техники с целью продления срока её службы.
- Создание образцов новой малоэнергоёмкой дождевальной техники, соответствующей требованиям экологической безопасности.

Не секрет, что существующая дождевальная техника в ряде случаев обладает разрушительными параметрами дождя, которые приводят к ирригационной эрозии, заилению, загрязнению водоисточников, развитию овражно-балочной сети.

Реальные показатели качества полива современных дождевальных машин и установок по интенсивности дождя (0,9 – 30,0 мм/мин), крупности капель (1,5 – 4,0 мм), коэффициенту эффективного полива (0,6 – 0,7) далеки от показателей экологически безопасного полива.

Для решения указанных проблем можно выделить следующие основные направления работы:

- более жесткий отбор существующих и вновь создаваемых дождеобразующих устройств, устанавливаемых на дождевальной технике, в соответствии с требованиями критериев экологической безопасности полива;
- снижение ударного воздействия капель искусственного дождя на почвенные агрегаты и уменьшение размеров его капель с учётом сноса и испарения;
- создание искусственного дождя с интенсивностью, близкой скорости впитывания воды для данного типа почвы;
- оптимизация схем размещения дождеобразующих устройств на технических средствах орошения с целью получения наиболее равномерного распределения дождя по орошаемой площади;
- создание конструкций дождевальной техники, максимально учитывающих особенности её применения.

Среди существующей современной экологически ориентированной дождевальной техники, усовершенствованной разработками ФНГУ ВНИИ «Радуга», следует выделить дождевальную машину кругового действия «Фрегат» для работы на пониженном напоре.

Отличительной особенностью этой машины от серийной является использование дождеобразующих устройств с улучшенными расходно-напорными характеристиками (рис.1) и наличие модернизированного дождевого пояса с оптимизированной схемой их расстановки по водопроводящему поясу машины (рис.2).

Испытания подтвердили, что модернизация дождевого пояса ДМ «Фрегат» обеспечивает достижение следующих технико-экономических показателей:

- возможность снижения рабочего давления на входе в машину не менее чем на 0,1 МПа от номинального для любой модификации;
- интенсивность искусственного дождя 0,8 – 1,2 мм/мин;
- средний диаметр капель 0,8 – 0,9 мм;
- коэффициент эффективного полива 0,75.

На фоне этих показателей происходит устранение ирригационной эрозии почвы, снижение потерь оросительной воды на сток и инфильтрацию, сведение к минимуму образование почвенной корки и уменьшение размеров колеи от ходовых систем машины.

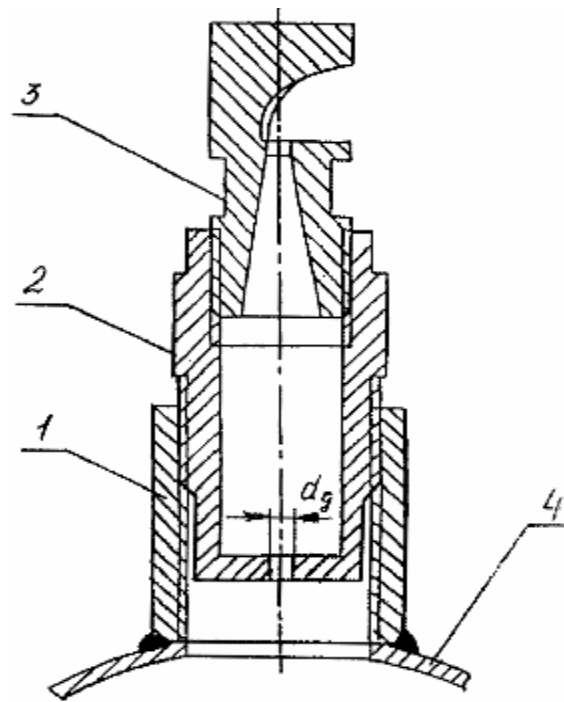


Рис. 1. Дождеобразующее устройство ДМ «Фрегат»:
1 – муфта; 2 – дюза; 3 – насадка; 4 – трубопровод машины

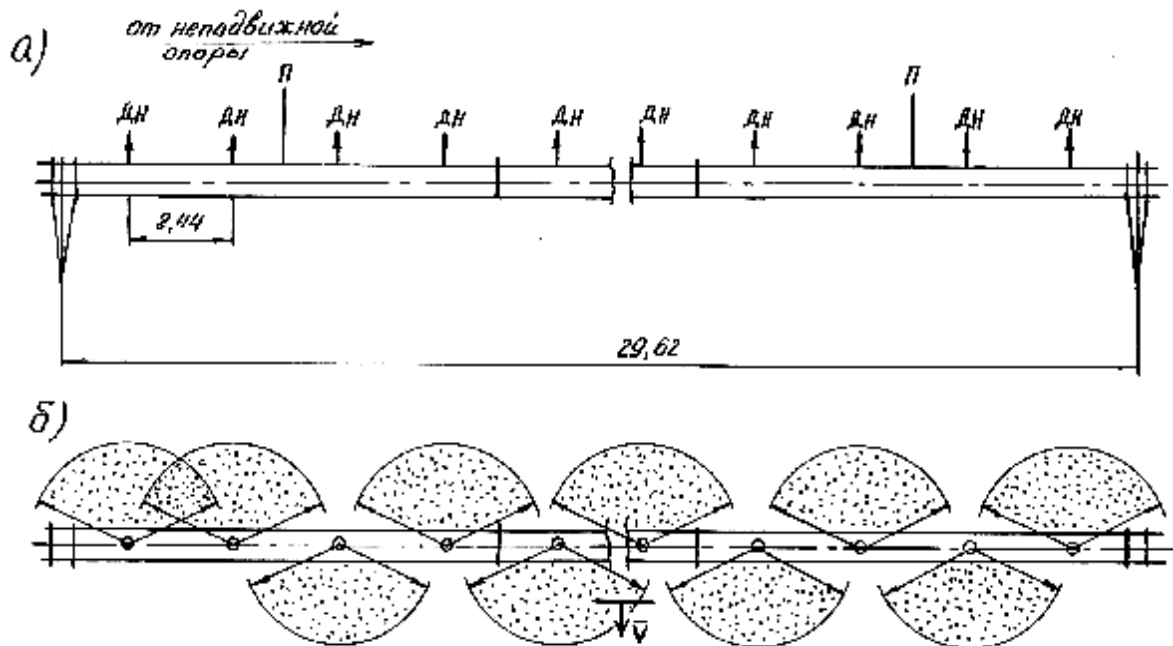


Рис. 2. Модернизированный дождевой пояс ДМ «Фрегат»:
а) схема расстановки дождеобразующих устройств (ДУ)
на пролете ДМ; б) распределение факелов дождя ДУ.

Длительное использование в хозяйствах России оросительных систем с дождевальным агрегатом ДДА-100МА снижает их эксплуатационную надежность, ухудшает качество полива и структуру почвы, не даёт ожидаемого урожая сельскохозяйственных культур. Резкого повышения качества работы далеко не новых агре-

готов можно достигнуть путем использования комплектов дождеобразующих устройств для модернизации дождевого пояса агрегата, предназначенных как для почв средней, так и для почв низкой водопроницаемости. Существенным признаком модернизации дождевого пояса является установка комбинированных насадок секторного действия, расположенных на передних и задних трубах крыльев агрегата по оптимизированной схеме (рис.3).

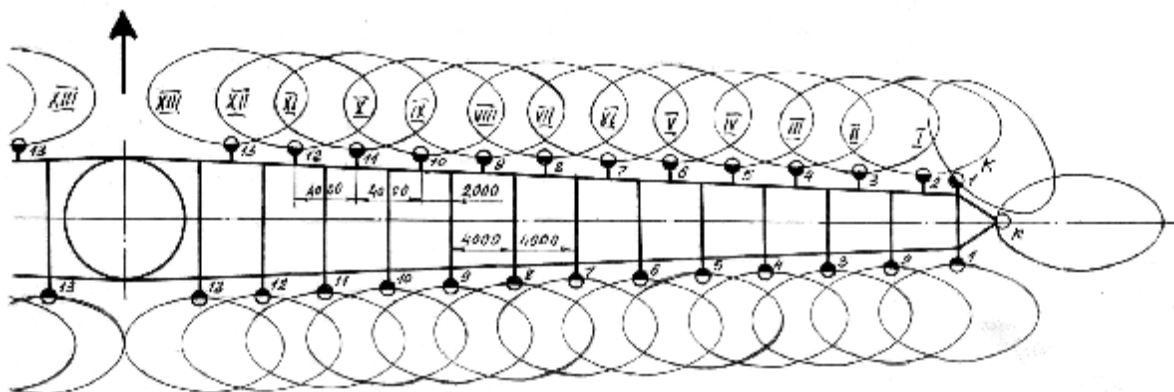


Рис. 3. Схема расстановки дождеобразующих устройств агрегата ДДА-100МА для почв средней водопроницаемости

После примерно пятилетней эксплуатации в хозяйственных условиях давление на выходе из насоса агрегата ДДА-100МА, в отличие от номинального 0,37 МПа, становится равным 0,22 – 0,25 МПа. Это резко снижает качество дождя, создаваемого серийными насадками кругового действия. Использование же насадок секторного действия, входящих в комплект для модернизации и рассчитанных на рабочее давление 0,1 - 0,15 МПа, позволяет исправить эту ситуацию и продлить срок службы агрегата, добиваясь следующих качественных показателей работы:

- интенсивность искусственного дождя 0,8 – 1,2 мм/мин;
- средний диаметр капель 0,8 – 0,9 мм;
- коэффициент эффективного полива – более 0,75.

Вместе с тем среднее давление капель дождя на почву снижается на 30%, норма полива до стока повышается на 25 – 27%, не наблюдается вымывания семян из грядок и образования почвенной корки.

Результаты модернизации ДМ «Фрегат» и агрегата ДДА-100МА, наиболее распространенных в хозяйствах России, наглядно демонстрируют правильность подхода в решении вопроса экологической безопасности полива дождеванием, с одной стороны, и экономической целесообразности этого направления работ с другой.

В практике сельскохозяйственного производства получили широкое распространение пленочные (весенние) теплицы как для выращивания товарной продукции, так и для производства рассады овощных культур по безгоршечной технологии на уширенных грядках. Для полива теплиц используются стационарные двухтрубные дождевальные системы, на которых в качестве дождеобразую-

ших устройств используются огородные дождеватели РВО-8.

В последнее десятилетие на смену грунтовому выращиванию рассады в теплицах пришла новая технология - выращивание рассады на питательных почвенных смесях в кассетах (кассетный способ). Наибольшее распространение в отечественной практике этот способ находит при выращивании рассады капусты.

Анализ работы дождевальных систем с РВО-8 показывает, что при поливе создается многоструйная крупнокапельная структура дождя со средним диаметром капель более 1,0 мм (максимальный диаметр капель больше 2,0 мм), которая обладает высокой ударной энергией воздействия на почву, разрушает почвенную смесь в кассетах и вымывает ее вместе с семенами и всходами. Распределение слоя дождя характеризуется резкой неравномерностью по радиусу полива, а расположение этих дождеобразующих устройств на оросительных трубопроводах приводит к постоянному увлажнению конструктивных элементов каркаса теплицы, которые превращаются в концентраторы образования крупных капель диаметром до 4... 5 мм и к их струйному стеканию. При использовании таких систем на поливе рассады капусты в кассетах товарный выход рассады не превышает 30... 40%.

В ФГНУ ВНИИ «Радуга» разработана однотрубная дождевальная система (рис. 4) с использованием в качестве дождеобразующих устройств короткоструйных энергосберегающих дефлекторных дождевальных насадок секторного действия. Она работает в теплицах при выращивании рассады капусты, используется во втором севообороте для полива овощных культур и при проведении селекционной работы. Стационарная оросительная система для полива рассады, выращиваемой кассетным способом, обеспечивает следующие показатели работы:

- рабочее давление 0,15 МПа;
- интенсивность искусственного дождя 0,34 мм/мин;
- средний диаметр капель 0,4 – 0,5 мм;
- коэффициент эффективного полива 0,77;
- товарный выход продукции (рассады) 90-95%;
- повышение степени очистки оросительной воды, в том числе от ферромагнитных примесей;
- исключение разрушительного действия дождя на всходы и семена.

Из анализа работы существующей высокопроизводительной и энергонасыщенной дождевальной техники, обладающей разрушительными параметрами дождя следует, что её применение необходимо ограничить, и больше использовать малогабаритные дождевальные машины и установки, исключая чрезмерную деформацию структуры почвы и образование поверхностного стока.

Среди разработок экологически ориентированной техники полива малых форм заслуживают внимания шланговые дождеватели, предназначенные для орошения сельскохозяйственных культур, кроме высокостебельных, на фермерских, приусадебных и селекционных участках, декоративных, садовых культур и лекарственных растений в питомниках, газонов различного назна-

чения и цветников. К ним относятся шланговые дождеватели ДШ-1 и ДШ-0,6П.

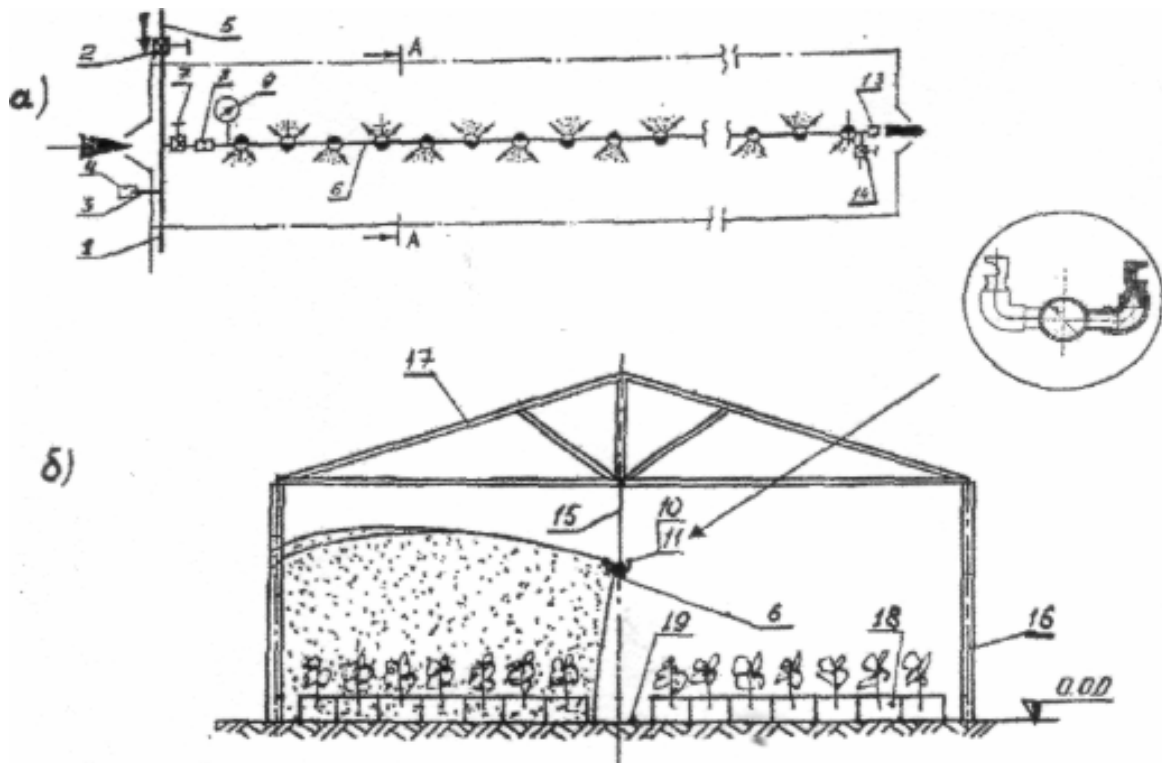


Рис. 4. Схема модуля теплицы с дождевальной системой: а) вид в плане; б) разрез А-А; 1- магистральный трубопровод; 2- задвижка; 3- сбросной патрубок; 4- пробка; 5- патрубок подводящий; 6- трубопровод оросительный; 7- вентиль; 8- фильтр; 9- манометр; 10- штуцер; 11- насадки; 13- пробка; 14- сбросной узел; 15- подвеска трубопровода; 16- стойка; 17- ферма перекрытия; 18- кассеты с растениями; 19- технологический проход

Дождеватель ДШ-1 (рис.5) работает от гидранта водопроводной сети или любого водоисточника с помощью бытового насоса, подключенного к однофазной электрической сети. Дождеватель работает в позиционном режиме или в движении.

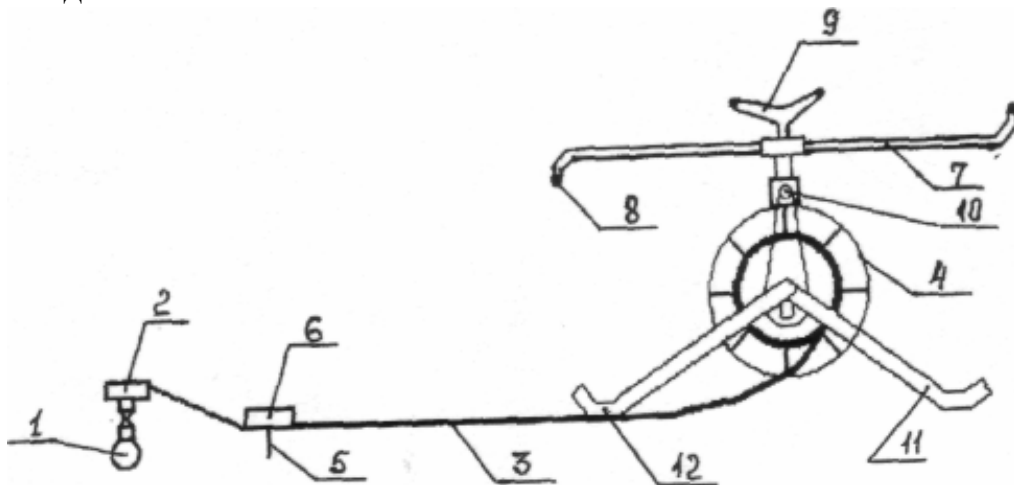


Рис.5. Принципиальная схема устройства дождевателя шлангового ДШ-1

От напорного гидранта или бытового насоса вода через разъем 1, состоящий из тройника и двух муфт 2, подается по шлангу 3 на катушку дождевателя 4. Шланг со стороны узла подсоединения к гидранту закрепляется на грунте якорем 5 и снабжен отсекателем (автоматом отключения воды) 6. С противоположной стороны шланг подключается к дождевателю через разъем патрубков катушки и закрепляется на ней скобой. Далее через патрубок катушки вода поступает в ступицу катушки, а через неё в трубопровод дождевателя. Катушка вращается на оси трубопровода. Из трубопровода установки вода поступает в трубы 7, конструктивно изогнутые под углом 90° , установленные отогнутыми концами под углом $28-30^{\circ}$ к горизонту и снабженные на концах соплами с рассекателями 8, а также в дождевальный аппарат 9. Вода из сопел труб и дождевального аппарата попадает на орошаемый участок.

Показатели работы дождевателя:

- рабочее давление 0,3 МПа;
- интенсивность искусственного дождя не более 0,45 мм/мин;
- средний диаметр капель 0,9 – 1,4 мм;
- коэффициент эффективного полива 0,7.

Базовый вариант изготовления дождевателя шлангового ДШ-0,6П (рис. 6) состоит из трех стоек с упорами в виде шайб, предназначенных для размещения в междурядьях посадок и фиксации в вертикальном положении. На стойках крепится узел вращения, который в сочетании с другими элементами конструкции (стояком, хвостовиком, растяжками, звеньями водопроводящего пояса, пакетами реактивных и концевых дождевальных насадок), образует крылья дождевателя. К хвостовику узла вращения с помощью быстроразборного соединения крепится питающий шланг, который подключается к гидранту водопроводной сети. Дождеватель работает позиционно и может за счет изменения положения крыльев быть использован для орошения садовых кустарников и низкорослых плодовых деревьев.

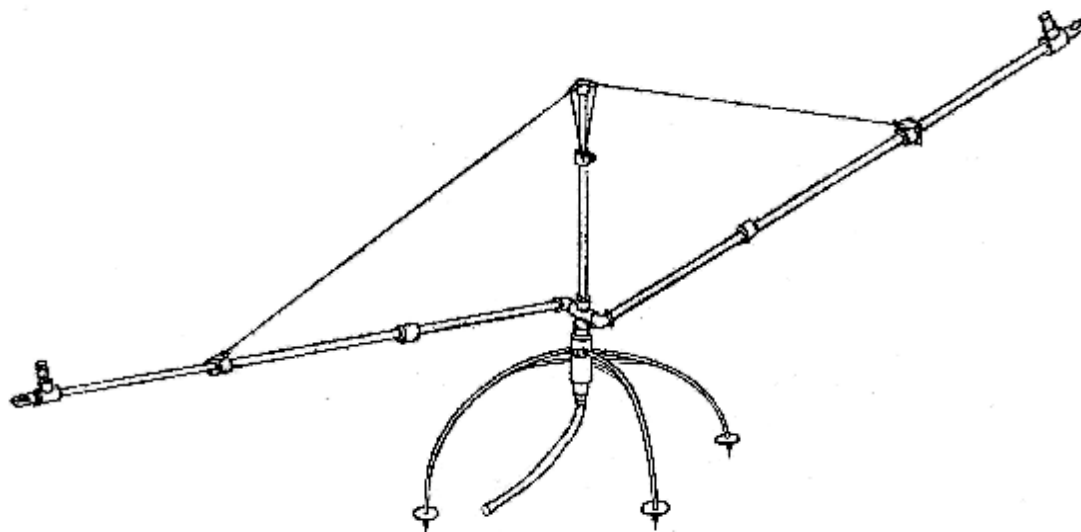


Рис. 6. Общий вид дождевателя шлангового ДШ-0,6П

Различные варианты изготовления установки (на штативе, на полозьях, с измененной схемой расстановки насадок) позволяют использовать её в условиях открытого и закрытого грунта, для удобрительных поливов.

Показатели работы дождевателя:

- рабочее давление 0,15 МПа;
- интенсивность искусственного дождя 0,18 – 0,25 мм/мин;
- средний диаметр капель 0,9 мм;
- коэффициент эффективного полива 0,78 .

Модульная компоновка участков, орошаемых шланговыми дождевателями ДШ-1 и ДШ-0,6П, позволяет обслуживать площади до 1,0 гектара, а при групповой работе до 3-5 гектар.

Все рассмотренные технические средства орошения защищены патентами и свидетельствами на изобретение. Их в полной мере можно отнести к экологически ориентированным, поскольку за время полива они оказывают минимальное давление дождя на почву, не вымывают семена из гряд, не вызывают стрессового состояния у растений, сводят к минимуму образование почвенной корки, не создают мелкоземного слоя почвы на листовой поверхности растений, не образуют стока, повышают всхожесть семян и в конечном счёте повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Рязанцев А.И., Механико-технологическое совершенствование дождевальной техники. Коломна, 2003, 246 с.
2. Рязанцев А.И., Каштанов В.В., Бубенчиков М.А. и др. Экологически безопасные дождевальные системы полива для выращивания рассады и товарной продукции овощных культур в условиях открытого и закрытого грунта // Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения). Материалы Международной конференции. – М.: ВНИИГиМ, 2002, С.282-284.
3. Козлов А.И., Козлов Е.А. К вопросу экологически совершенных комплектов и техники малого орошения. // Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения). Материалы Международной конференции. – М.: ВНИИГиМ, 2002, С.284-286.
4. Рязанцев А.И., Каштанов В.В., Бубенчиков М.А. и др. Дождевальная система для полива рассады овощей, выращиваемой кассетным способом в теплицах // Ресурсосберегающие экологически безопасные системы орошения и сельхозводоснабжения. Сборник трудов ФГНУ ВНИИ «Радуга»./ Под редакцией Г.В.Ольгаренко – Коломна, 2002, С. 24-28.
5. Рязанцев А.И., Бубенчиков М.А., Каштанов В.В. и др. Повышение энергосберегающих и экологически безопасных показателей полива дождевальными машинами «Фрегат» на действующих оросительных системах // Энепргообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 3-й Международной научно-технической конференции. Ч.2. М.:ВИЭСХ, 2003. С.129-133.
6. Рязанцев А.И., Каштанов В.В. Рекомендации по оптимальному применению модификаций переставного шлангового дождевателя ДШ-0,6П для орошения малых площадей // Научно-технический прогресс в садоводстве. Сборник научных докладов второй научно-практической конференции. Ч.1. М.:ВСТИС и П, 2003, С. 243-251.
7. Рязанцев А.И., Каштанов В.В., Бубенчиков М.А., Сирко В.Г. Модернизация дождевальных агрегатов ДДА-100МА на действующих оросительных системах.// Проблемы и перспективы совершенствования технологий орошения и сельхозводоснабжения. Сборник научных трудов ВНИИ «Радуга», Коломна, 2001, С. 32-34.

Л.В. Кирейчева, д.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Анализ развития мелиораций в России за период с 1965г. по 2002г. показал, что после широкомасштабного строительства мелиоративных объектов в 80-е годы прошлого столетия, в России начиная с 1991г. идет непрерывный спад: сокращаются орошаемые и осушаемые площади; часть мелиоративно подготовленных земель не используется в сельскохозяйственном производстве; агротехнические, культуртехнические и химические мелиорации в должном объеме не осуществляются; катастрофически снижаются объемы применения минеральных, органических удобрений и средств защиты растений; из-за отсутствия эксплуатации разрушаются и морально устаревают гидромелиоративные системы и сооружения; не выполняется технологический регламент на проведение мелиоративных приемов и технологий и т.д. Это приводит к снижению урожайности на мелиорированных землях и уменьшению общего валового сбора сельскохозяйственной продукции в стране, что ослабляет ее продовольственную независимость.

Невозможность поддержания мелиоративных систем в работоспособном состоянии из-за отсутствия финансирования в необходимом объеме вызывает деградацию природной среды: ухудшается мелиоративное состояние орошаемых и осушаемых земель, загрязняются поверхностные и подземные водоисточники, деградируется почвенный покров, меняется агробиоценоз.

По данным мелиоративного кадастра на 01.01.2002г. в России насчитывается 9084 тыс. га мелиорированных земель, в том числе 4454, 1 тыс. га орошаемых и 4629,9 тыс. га – осушенных. В неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится 701,6 тыс. га орошаемых и 1290,1 тыс. га осушаемых сельскохозяйственных угодий, т.е. около 22% общей мелиорированной площади. Не все мелиоративно подготовленные земли используются в сельскохозяйственном производстве: в 2001г. не использовалось 372 тыс. га орошаемых и 416,6 тыс. га осушаемых земель; не поливалось 1870 тыс. га орошаемых площадей.

Вместе с тем, следует обратить особое внимание на то, что на 01.01.2002г. балансовая стоимость мелиоративных объектов по РФ составляла 147,6 млрд. руб. Эти огромные материальные вложения используются явно недостаточно.

В настоящее время назрела необходимость по-новому оценить значимость мелиорации для России, что связано как с социально-экономическими изменениями в нашей стране, так и с формированием новой политики и программ развития сельского хозяйства в мире, основанных на принципах долгосрочного, устойчивого и непрерывного развития. В настоящее время все большее внимание уделяется экологическим проблемам и необходимости получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Систему аграрного

производства рассматривают как элемент более высоких систем: региональных экосистем, агроиндустриального комплекса, национального и международного сообщества.

Существующее состояние мелиоративных систем и мелиорируемых земель в России, а также достижения мелиоративной науки требует нового подхода, новой экологической идеологии развития комплексных мелиораций в нашей стране. Начиная с 90-х годов XX века, стали трансформироваться цели и задачи сельскохозяйственной мелиорации. Наряду с традиционными задачами – улучшение показателей природной среды для интенсификации сельскохозяйственного производства, назрела необходимость восстановления деградированных земель и сохранения природно-ресурсного потенциала страны.

Создание и функционирование мелиоративного комплекса – дорогостоящее мероприятие. Особенно большие расходы несут оросительные системы на подачу электроэнергии. По данным ВолжНИИГиМ затраты на электроэнергию при орошении составляет 58% от общих затрат. Отсюда возникает проблема поиска наиболее эффективных направлений использования существующих мелиорированных земель и разработки стратегии расширения мелиорируемых площадей на перспективу.

Первый этап в возрождении мелиорации – сохранение и восстановление существующих мелиоративных объектов, систем и сооружений. На основе всестороннего анализа существующего социального развития территории, технического уровня оросительной системы, продуктивности и мелиоративного состояния земель, хозяйственной деятельности и экологической обстановки должна быть выполнена оценка необходимости проведения комплексной реконструкции действующей системы или ее отдельных элементов. Реконструкция должна обеспечить перевод системы на новый технический и технологический уровень, обеспечивающий рациональное природопользование и охрану окружающей среды. Оросительные системы должны обеспечивать водооборотные технологии с технологическими узлами по очистке и обессоливанию дренажных вод, подготовке и внесению удобрений, средств защиты растений с оросительной водой. Для систем, использующих на орошение сточные воды – возможность цикличной подачи сточных и природных вод на орошаемую площадь. Для осушительных систем – возможность двустороннего комплексного регулирования водно-воздушного и питательного режимов почв. Вопросы экологии и ресурсосбережения должны стать приоритетными при проведении работ по реконструкции и модернизации систем.

Важная задача – определить эффективное направление использования существующих мелиорированных земель. За годы реформ резко снизилось внесение минеральных и органических удобрений: в 1985-90гг. вносилось 85-88 кг д.в./га минеральных удобрений, к 2001г. – всего 7,9 кг д.в./га; органических удобрений в 1985-90гг. вносилось по 3,5-3,6 т/га, а в 1999г. – всего 0,9 т/га. Только на 2,9% от общей посевной площади, 97,1% этих площадей органики не получили вообще [5]. Это привело не только к снижению урожайности, но и к деградации почвенного покрова, а особенно ярко негативные процессы про-

явились на мелиорированных землях. Поэтому одной из актуальнейших задач является повышение их плодородия и улучшение мелиоративного состояния.

Стратегическим направлением использования существующих мелиорированных земель является обеспечение населения овощной продукцией, а животноводство – кормами. Актуальный лозунг на современном этапе развития должен стать «Мелиорация для создания кормовой базы России».

В России численность поголовья КРС только за три года (1997-1999гг.) сократилась с 31,52 до 28,0 млн. голов, а собственное производство мяса с 1990 по 1999гг. упало с 10100 тыс. т до 4313 тыс. т, т.е. в 2,34 раза, это связано с резким сокращением производства кормов. Объем кормов сократился с 79,2 млн. т в 1986-1990гг. до 35,7 в 1995-2000гг., как правило, за счет снижения урожайности основных кормовых культур на мелиорированных землях [5]. Динамика изменения урожайности кормовых культур на примере ОПХ ГУ ВолжНИИГиМ приведена на рис. 1 [6].

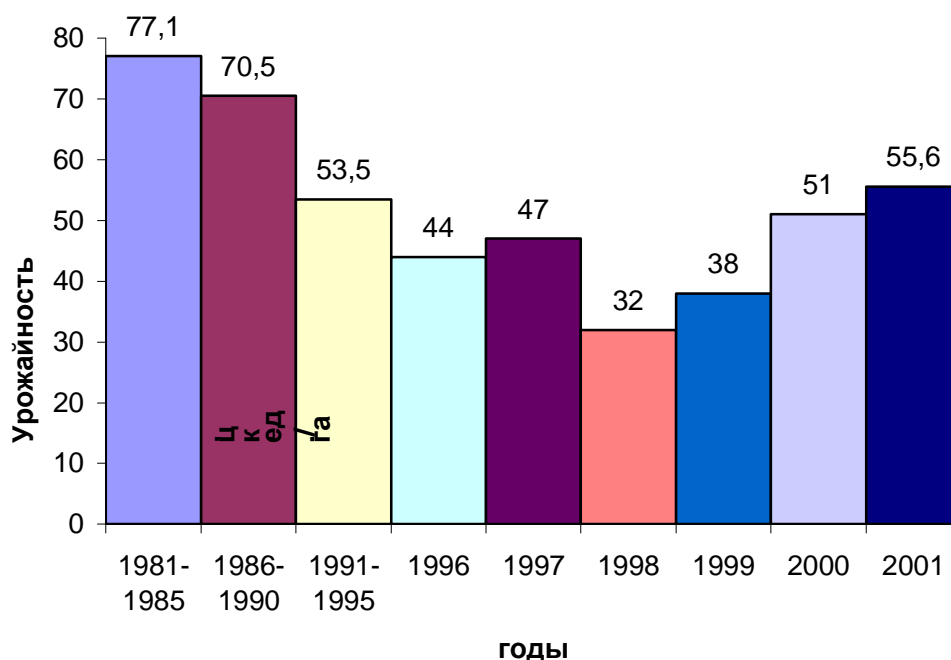


Рис. 1. Динамика изменения урожайности кормовых культур в ОПХ ВолжНИИГиМ [6].

Из графика видно, что в степной и сухостепной зонах возможно получать до 8 т к.ед. на гектар орошаемой площади. В гумидной зоне посев многолетних трав может обеспечить получение 4-6 т к.ед./га.

В настоящее время Россия сильно отстает по развитию животноводства от стран Центральной и Восточной Европы, где количество голов КРС на 100 га сельскохозяйственных земель составляет 29,9, а в России не превышает 15. Для обеспечения продовольственной независимости нашей страны необходимо не только восстановить поголовье КРС, но и обеспечить расширенное воспроизводство, что требует создания гарантированной кормовой базы. В условиях России это возможно осуществить только на мелиорированных землях, где приоритет должен быть отдан кормовым культурам. Применение на мелиори-

рованных землях многолетних трав позволит не только обеспечить эффективное функционирование мелиоративных систем, но и поднять плодородие почв. Например, по данным ВолжНИИГиМ для Саратовской области установлено, что в структуре посевных площадей под кормовые культуры необходима площадь не менее 65%, под зерновые – до 25%, для овощных и картофеля – 6% и под технические культуры (приоритет сои) – 4%. Наиболее эффективны при орошении многолетние травы и их смеси, удельный вес которых должен быть не менее 50%. Экономическая эффективность производства кормовых культур при орошении в ЗАО АФ «Волга» Саратовской области Марковского района приведена в таблице 1 [6].

Таблица 1. Экономическая эффективность производства кормовых культур на фактически поливаемой пашне в ЗАО АФ «Волга» Марковского района в 2001г. [6]

Показатели	Культуры						
	Многолетние травы		Однолетние травы			Кукуруза, зеленая масса	Кормовые смеси, силос (без кукурузы)
	сено	зеленая масса	сено	зеленая масса	сенаж		
Площадь, га	470	174	138	239	60	832	440
Валовой сбор, т	3506	3611	784	6273	741	23012	9221
Урожайность, т/га	7,46	20,7	5,7	26,1	12,3	27,6	20,9
Оросительная норма, м ³ /га	3000	3000	1600	1600	900	2200	2000
Поливная норма, м ³ /га	500	500	300	300	700	450	400
Кратность полива	6	6	5,3	5,3	3	5	5
Себестоимость 1 т продукции, руб.	444,61	165,97	455,26	170,27	195,05	183,31	131,25
Цена реализации, руб.	816,0	323,0	782,0	323,0	323,0	323,0	323,0
Уровень рентабельности, %	+96,8	+94,6	+71,8	+89,7	+83,4	+76,2	+146,1

Вторым этапом в решении проблемы продовольственной безопасности России - расширение мелиорированных площадей путем строительства мелиоративных систем нового поколения. В «Концепции развития комплексных мелиораций...» [4], показано, что для устойчивого развития сельского хозяйства площадь орошаемых земель при их продуктивности 7 тыс. кормовых единиц составляет 12 млн. га, а с учетом обеспеченности различных регионов водой

ограничивается 10, 1 млн. га. По оценкам специалистов площадь осушаемых земель должна составлять не менее 7-8 млн. га. Таким образом, площадь мелиорированных земель в России должна быть доведена до 17-18 млн. га, т.е. увеличиться почти в 2 раза по сравнению с существующей.

Новое мелиоративное строительство должно базироваться на экологическом императиве. В первую очередь – это разработка технологических процессов, обеспечивающих ресурсосбережение и снижение антропогенной нагрузки или ее компенсацию в пределах агроландшафта. Комплексные мелиорации должны базироваться на адаптивно-ландшафтном подходе и быть направлены на повышение продуктивности и экологической устойчивости агроландшафта в целом. В отличие от традиционных представлений комплексные мелиорации должны рассматриваться в двух аспектах: как адаптивные комплексы мелиоративных мероприятий, дифференцированные к природным условиям на землях сельскохозяйственного назначения, обеспечивающие повышение их продуктивности и потенциального плодородия, и как экомелиоративные комплексы, обеспечивающие повышение устойчивости и оздоровление ландшафта путем нивелирования или компенсации негативных процессов, возникающих в ландшафте при трансформации природного объекта в мелиорированный [3].

Учеными ВНИИГиМ на базе разработанных экологических требований предложены адекватные комплексы мелиоративных мероприятий для зон избыточного, неустойчивого и недостаточного увлажнения, обеспечивающие экологическое нормирование воздействия на агроландшафт. Они включают [1,3]:

- для гумидной зоны. Осушительно-увлажнительные системы водооборотного типа, включающие закрытый горизонтальный дренаж и орошение дождеванием. Орошение должно функционально выполнять как роль увлажнения, так и противозаморозковые поливы. Комплекс культуртехнических, агро-мелиоративных, химических и биологических мероприятий, дифференцированных для агроландшафта, обеспечивающий комплексное регулирование водного, воздушного и питательного режима осушенных почв. Экомелиоративные мероприятия для снижения негативного влияния осушения на прилегающие территории.
- для лесостепной и степной зон. Гидромелиоративные системы малообъемного орошения с замкнутым циклом водооборота в комплексе с поле- и почвозащитными, биологическими и химическими мероприятиями, а также с использованием многоцелевых технических средств на модульной основе (для улучшения качества воды, внесения удобрений и средств защиты, утилизации сбросных и дренажных вод). В этих зонах основной способ орошения – дождевание с использованием низконапорных дождевальных машин нового поколения, а также сочетание различных способов орошения, таких как дождевание с мелкодисперсным орошением, капельное, мелкоструйное или подкороновое орошение - с мелкодисперсным. В составе гидромелиоративных сис-

тем обязательным элементом должен стать глубокий закрытый горизонтальный или облегченный вертикальный дренаж, обеспечивающий поддержание грунтовых вод на глубине 3 м и более. Для повышения плодородия почв и предупреждения процессов осолонцевания необходимо периодическое внесение специально подобранных кальцийсодержащих удобрительно-мелиорирующих смесей. Эффективным мероприятием является влагозарядковые поливы;

- для полупустынной и пустынной зон. Мелко- и среднеконтурные системы комплексной мелиорации, преимущественно оазисного типа на базе местного стока или подземных вод. Локальные системы орошения на фоне дренажа с техническими узлами по обессоливанию дренажных вод и кондиционированию оросительной воды. Преобладающий способ орошения – поверхностный: лиманное орошение, полив по коротким бороздам, полив на базе поливных машин, являющихся модификацией дождевальных. Дренаж преимущественно закрытый горизонтальный. Для создания благоприятного солевого режима необходимы влагозарядка за счет накопления и перераспределения поверхностного стока в весенний период и промывной режим орошения. Комплекс агротехнических, химических, биологических и лесомелиоративных мероприятий, включающий глубокое рыхление с внесением гипса. Фитомелиоративный комплекс с применением специальных севооборотов с культурами-галофитами для рассоления природнозасоленных почв.

В гидромелиоративных системах нового поколения наибольшее значение будут приобретать технологии, связанные с восстановлением природно-ресурсного потенциала: очистка, детоксикация и рекультивация почвенного покрова; обессоливание дренажного стока и улучшение качества воды в водотоках; восстановление функционирования малых рек и т.д.

Развитие мелиорации путем создания мелиоративных систем нового поколения и внедрение природоохранных технологий обеспечит условия для перехода к устойчивому функционированию АПК и обеспечению продовольственной независимости России.

Литература

1. В.К.Губер Основные направления создания оросительных систем// Мелиорация и водное хозяйство, 2002 №5
2. В.М. Дринча Концептуальные и методологические аспекты стратегии развития механизации сельского хозяйства. – М.: Россельхозакадемия, 2003.
3. Л.В. Кирейчева Экологические основы комплексной мелиорации агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство, 2002 №5
4. Концепция развития комплексных мелиораций и повышения продуктивности орошаемых земель России. РАСХН, Волгоград 2001.
5. М.И. Пушко Современное состояние российского сельского хозяйства. Сб. трудов ВолжНИИГиМ, Саратов 2002.

6. В.А. Шадских, Г.Ф. Липилина Экономическая эффективность с.-х. производства на орошаемых землях хозяйств Саратовской обл. Сб. трудов ВолжНИИГиМ, Саратов 2002.

УДК 626.674

ТЕХНИКА ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

Н.Г. Колесова

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Внутрипочвенное орошение - один из наиболее действенных факторов выращивания различных сельскохозяйственных культур, в том числе и садовых. Основной задачей орошения следует считать получение высоких урожаев при минимальных затратах воды на создание единицы продукции. Положительно решить данный вопрос можно на основе внедрения в производство новых прогрессивных способов орошения и, прежде всего, с локальным характером увлажнения почвы. Таким способом и является внутрипочвенное орошение.

Внутрипочвенное орошение - один из способов орошения, при котором оросительная вода поступает в корнеобитаемый слой почвы из системы увлажнителей, уложенных на глубину 40...60 см от поверхности земли. Увлажнители могут быть выполнены в виде полиэтиленовых перфорированных трубок диаметром 10...40 мм или земляных кротовин диаметром 70...80 мм, а в некоторых случаях крепленных специальным раствором. Благодаря размещению увлажнителей в корнеобитаемом слое почвы обеспечивается равномерность его увлажнения и поддерживается постоянная влажность. При этом сохраняется структура почвы, предотвращается образование на поверхности почвы корки, исключается эрозия почвенного покрова, снижается расход поливной воды и уменьшаются ее потери на испарение с поверхности почвы. Весь технологический цикл орошения может быть полностью автоматизирован. Внутрипочвенное орошение применяют при возделывании овощных и плодовых культур, винограда, хлопчатника, на равнинных участках с незасоленными почвами, подстилаемыми водонепроницаемыми или слабопроницаемыми грунтами. При внутрипочвенном орошении используют полностью закрытые оросительные системы.

По способу подачи воды системы внутрипочвенного орошения подразделяют на вакуумные или абсорбционные, безнапорные и напорные. В вакуумных системах вода поступает к растениям под действием сил поверхностного натяжения (по мере расходования воды в трубах-увлажнителях создается вакуум, вследствие чего поддерживается их наполнение), в безнапорных - вследствие капиллярного движения воды, в напорных - за счет искусственно создаваемого напора с учетом исключения выхода воды на поверхностные почвы.

В таблице 1 дана классификация систем ВПО по техническим и технологическим признакам, в частности представлены данные о максимальном угле наклона укладки для каждого вида систем, допустимой мутности поливной воды, величине оптимального напора воды в увлажнителе, при котором исключается

выклинивание воды на поверхность почвы. В этой таблице также дан примерный срок службы системы в зависимости от их типа.

Таблица 1. Классификация систем ВПО по технологическим параметрам

№ п/п	Системы	Допустимый уклон	Допустимая мутность, мг/л	Допустимое содержание частиц, мм	Срок службы, лет	Допустимый напор, м
1	Стационарные	0,001-0,005	50-200	0,05-1,0	15	0,5-1,5
2	Стационарно-сезонные	0,003	1000	2-3	5	0,3
3	Сезонные	0,003	1000	2-3	1	0,3
4	Очаговые увлажнители	0,01-0,2	500	1	10-15	1,5-2,0
5	Трубопровод с встроенными капельницами	0,3	30-50	0,5	1--15	40

В систему внутрпочвенного орошения входят: головной водозабор; водорегулирующий блок; блок подачи в систему растворенных минеральных удобрений; распределительный трубопровод, распределяющий воду по подпочвенным распределителям; внутрпочвенные увлажнители, подающие воду в корнеобитаемый слой почвы; система датчиков, осуществляющая обратную связь и контролирующая водный режим в почве. Увлажнители изготавливают из пластмассовых гладких или гофрированных труб, откуда вода поступает в почву через отверстия-перфорацию.

К основным элементам техники полива при внутрпочвенном орошении относятся: глубина заложения увлажнителей, расстояние между ними, длина увлажнителей, расход воды в головной части увлажнителя, напор, тип перфорации.

Оптимальными параметрами сети внутрпочвенного орошения являются: глубина заложения увлажнителей 40-60 см, расстояние между ними 100-160 см, длина увлажнителей 100-200 м, расход воды в головной части увлажнителя 0,2-0,6 л/с при минимальном напоре 0,6...2 м. Перфорация выполняется в виде круглых отверстий диаметром 1,0-1,5 мм или прорезей длиной 2,0-5,0 см при ширине до 1 мм.

К элементам режима орошения относятся: единичная поливная норма (объем воды в расчете на единицу увлажнителя, необходимый для образования в почве контура увлажнения с заданными параметрами), поливная норма и продолжительность полива.

Поливная норма в расчете на 1 га орошаемой площади равна

$$m = 0,65 d_w B(FC_1 - V_{01}) l_h n_h,$$

где l_h - длина увлажнителя, м; n_h - число увлажнителей на 1 га; d_v - расчетная глубина промачивания почвы, м; B - средняя ширина полосы увлажнения, м; FC - наименьшая влагоемкость одного m^3 расчетного слоя почвы, %; V_{01} - влажность слоя почвы перед поливом, %.

При наличии экрана под увлажнителем расчетная ширина полосы увлажнения увеличивается на 10 %.

Наиболее эффективно внутрипочвенное орошение используют при поливе хорошо подготовленными сточными водами и животноводческими стоками. Вода для полива должна удовлетворять следующим требованиям: размеры твердых частиц не должны превышать 1 мм; мутность - 0,04 г/л; минерализация - 1 г/л. При необходимости должны предусматриваться отстойники или очистные сооружения.

Орошение с помощью систем ВПО является экологически безопасной техникой полива сельскохозяйственных культур, в т.ч. и при утилизации сточных вод и животноводческих стоков, позволяющей исключить загрязнение водных ресурсов и повысить агроэкологический потенциал мелиорируемых земель. При использовании сточных вод основными культурами являются многолетние травы и декоративные древесные насаждения.

Известны земледельческие поля орошения, где в корнеобитаемом слое почвы выполнены кротовые дрены для подачи сточных вод. В процессе эксплуатации дрены заиливаются, что ведет к неравномерности распределения сточных вод по полю. Нарезка новых дрен связана с дополнительными затратами.

Известна система внутрипочвенного орошения сточными водами, включающая источник сточных вод, распределительные трубопроводы, поливные трубопроводы, к которым подключены очаговые оросители, выполненные в виде перфорированных емкостей, открытых снизу (пат. США № 5217323). В процессе эксплуатации из-за низкой скорости возможно заиливание труб, соединяющих очаговые оросители. При этом нарушается равномерность распределения сточных вод, а также существует опасность попадания сточных вод в грунтовые воды.

Во ВНИИГиМ разработана система внутрипочвенного орошения сточными водами (пат. РФ № 2132125), в которой вода через распределительные трубопроводы поступает в поливные трубопроводы с очаговыми оросителями [1]. Поливные трубопроводы состоят из секций труб, соединяющих очаговые оросители, и уложенных с уклоном более 0,03. При этом на входе в каждую секцию устанавливается диафрагма с воздушной трубкой, выведенной выше поверхности почвы. При уклоне более 0,03 в сочетании с диафрагмой обеспечивается безнапорный поток жидкости, исключая выпадение ила в осадок, и его аэрацию за счет засасывания воздуха этим потоком через воздушную трубку, что повышает скорость окисления илистой взвеси. Таким образом, в системе обеспечивается процесс очистки воды при снижении опасности заиливания трубопроводов и очаговых оросителей.

Для внутривпочвенного полива на больших уклонах 0,02...0,3 ВНИИГиМ предложил низконапорную систему для локально-очагового и полосового увлажнения, принцип работы которой основан на безнапорном движении воды по поливному трубопроводу. Наполнение трубопровода должно составлять не более $1/2 - 2/3$ диаметра трубы. Система отличается пониженными требованиями к очистке воды с мутностью до 1-1,5 г/л, простотой конструкции и минимальной энергоемкостью.

Система ВПО в основном копирует рельеф местности, при выборе участков следует отдавать предпочтение территориям со спокойным микрорельефом. При сложном рельефе выбор участка решается экономическими расчетами с учетом объема планировки намечаемых территорий. В основном они предусматривают сплошное увлажнение почвы и поэтому могут применяться при выращивании любых культур. Низконапорные системы внутривпочвенного орошения создают локально-очаговое или полосовое увлажнение и используются при выращивании кустарниковых и древесных культур.

Для систем внутривпочвенного орошения необходимо выбирать массивы со средним уклоном местности от 0,003 до 0,01. Почвы должны быть незасоленными и не должны уплотняться более чем на 10% под влиянием орошения для однолетних культур и более чем на 20% для многолетних культур. Наиболее оптимальными почвами для систем внутривпочвенного орошения являются среднесуглинистые. Оросительная вода не должна содержать токсичных солей, превышающих порог токсичности для выбранной севооборотной культуры. Для увлажнителей рекомендуются тонкостенные трубки из полиэтилена высокой плотности внешним диаметром 20—50 мм с перфорацией диаметром 1 мм, проколотой в заводских условиях по всему периметру в количестве от 100 до 500 отверстий на один метр. Целесообразно использовать гофрированные трубки, которые легко разрываются в случае повреждения их почвообрабатывающими механизмами, в то время как гладкие трубки, обладающие большой толщиной, вытягиваются из грунта целиком. Диаметр трубки-увлажнителя и величина перфорации должны быть постоянными по длине. Перфорацию необходимо защищать от забивки окружающим грунтом и корнями растений фильтром из рулонного не гниющего материала (стеклоткань, капроновая ткань или их комбинации). Пропускная способность перфорации увлажнителей должна быть больше впитывающей способности почвогрунта.

В существующих водовыпусках из-за наличия уклона поля, неоднородности поверхности почвы при подаче воды к оросителям (поливному трубкам) происходит срыв вакуума в системе и нарушение равномерности водоподачи по полю. Поэтому определенный интерес представляет система локального орошения с вакуумными водовыпусками, защищенная патентами РФ № 2075287 и № 2119743 [2,3].

Система локального орошения с вакуумными водовыпусками предназначена для подачи воды к растениям в соответствии с их потребностью. Оросительная сеть состоит из бака-накопителя, сообщаемого с трубопроводом через вакуумный клапан и патрубком с емкостями, в верхней части которых уста-

новлен поплавковый клапан, имеющий шаровые поплавки, а также отверстия. В нижней части емкость снабжена водовыпускным патрубком.

Работа оросительной системы осуществляется в следующей последовательности. Патрубок емкости заглубляют в почву в зоне расположения корней растения. Патрубок подключают к водопроводящему трубопроводу. В баке создают напор, превышающий сопротивление вакуумного клапана, по трубопроводу и патрубку вода поступает в емкость, при ее заполнении воздух вытесняется через клапан. После полного заполнения емкости поплавки в клапане всплывают и прижимаются к седлу отверстия. После заполнения всех емкостей давление в водоисточнике уменьшают до уровня, обеспечивающего закрытие клапана. Расходование воды через патрубок происходит по мере впитывания ее почвой. При этом происходит последовательный отбор воды из трубопровода и емкостей до создания в них разряжения. При этом поплавки клапана ложатся на седло отверстия, препятствуя срыву вакуума в емкости. При достижении заданного уровня разряжения вакуумный клапан открывается, и вода по трубопроводу поступает в емкости. При их заполнении разряжение уменьшается, и клапан закрывается. Таким образом, обеспечивается равномерная подача воды в почву по мере необходимости в автоматическом режиме.

Система локального орошения с вакуумными водовыпусками не требует предварительной тонкой очистки воды, обеспечивает низкие энергетические затраты, создает наиболее благоприятный водно-воздушный режим почв в соответствии с процессом водопотребления растениями.

Внутрипочвенное орошение позволяет повысить урожай сельскохозяйственных культур, дает экономию оросительной воды за счет исключения поверхностного и глубинного сброса, сокращает затраты труда, во всех зонах орошаемого земледелия системы подпочвенного орошения кормовых культур экономически выгодно применять для утилизации предварительно очищенных сточных вод.

Литература

1. Патент РФ № 2132125 «Система внутрипочвенного орошения сточными водами». Губин В.К. и др., 1999, БИ №18.
2. Патент. РФ № 2075287 «Низконапорная капельница», Губин и др., 1997, БИ №8.
3. Патент. РФ № 2119743 «Оросительная система», 1998, БИ №28.

УДК 627.81

КОМПЛЕКС СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ДРЕНАЖНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОГО РЕЛЬЕФА

И.И. Конторович, к.т. н.
ВКО ВНИИГиМ, Волгоград, Россия

Комплекс сооружений для опреснения дренажного стока методом естественного вымораживания является одним из возможных вариантов реализации

технического решения подсистемы утилизации дренажного стока в составе внутривозвратной водооборотной гидромелиоративной системы (ВГМС) [1,2]. В отличие от ранее разработанных конструкций, предназначенных для создания в условиях овражно-балочной сети [3] или местности с односторонним уклоном [4], данный опреснительный комплекс хорошо вписывается в условия плоского рельефа, который типичен для современных оросительных систем.

Опреснительный комплекс (рис. 1 – 3) содержит:

- накопитель 1 дренажного стока с противofильтрационным покрытием 2, состоящий из двух отсеков 3 и 4, которые разделены водонепроницаемой перегородкой 5 и гидравлически связаны между собой регулирующим сооружением 6;
- подводящий канал 7 с датчиком минерализации воды 8 и линией связи 9, вододелителем 10, водовыпусками 11 и 12 соответственно в отсеки 3 и 4 накопителя 1 для транспортирования дренажного стока от ВГМС в комплекс;
- накопитель 13 опреснённой воды с противofильтрационным покрытием, испаритель 14 остаточных от опреснения рассолов с противofильтрационным покрытием;
- насосную станцию 15 с водозаборами из накопителя 1 дренажного стока, накопителя 13 опреснённой воды, аванкамеры 16, напорным трубопроводом 17 и кольцевым напорным трубопроводом 18 с равномерно распределёнными по его длине гидрантами 19;
- льдоплощадку 20 в форме конуса для намораживания ледяного массива 21 со следующими конструктивными элементами: противofильтрационным покрытием на песчаной и/или гравийной подушке 23, стоконцентрирующими ложбинами 24 от центра льдоплощадки к периферии, имеющими переменное по длине поперечное сечение, кольцевой отсечной дренажной 25, равномерно распределёнными по внешней границе льдоплощадки оградительными валами 26 в виде фрагментов кольца или сегментов, водовыпусками 27;
- установки зимнего дождевания 29, подключённые к гидрантам 19;
- открытый кольцевой канал-собиратель 30 рассолов и опреснённой воды с противofильтрационной защитой 31 и водозаборами 32, через последние канал-собиратель 30 соединён с закрытым самотечным коллектором 33;
- самотечный водовод 34 с регулирующим сооружением 35 для подачи рассолов и опреснённой воды из закрытого самотечного коллектора 33 в аванкамеру 16, подводящий напорный трубопровод 36 для подачи насосной станцией 15 опреснённой воды из аванкамеры 16 в накопитель опреснённой воды 13, подводящий напорный трубопровод 37 для подачи опреснённой воды потребителю, подводящий напорный трубопровод 38 для подачи минерализованной воды в испаритель 14;
- энергетическую установку 39 (например, ветроэнергетическую), обеспечивающую энергией устройство 40 для нагрева воздуха и компрессор 41 для его подачи в закрытый самотечный коллектор 33;

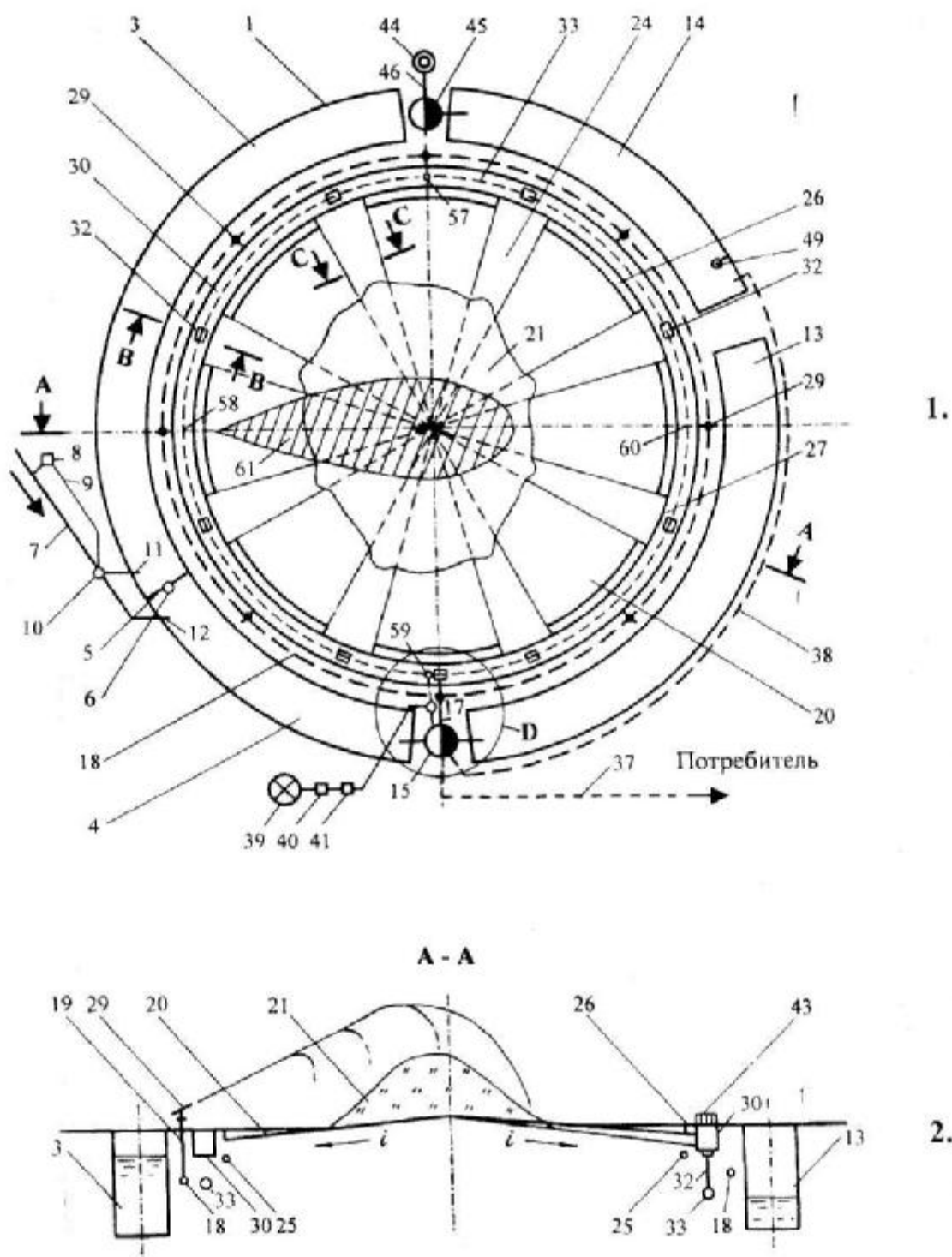


Рис. 1. Опреснительный комплекс сооружений для условий плоского рельефа, вид в плане (1) и разрез А-А (2)

- контрольно-измерительный комплекс 42 слежения за уровнем минерализации воды в закрытом самотечном коллекторе 33, водоводе 34 и аванкамере 16, связанный с исполнительными механизмами насосной станции 15;

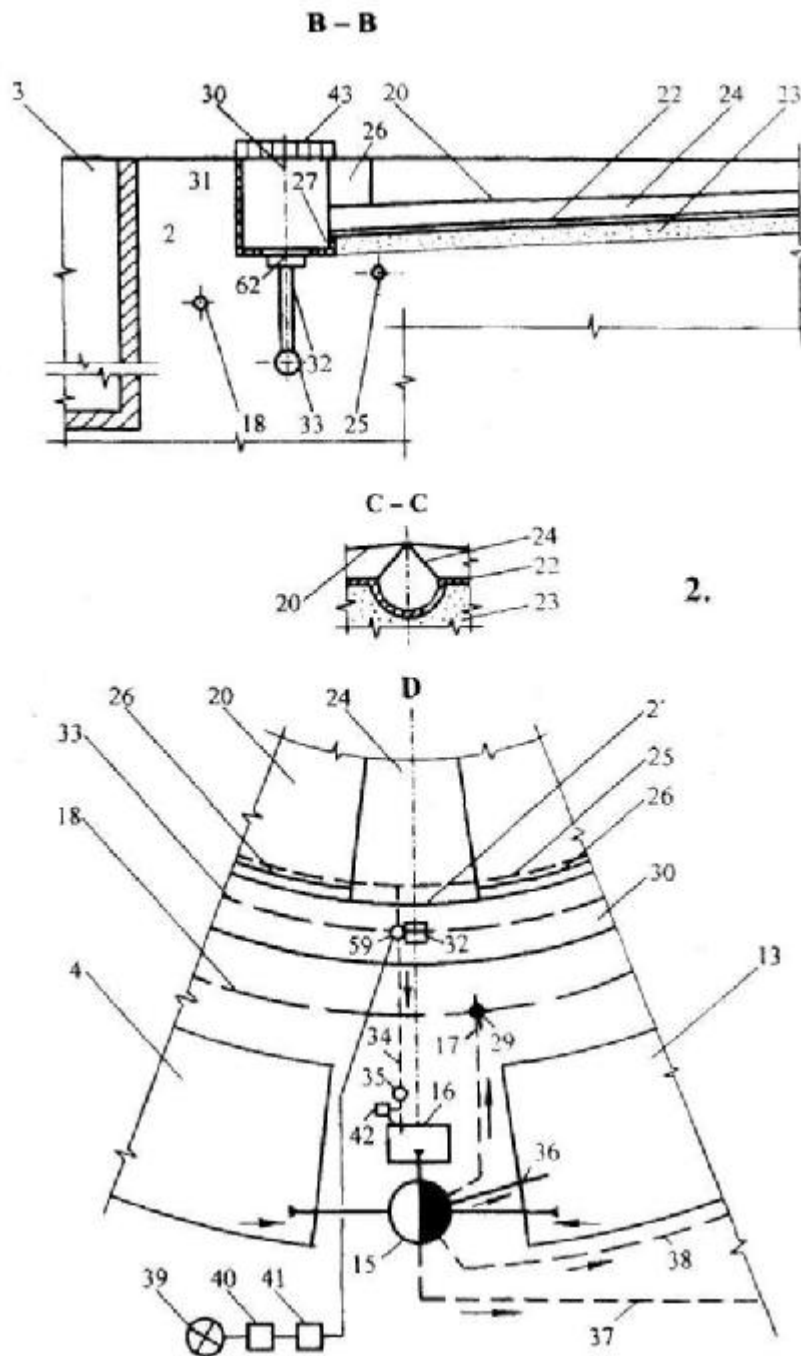


Рис. 2. Разрез В-В (1), разрез С-С (2) и узел D на рис. 1 (3)

- переходные мостики 43 через канал-собиратель 30, расположенные над водозаборами 32;
- скважину 44 для закачки рассолов в подземные горизонты, дополнительную насосную станцию 45 с водозабором из испарителя 14 и напорным трубопроводом 46 для подачи рассолов в скважину 44;
- уровнемер 49 на испарителе 14, электрически связанный с насосной станцией 15 (линия связи не показана).

Для обеспечения самотечной подачи воды в аванкамеру 16, дно накопителя 1 дренажного стока и дно накопителя 13 опреснённой воды выполнено с уклоном в сторону насосной станции 15.

Канал-собиратель 30 рассолов и опреснённой воды, накопитель 1 дренажного стока и накопитель 13 опреснённой воды могут иметь поперечные сечения, отличные от прямоугольной формы (рис. 1, 2), например, трапециидальные, параболические или иные.

Для обеспечения эффективного отвода рассолов и опреснённой воды в аванкамеру 16 канал-собиратель 30 выполнен из двух участков с точками на осевой линии 57 – 58 – 59 и 57 – 60 – 59 (рис. 1), которые имеют противоположный уклон в сторону насосной станции 15. Аналогично закрытый самотечный коллектор 33 имеет два участка 57 – 58 – 59 и 57 – 60 – 59 с противоположными уклонами в сторону насосной станции 15, причем они связаны между собой сопрягающими колодцами 57 и 59.

Установки (аппараты) зимнего дождевания 29 имеют дальность действия факела искусственного дождя 61, на 10 – 20% превышающую радиус льдоплощадки 20.

Возможные схемы компоновки накопителя 1 дренажного стока, накопителя 13 опреснённой воды и испарителя 14 рассолов при различных очертаниях территории агроландшафта, в пределах которого создаётся опреснительный комплекс, показаны на рисунке 3.

Опреснительный комплекс функционирует следующим образом.

Источником минерализованной воды является дренаж гидромелиоративной системы. В течение всего периода работы дренажа дренажный сток через водосбросную сеть поступает в подводящий канал 7 и в зависимости от величины её минерализации $m = f(T)$, где m - минерализация, T – время, посредством вододелителя 10 направляется по водовыпускам 11 или 12 в соответствующий отсек 3 или 4 накопителя 1 дренажного стока и аккумулируется в них. При этом регулирующее сооружение 6 на перемычке 5 закрыто.

Контроль за уровнем минерализации воды в подводящем канале 7 осуществляется датчиком 8, который по линии 9 связан с исполнительным механизмом вододелителя 10. При минерализации воды $m \geq a$ вододелитель 10 направляет воду по водовыпуску 12 в отсек 4 накопителя 1, а при $m < a$ – по водовыпуску 11 в отсек 3 накопителя 1, где a – некоторое предельное для конкретного объекта значение минерализации стока. В зимний период при снижении температуры воздуха ниже -5°C дренажная вода ($m \geq a$) из отсека 4 накопителя 1 насосной станцией 15 подаётся по напорному трубопроводу 17, напорному кольцевому трубопроводу 18 и через гидранты 19 к установкам зимнего дождевания 29, с помощью которых в пределах льдоплощадки 20 по известному способу [1] намораживают ледяной массив пористого льда 21 (первая стадия опреснения минерализованной воды). После опорожнения отсека 4 накопителя 1, открывают регулирующее сооружение 6, вода из отсека 3 ($m < a$) поступает самотёком в отсек 4 и далее аналогичным образом используется для дальнейшего намораживания массива льда. Процесс намораживания массива льда продолжается до полного опорожнения накопителя 1 дренажного стока.

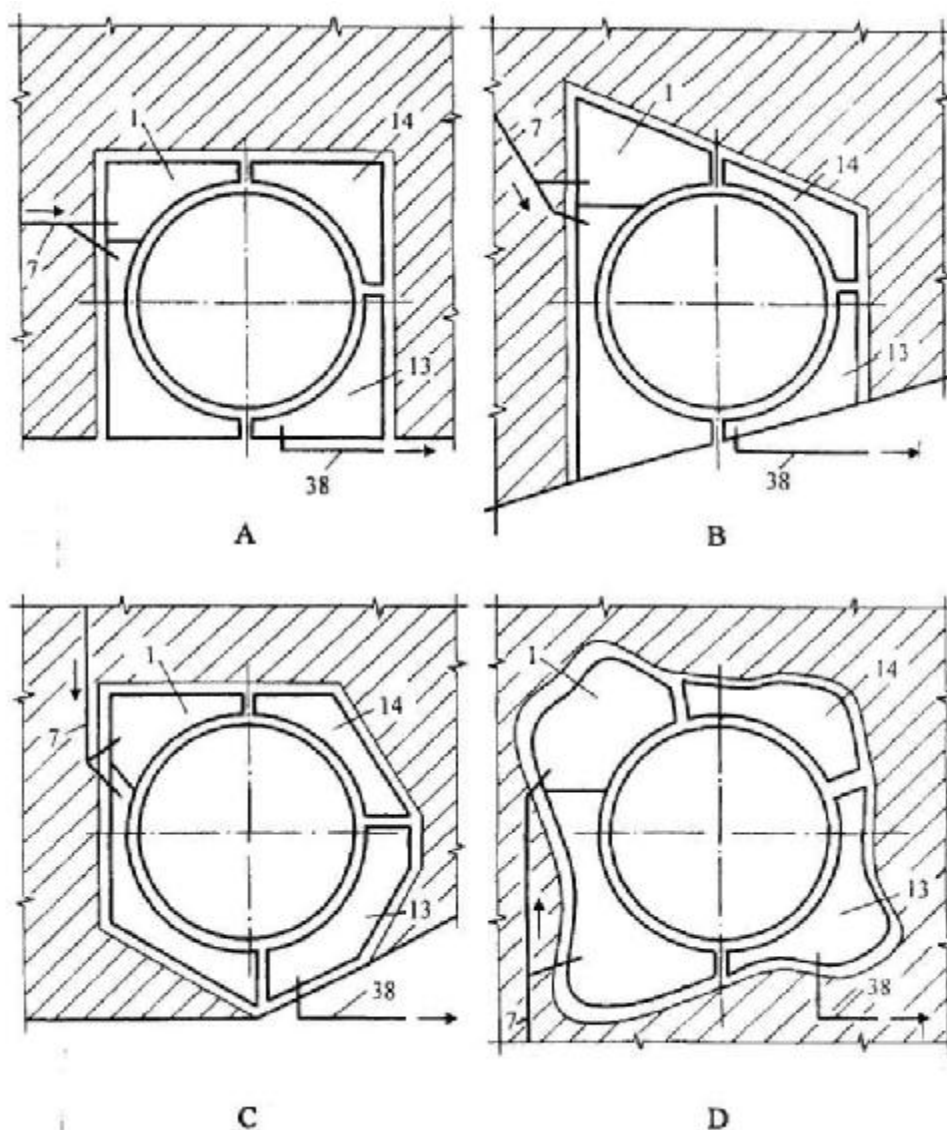


Рис. 3. Возможные схемы компоновки накопителя 1 дренажного стока, накопителя 13 опреснённой воды и испарителя 14 рассолов (А – D)

В процессе формирования ледяного массива 21 происходит образование и фильтрация рассола, который стекает по поверхности и стококцентрирующим ложбинам 24 льдоплощадки 20 к её периферийной части, собирается оградительными валами 26 и через водовыпуски 27 поступает в открытый кольцевой канал-собираатель 30. Далее рассол через водозаборы 32 с оголовками 62, выполненными из гидрофобного материала и защищёнными от попадания снежных и иных осадков переходными мостиками 43, попадают в кольцевой закрытый самотечный коллектор 33, уложенный ниже среднемноголетней глубины промерзания грунтов в зоне строительства комплекса, и по нему в направлении уклона дна и через водовод 34 в аванкамеру 16 насосной станции 15. Для создания условий по беспрепятственному отводу рассолов в зимний период по кольцевому закрытому самотечному коллектору 33 энергетическая установка 39 (при опреснении дренажного стока целесообразно применять ветроэнергетические установки) периодически или по мере надобности, что может контролироваться датчиками температуры воздуха в коллекторе 33 (не показана).

ны), подаёт электроэнергию на устройство 40 для нагрева воздуха (калорифер) и компрессор 41, который нагнетает нагретый воздух через регулирующее сооружение 35 и самотечный водовод 34 в коллектор 33, гарантированно обеспечивая тем самым сохранение в нём положительной температуры воздуха. Коллектор 33 работает в безнапорном режиме и всегда имеет свободное пространство для поступления нагретого воздуха. Когда необходимости в прогреве коллектора 33 нет, энергетическая установка 39 обеспечивает электроэнергией других потребителей в пределах комплекса, например, насосные станции, и вне него.

Далее рассолы из аванкамеры 16 забираются насосной станцией 15 и по подводящему напорному трубопроводу 38 подаются в испаритель 14, в котором аккумулируются. В период формирования массива пористого льда его солесодержание снижается в 10 – 12 раз по сравнению с исходной минерализацией опресняемой воды [1].

С наступлением положительных температур воздуха происходит естественное таяние массива льда (вторая стадия опреснения дренажного стока). Первые порции талой воды, если её минерализация выше допустимой по требованиям потребителя (ВГМС), поступают с льдоплощадки 20 через водовыпуски 27 в канал-собирающий 30, а затем через водозаборы 32 в коллектор 33 и по нему в аванкамеру 16, из которой забираются насосной станцией 15 и по подводящему напорному трубопроводу 38 подаются в испаритель 14. Пресная талая вода отводится аналогичным образом, но из аванкамеры 16 насосной станцией 15 подается по подводящему напорному трубопроводу 36 в накопитель опреснённой воды 13, в котором аккумулируется. Изменение направления водоотведения из аванкамеры 16 осуществляется в ручном или автоматическом режиме с использованием исполнительных устройств насосной станции 15 на основании данных контрольно-измерительного комплекса 42 по слежению за уровнем минерализации воды в коллекторе 33 и аванкамере 16. Процесс формирования опреснённой воды и её аккумуляции в накопителе 13 заканчивается к моменту завершения естественного таяния массива льда 21.

Перехват грунтового потока в зоне действия канала-собирающего 30 осуществляется кольцевой отсечной дренажной 25, которая в безнапорном режиме отводит воду в коллектор 33 и далее по описанной выше схеме в зависимости от минерализации в накопитель опреснённой воды 13 или испаритель 14.

По мере образования и/или по запросу потребителя опреснённая вода из накопителя 13 насосной станцией 15 по подводящему напорному трубопроводу 37 подаётся, например, в проводящую оросительную сеть ВГМС.

При необходимости в пределах комплекса может выполняться регулирование качества опреснённой воды за счет смешивания в требуемой пропорции с дренажной водой из накопителя 1 или в результате добавления в неё различных химмелиорантов (азотной кислоты, кальциевой селитры и др.).

Дальнейшее функционирование комплекса по утилизации остаточных от опреснения рассолов определяются климатическими, геологическими и гидрогеологическими условиями в зоне предполагаемого строительства.

Вариант 1 (показан на рис. 1). При благоприятных геологических и гидрогеологических условиях в районе создания комплекса для закачки рассолов в подземные горизонты этот процесс выполняется с помощью скважины 44, куда рассолы из испарителя 14 подаются дополнительной насосной станцией 45 по напорному трубопроводу 46. Например, для условий Волгоградской области обоснована возможность захоронения жидких отходов в застойных подземных впадинах и подсолевых горизонтах [5].

Вариант 2 (не показан на рисунках). Рассолы в испарителе 14 за теплый период года в результате естественного испарения концентрируются до рапы и солей. С целью предотвращения ветрового переноса солей при достижении в испарителе 14 минимально допустимого уровня рассола $h = h_{\min}$, что контролируется уровнемером 49, в него с помощью насосной станции 15 из накопителя 1 по трубопроводу 38 подается минерализованная вода до уровня рассола $h = h_{\min} + 5 \dots 10$ см. После истечения срока службы опреснительного комплекса или ВГМС рапа и соли в испарителе 14 подлежат захоронению или переработке по специальной технологии.

Вариант 3 (на рисунках не показан). Рассолы подвергаются естественному испарению по варианту 2. После накопления на дне испарителя слоя соли мощностью в 10...15 см через съезд на дно испарителя доставляется самоходный механизм типа бульдозер-погрузчик, с помощью которого осуществляют механический сбор солей и их подачу на шнековый транспортер. Далее соли шнековым транспортёром подаются в центрифугу для обезвоживания, а затем с помощью специального механизма фасуются в водонепроницаемую упаковку. Расфасованные соли помещаются в специальный накопитель для хранения до появления целесообразности их переработки.

Ежегодно представленный технологический цикл функционирования опреснительного комплекса повторяется.

Разработанное техническое решение обеспечивает: 1) возможность создания и эффективное функционирование опреснительного комплекса в условиях плоского рельефа; 2) сокращение площади опреснительного комплекса по сравнению с решениями [3,4] за счёт рациональной компоновки его элементов; 3) повышение экологической надёжности опреснительного комплекса в результате извлечения из технологического цикла солей, а также их безопасного хранения.

Литература

1. Пат. № 2178389. Способ опреснения минерализованной воды и устройство для его осуществления // Конторович И.И., Колганов А.В., Бородычёв В.В. и др. Заявлено 17.07.2000, опубликовано 20.01.2002. Бюл. 2.
2. Пат. № 2218307. Установка для опреснения минерализованной воды // Конторович И.И. Заявлено 10.10.2002, опубликовано 10.12.2003. Бюл. 34.
3. А.с. № 1786005. Установка для опреснения минерализованной воды // Алимов А.Г., Варламов Н.Е., Брызгалин А.Д. и др. Заявлено 09.11.1989, опубликовано 07.01.1993. Бюл. № 1.
4. Пат. № 2178772. Установка для опреснения минерализованной воды // Конторович И.И., Колганов А.В., Салдаев А.М. Заявлено 27.04.2000, опубликовано 27.01.2002. Бюл. № 3.

5. Синяков В.Н., Старовойтов М.К., Полянинов Л.Я. и др. Геоэкологические проблемы подземных и надземных накопителей жидких отходов в солянокупольных областях. – М.: НИИ-Природа, 2001. – 153 с.

УДК 631.117

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ОРОШЕНИИ

Е.А.Макарычева, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Эффективное использование природных ресурсов при орошении возможно только при снижении потерь воды и сохранении структуры почв. Суммарные потери на орошаемых землях могут достигать 50% от водозабора, при этом примерно половина обусловлена фильтрацией из каналов. Фактические значения КПД каналов всегда ниже проектных, что объясняется занижением расчетных потерь при определении их по коэффициенту фильтрации [1,2].

Экспериментально установлено, что с увеличением напора (глубины воды в канале h) водопроницаемость возрастает вследствие растворения заземленного воздуха (Мориц Е.А., 1915, Булычев В.Г., 1948, Гузов М.З., 1956, Романов Е.А., 1974). Это подтверждают результаты наливов в котлованы, проведенных ВНИИГиМ в лессовидных суглинках Голодной степи. При значениях напора менее 0,8 м скорость инфильтрации (V) уменьшается во времени, а при $h > 0.8$ - возрастает до некоторого установившегося значения (V^*), которое увеличивается пропорционально напору [3]. Аналогичная линейная зависимость $V^*(h)$ установлена по фильтрации воды из бассейна в диапазоне глубины воды от 0,7 до 3,3 м (Капустина Т.А., 1996).

Расчитанные по формулам СНиП [2] значения потерь значительно меньше замеренных: при значениях напора 1,0 и 1,5 м соответственно в 1,84 и 3,15 раза. Это указывает на необходимость для расчета потерь воды из каналов экспериментально определять характеристики водопроницаемости в заданном диапазоне глубины их наполнения [16]. Метод налива в шурфы при напоре 0,1 м [1] пригоден лишь для сравнительной оценки водопроницаемости, что ранее отмечено в работе [4]. При этом установившаяся скорость впитывания воды существенно зависит от исходной влажности породы [5], а также от температуры подаваемой воды и атмосферного давления, влияющих на скорость диффузии пара с поверхности увлажненной зоны [6].

Потери воды на полях обусловлены, прежде всего, завышением верхнего предела увлажнения (ω^*), принимаемого равным наименьшей влагоемкости (НВ). В этом случае запас капиллярной воды в расчетном слое больше равновесного, что приводит к передвижению ее в зону аэрации с нисходящим капиллярным потоком. Для снижения глубинного стока необходимо принимать $\omega^* = a \text{ НВ}$ (где $a < 1$), определяя параметр «а» по эпюре равновесной влажности и расчетной глубине увлажнения почвы [7].

Легкоподвижная капиллярная вода расходуется не только на глубинный сток, но также и на непродуктивное испарение в атмосферу, скорость которого определяется разностью $\omega^* - \omega_0$, где ω_0 - влажность капиллярного равновесия, соответствующая предельному натяжению менисков [9]. Поэтому эффективность использования оросительной воды («прочность запасов» по Вильямсу В.Р. [10]) возрастает с уменьшением верхнего предела увлажнения почвы, который следует приближать к влажности капиллярного равновесия.

Второй причиной потерь является систематическое завышение водопотребления сельскохозяйственных культур, которое рассчитывают без достаточного учета реальной урожайности и снижения испаряющей способности при выпадении летних осадков [11]. Результаты опытов по оценке глубинного стока на поле люцерны в Саратовской области показали, что потери растут пропорционально количеству среднегодовых осадков [12].

Причинами потерь являются также завышение предполивной влажности почвы, обусловленное пренебрежением парожидкостного переноса воды в корнеобитаемой зоне [13], а также преувеличение расчетной глубины увлажнения по сравнению с реальной мощностью зоны активного влагообмена, определяемой капиллярной проводимостью входящих в нее слоев.

Структура орошаемых почв ухудшается вследствие того, что при обосновании режима поливов не учитывают устойчивость агрегатов почвы к интенсивности увлажнения, определяемой скоростью подачи воды на поле (i). Водопрочность агрегатов является максимальной при заполнении водой внутриагрегатных пор, соответствующем диапазону $ВРК < \omega < \omega_0$, где ВРК - влажность разрыва капилляров.

При иссушении верхних слоев почвы ниже ВРК водопрочность агрегатов резко снижается, поэтому поливы обычными способами вызывают дезагрегацию вследствие давления заземленного воздуха [14] и градиентов температуры [15]. Капиллярное увлажнение позволяет сохранить (увеличить) водопрочность [16], поэтому интенсивность дождя (i) не должна превышать скорости безнапорного капиллярного впитывания воды (V), определяемой капиллярной проводимостью (V^*).

Значения скорости снижаются во времени, что при постоянной интенсивности дождя приводит к наступлению напорного движения воды, которое завершается появлением луж на поверхности почвы. Это обуславливает вынос илистых частиц из пахотного горизонта в подпахотный, что увеличивает его плотность, снижает водопроницаемость и капиллярную проводимость.

При этом скорость восходящего капиллярного притока в корнеобитаемую зону снижается и возрастает опасность переувлажнения нижних слоев, которое приводит к снижению интенсивности воздухообмена, накоплению углекислоты и отрицательному воздействию на физико-химические и биологические процессы, определяющие интенсивность гумусообразования [17].

Для предупреждения иллювиирования подпахотного горизонта допустимую интенсивность дождя (i^*) следует определять по зависимостям $i(t^*)$, установленным экспериментально при разном диаметре капель дождя (d), где t^* - период полива до появления луж. Точка перегиба кривой соответствует пре-

дельной интенсивности дождя [18], для черноземной почвы Курской ЗОМС зависимость $i^*(d)$ при $0,5 < d < 2,0$ мм является линейной [19].

Выводы

1. Расчет потерь воды из оросительных каналов необходимо производить по характеристикам водопроницаемости пород, установленным экспериментально в заданном диапазоне изменения напора.

2. Для снижения потерь воды на полях при обосновании глубины увлажнения и пределов регулирования влажности почвы следует учитывать капиллярную проводимость всех ее слоев и парожидкостный перенос воды в корнеобитаемой зоне.

3. Водопотребление сельскохозяйственных культур зависит от их урожайности и испаряемости, которая уменьшается при увеличении количества летних осадков вследствие снижения радиационного баланса.

4. Для сохранения структуры почв допустимую интенсивность дождя необходимо устанавливать по скорости безнапорного капиллярного впитывания воды и водопрочности агрегатов верхнего слоя перед поливами.

Литература

1. Государственный стандарт Союза ССР. Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости. ГОСТ 23278-78. // Госуд. строительный комитет СССР, Москва.
2. СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения». - М., 1986.
3. Макарычева Е.А. Фильтрация из канала и ее воздействие на грунтовые воды. // Автореферат дисс. к.т.н., М., 1970.
4. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. // Изд. МГУ, М., 1992.
5. Макарычева Е.А. Влияние влажности связных грунтов на величину фильтрационного расхода из колец Нестерова на примере сыртовых суглинков. // Мелиорация земель Поволжья. М., 1979.
6. Макарычева Е.А., Шаповалова О.В. Роль диффузии пара в процессе инфильтрации из шурфов. // Тезисы докладов IУ Межвед. совещания по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. М., 1980.
7. Макарычева Е.А. Патент РФ № 2119282 «Способ определения нормы полива». // Бюллетень изобретений от 27.09.98.
8. Макарычева Е.А. Обоснование пределов регулирования влажности почв на орошаемых землях. // Матер. междунар. научно-практической конференции «Проблемы научного обеспечения экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях». Волгоград, 2001.
9. Шаповалова О.В. Роль фазовых переходов при передвижении воды в системе почва-растение-атмосфера. // Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель. М., ВНИИГиМ, 1987.
10. Вильямс В.Р. Собрание сочинений. Том 6- Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения (1927 – 1938). М., 1951.
11. Макарычева Е.А. К обоснованию водопотребления сельскохозяйственных культур. // Мелиорация и водное хозяйство, №1, 2003.
12. Мосиенко Н.А., Чумакова Л.Н. Определение оросительной нормы с учетом инфильтрационных потерь. // Мелиорация и водное хозяйство, №3, 1988.
13. Макарычева Е.А. Изменение предполивной влажности почвы в вегетационный период. // Вопросы мелиорации. Вып. 3 – 4, 2002.
14. Ревут И.Б. Физика почв. // Изд. «Колос», Л., 1972.

15. Бобченко В.И. Особенности формирования плодородия черноземов и перспективы циклического передвижного орошения.// Эффективность орошения черноземов. М., 1988.
16. Костяков А.Н. Основы мелиораций.// ОГИЗ –Сельхозгиз – 1938.
17. Коковина Т.П., Лебедева И.И. Современное состояние черноземов под пашней.// Плодородие черноземов в связи с интенсификацией их использования. М., 1990.
18. Преображенская М.В. Впитывание воды в почву при поливе дождеванием в условиях Центрально- черноземных областей.// Гидротехника и мелиорация, №6, 1950.
19. Макарычева Е.А. О допустимой интенсивности дождя при орошении.// Вопросы мелиорации. № 5-6, 2003.

УДК 631.4: 631.452: 631.1.111

ПРИРОДНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Е. Михалева, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Большое разнообразие природных условий на территории Российской Федерации обуславливает дифференцированный подход к обоснованию мелиоративных мероприятий на сельскохозяйственных землях. Вместе с тем возникает необходимость в объединении главных компонентов природных условий на основе районирования.

Районированием территории Российской Федерации ученые занимались с конца XIX в. В.В.Докучаев и Н.М.Сибирцев выделяли почвенные зоны, основываясь на климатических особенностях. Г.Н.Высоцкий при разработке природного районирования взял за основу “тип местопроизрастания”, или карту растительности, считая ее одновременно и более детальной почвенной картой.

Проблема разнородности природных зон, выделенных В.В.Докучаевым, была решена в работах Л.И.Прасолова, который выделил 35 почвенных областей на основе геологических (почвообразующие породы) и геоморфологических особенностей регионов. И.П.Герасимов развил идею Л.И.Прасолова о меридиональных почвенно-географических закономерностях, проследив изменение почвенно-климатических особенностей при движении с запада на восток. Эти особенности находили отражение в наборах сельскохозяйственных культур, приемах земледелия, мелиорациях и т.п.

Дальнейшее развитие почвенно-экологическое районирование получило в 50-70-е годы XX в. в работах Н.Н.Розова, Е.Н.Ивановой, П.А.Летунова и др. Был предложен синтез двух подходов разделения территории: 1) по совокупности биоклиматических факторов и 2) по совокупности литолого-геоморфологических факторов.

Современный этап в развитии районирования приходится на 80-е-90-е годы XX в. Этот этап характеризуется попыткой перевести на основе новых знаний географо-геоморфологическое районирование в агроэкологическое. Это районирование было направлено на характеристику почвенного плодородия. Н.Н.Розовым, Д.С.Булгаковым, Н.Н.Вадковской разработана серия специали-

рованных карт районирования, базирующихся на зонально-региональном подходе.

Одним из примеров такого районирования явилось выполненное Д.С.Булгаковым (2002 г.) разделение территории СССР на почвенно-агромелиоративные регионы для выявления потребности сельскохозяйственных земель в комплексных мелиорациях. Им выделено для территории СССР 37 регионов, включая горные территории. В Российской Федерации расположены следующие 23 региона:

1. Европейский таежный
2. Западно-Сибирский таежный
3. Восточно-Сибирский мерзлотно-таежный
4. Охотско-Камчатский лесотаежный
5. Прибалтийский таежно-лесной
6. Центральный таежно-лесной
7. Предуральский таежно-лесной
8. Западно-Сибирский таежно-лесной
9. Средне-Сибирский таежно-лесной
10. Дальневосточный лугово-таежно-лесной
11. Центральный лесостепной
12. Поволжский лесостепной
13. Западно-Сибирский лугово-степной
14. Предалтайский лесостепной
15. Среднесибирский лесостепной
16. Предкавказский степной
17. Центральный степной
18. Заволжский степной
19. Западно-Сибирско-Казахстанский степной
20. Средне- и Восточно-Сибирский степной
21. Восточно-Европейский сухостепной
22. Казахстанский сухостепной
23. Казахстанский полупустынный

Эти регионы характеризуются общностью почвенно-климатических условий, структурой посевных площадей, продуктивностью сельскохозяйственных земель.

Основные показатели, характеризующие климат выделенных регионов: континентальность климата и его увлажненность (по Иванову), сумма годовых осадков, среднегодовая температура воздуха, сумма температур воздуха и почвы на глубине 0,2 м выше 10° , продолжительность периода с температурой воздуха выше 10° , температура воздуха и почвы на глубине 0,2 м в самом холодном месяце, высота снегового покрова.

Для преобладающих почв указывается содержание гуматного и фульватного гумуса, содержание азота, фосфора и калия, кислотность почв [6]. На основе почвенно-климатических условий и продуктивности сельскохозяйствен-

ных земель назначается комплекс мелиоративных мероприятий, необходимых для повышения продуктивности агроландшафтов.

Приведем несколько примеров агроэкологического районирования территории Российской Федерации с комплексом мелиоративных мероприятий, выполненных нами совместно с В.Е. Райниным и Г.Н. Виноградовой [7]. Следует отметить, что в пределах природного региона площади субъектов федерации расположены полностью или частично.

3. Восточно-Сибирский мерзлотно-таежный регион. В пределах региона расположены субъекты федерации Сибирского федерального округа – Красноярский край, в т.ч. Долгано-Ненецкий а.о. (13,7 тыс.га) и Эвенкийский а.о. (0,1), Иркутская обл. (440,7); Дальневосточного федерального округа – Республика Саха (Якутия) (112,8 тыс. га) (табл. 1).

Таблица 1. Площадь пашни субъектов федерации в пределах Восточно-Сибирского мерзлотно-таежного агроэкологического региона

Субъекты Российской Федерации	Площадь пашни, тыс. га	
	Всего в субъекте	В пределах региона
Республика Саха (Якутия)	112,8	112,8
Красноярский край	3181,1	
в т.ч Таймырский (Долгано– Ненецкий) а.о	13,7	13,7
Эвенкийский а.о	0,1	0,1
Иркутская область	1762,7	440,7
Итого:	3307,7	553,4

Климат Восточно-Сибирского мерзлотно-таежного агроэкологического региона (3) континентальный (коэффициент по Иванову 190-300), неустойчиво влажный (коэффициент увлажнения по Иванову колеблется от 0,55 до 1,33), сумма годовых осадков составляет 150-500 мм, слабая обеспеченность теплом (среднегодовая температура воздуха составляет 0...-1⁰С; сумма температур выше 10⁰С от 400 до 1500, а для почвы на глубине 0,2 м от 150 до 1500; продолжительность периода с температурой воздуха выше 10⁰С от 32 до 100 суток), зима суровая (температура воздуха самого холодного месяца от -23⁰С до -48⁰С и почвы на глубине 0,2 м -12⁰С... -25⁰С) и иногда малоснежная (высота снегового покрова колеблется от 30 до 95 см). В регионе 0,6 млн. га пашни, которая засеивается в основном зерновыми. Почвенный покров пашни представлен палевыми (50% площади), дерново-глеевыми (30% площади), аллювиальными и подзолистыми (20% площади) почвами. Обеспеченность почв гумусом 50-80 т/га, гидролитическая кислотность 4-6 мг-экв/100 г, минеральным азотом - низкая, фосфором - от низкой до средней и калием - от средней до повышенной. Потребность в развитии комплексных мелиораций: терморегуляция (Т) и снегозадержание, осушение (О), борьба с кислотностью путем известкования (Ки) и доломитизации (Кд), повсеместно следует проводить гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и компостирования, а также агрохими-

ческие мероприятия (А), состоящие во внесении азота, фосфора и калия. Потребность в комплексных мелиорациях в Восточно-Сибирском мерзлотно-таежном агро-мелиоративном регионе (3) по субъектам федерации представлена в таблице 2.

Таблица 2. Потребность в комплексных мелиорациях в пределах Восточно-Сибирского мерзлотно-таежного агро-мелиоративного региона, млн. га

Субъекты федерации	Виды мелиорации				
	Г	Кд	Ки	О	Т
Республика Саха (Якутия)	0,11	0,04	0,03	0,02	0,06
Иркутская область	0,44	0,18	0,13	0,09	0,26
Итого:	0,55	0,22	0,16	0,11	0,32

6. Центральный таежно-лесной регион. В пределах региона расположены субъекты федерации Центрального федерального округа: Брянская (697,14 тыс.га), Владимирская (645,5), Ивановская (577,4), Калужская (724,05), Костромская (675,2), Московская (865,45), Рязанская (478,14), Смоленская (1462,4), Тверская (1515), Ярославская (794,8) области; Северо-Западного федерального округа - Вологодская (417,25), Ленинградская (361,1), Новгородская (512,6), Псковская (767,5) области; Приволжского федерального округа – Нижегородская обл. (1086,45 тыс.га) (табл. 3).

Таблица 3. Площадь пашни субъектов федерации в пределах Центрального таежно-лесного агро-мелиоративного региона

Субъекты Российской Федерации	Площадь пашни, тыс. га	
	Всего в субъекте	В пределах региона
Брянская область	1161,9	697,1
Владимирская область	645,5	645,5
Вологодская область	834,5	417,3
Ивановская область	577,4	577,4
Калужская область	965,4	724,1
Костромская область	675,2	675,2
Московская область	1233,5	863,5
Ленинградская область	451,4	361,1
Нижегородская область	2172,9	1086,5
Новгородская область	512,6	512,6
Псковская область	767,5	767,5
Рязанская область	1593,8	478,1
Смоленская область	1462,4	1462,4
Тверская область	1515	1515,0
Ярославская область	794,8	794,8
Итого:	15363,8	11578,0

Климат Центрального таежно-лесного агромелиоративного региона (6) умеренно континентальный (континентальность климата по Иванову 145-170), периодически избыточно влажный (коэффициент увлажнения по Иванову составляет от 1,0 до 1,33, сумма годовых осадков колеблется от 500 до 800 мм), среднеобеспеченный теплом (среднегодовая температура воздуха составляет 2-3⁰С, сумма температур воздуха более 10⁰С от 1600 до 2400, почвы на глубине 0,2 м от 1650 до 2600, продолжительность периода с температурой воздуха более 10⁰С составляет 100-150 суток), с умеренно холодной, мало и умеренно снежной зимой (температура воздуха самого холодного месяца колеблется от -8 до -17⁰С, почвы на глубине 0,2 м -1...-4⁰С, высота снегового покрова составляет 50-80 см). В регионе 11,6 млн. га пашни, занятой на 50% зерновыми, 16% - пропашными, 27% занимают многолетние и 4% однолетние травы и бобовые; 3% пашни находится под паром. Почвенный покров пашни на 90% состоит из дерново-подзолистых почв, обеспеченность которых гумусом 80 т/га, гидролитическая кислотность 4 мг-экв/100г, и на 10% из тундровых подбуров. Обеспеченность почв минеральным азотом низкая и средняя, фосфором - низкая, калием - низкая и средняя. Потребность в развитии комплексных мелиораций: осушение (О) закрытым дренажем и двойное регулирование водного режима почв, борьба с кислотностью путем известкования (Ки) и доломитизации (Кд), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и внесения навоза, а также сидератов, агрохимические мелиорации (А) - повсеместное внесение азота, фосфора и калия, внесение микроэлементов, а также борьба с плоскостным смывом (Э). Потребность в комплексных мелиорациях в пределах Центрального таежно-лесного агромелиоративного региона по субъектам федерации представлена в таблице 4.

Таблица 4. Потребность в комплексных мелиорациях в пределах Центрального таежно-лесного агромелиоративного региона, млн. га

Субъекты федерации	Виды мелиорации				
	А	Г	Кд	Ки	О
Брянская область	0,70	0,49	0,14	0,21	0,14
Владимирская область	0,65	0,49	0,14	0,21	0,13
Вологодская область	0,42	0,29	0,08	0,13	0,08
Ивановская область	0,58	0,30	0,08	0,13	0,12
Калужская область	0,72	0,50	0,14	0,22	0,14
Костромская область	0,67	0,47	0,13	0,20	0,14
Московская область	0,86	0,60	0,17	0,26	0,17
Ленинградская область	0,36	0,25	0,07	0,11	0,07
Нижегородская область	1,09	0,76	0,22	0,33	0,22
Новгородская область	0,51	0,36	0,10	0,15	0,10
Псковская область	0,77	0,54	0,15	0,23	0,15
Рязанская область	0,49	0,34	0,10	0,15	0,10
Смоленская область	1,46	1,02	0,29	0,44	0,29
Тверская область	1,51	1,06	0,30	0,45	0,30
Ярославская область	0,79	0,55	0,16	0,24	0,16
Итого:	11,58	8,04	2,29	3,45	2,32

17. Центральный степной регион. В пределах региона расположены субъекты федерации Центрального федерального округа - Белгородская (413,4 тыс.га), Воронежская (917,4) области; Южного федерального округа – Волгоградская (2946,1), Ростовская (2870) области; Приволжского федерального округа – Саратовская обл. (2972 тыс.га) (табл. 5).

Таблица 5. Площадь пашни субъектов федерации в пределах Центрального степного агромилиоративного региона

Субъекты Российской Федерации	Площадь пашни, тыс. га	
	Всего в субъекте	В пределах региона
Белгородская область	1653,6	413,4
Воронежская область	3058,1	917,4
Волгоградская область	5892,1	2946,1
Ростовская область	5740	2870,0
Саратовская область	5943,9	2972,0
Итого:	22287,7	10118,8

Климат Центрального степного агромилиоративного региона умеренно- и среднеконтинентальный (коэффициент континентальности по Иванову 165-190), засушливый и полузасушливый (коэффициент увлажнения по Иванову 0,44-0,77, годовая сумма осадков 350-500 мм), средне- и выше среднего обеспеченный теплом (среднегодовая температура воздуха 4-5⁰С, сумма температур воздуха выше 10⁰С от 2400 до 3300, почвы на глубине 0,2м – от 2600 до 3700, продолжительность периода с температурой воздуха выше 10⁰С 145-179 суток); с умеренно мягкой и умеренно холодной, мало- и умеренно снежной зимой (температура воздуха в самом холодном месяце -6...-13⁰С, почвы на глубине 0,2м -2...-5⁰С, высота снежного покрова от 15 до 40 см). В регионе 9,9 млн. га пашни, в том числе 0.1 млн. га орошаемой. В структуре посевных площадей зерновые занимают 57%, пропашные - 26%, чистый пар - 3%, многолетние травы - 5%, однолетние травы и зернобобовые - 6%. Почвенный покров пашни составляют черноземы обыкновенные (40%), обеспеченность которых гумусом - 400-600 т/га, гидролитическая кислотность 0,5-1,0 мг-экв/100г, южные (50%) и солонцеватые (10%). Обеспеченность почв минеральным азотом повышенная, фосфором низкая, калием - повышенная и высокая. Потребность в развитии комплексных мелиораций: повсеместно влагонакопление (В) путем посадки лесных полос и снегозадержания, орошение (И) (дождевание и мелкодисперсное дождевание), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и компостирования, внесение фосфора и калия (А), борьба с плоскостным смывом и оврагообразованием (Э), борьба с солонцеватостью (С). Потребность в комплексных мелиорациях в пределах Центрального степного агромилиоративного региона (17) по субъектам федерации представлена в таблице 6.

Таблица 6. Потребность в комплексных мелиорациях в пределах Центрального степного агромелиоративного региона, млн. га

Субъекты федерации	Виды мелиорации				
	А	В	Г	И	Ки
Белгородская область	0,25	0,29	0,25	0,25	0,08
Воронежская область	0,55	0,64	0,55	0,55	0,18
Волгоградская область	1,41	1,65	1,41	1,41	0,47
Ростовская область	1,72	2,01	1,72	1,72	0,57
Саратовская область	1,78	2,08	1,78	1,78	0,59
Итого:	5,72	6,67	5,72	5,72	1,91

Литература

1. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв М., 2002.
2. Докучаев В.В. К учению о зонах природы.// Избр. соч т.111. Спб., 1883; М.: Сельхозгиз, 1949.
3. Высоцкий Г.Н. О карте типов местопроизрастаний. // Современные вопросы русского сельского хозяйства. Спб., 1904.
4. Прасолов Л.И. Почвенные области Европейской России. // Сообщения отд. Почвоведения сельскохозяйственного ученого комитета. Вып 31. М., Госиздат, 1922.
5. Розов Н.Н., Булгаков Д.С., Вадковская Н.Н. Современный подход к почвенно-агрономическому районированию территории. // Земельно-оценочные проблемы и рациональное использование земли в Алтайском крае. Сб. научных трудов Алтайского сельскохозяйственного института. Барнаул, 1986.
6. Пегов С.А., Хомутов П.М. Моделирование развития экологических систем. –Л., Гидрометеоиздат, 1991.
7. НТО «Основные направления и тенденции развития мелиораций с учетом природно-климатических и социально-экономических особенностей регионов Российской Федерации», -М., ГНУ ВНИИГиМ, 2003.

УДК 631.67

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПОЛИВА

Г.В. Ольгаренко, д.с.-х.н.
ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

Орошаемые площади занимают в мире около 267 млн.га и являются одним из важных факторов, обеспечивающих высокие экономический эффект и устойчивость сельскохозяйственного производства, но только при наличии трех основополагающих принципов: высокого уровня развития техники, совершенных технологий и качества управления.

Опыт развития орошения в России и США подтверждает положение о том, что "количественный и качественный состав машинно-тракторного парка – главный фактор интенсивности производства продовольствия, издержек энергии и труда и, как следствие, уровня его прибыльности" [1].

В США при наличии 18 % орошаемых земель от общей площади сельскохозяйственных угодий они дают до 40 % продукции, а колебания объемов производства по зерновым в многолетнем разрезе не превышают ± 5 %.

Эти показатели определяются тем, что на современные широкозахватные дождевальные машины 3-го поколения приходится до 50 % орошаемых площадей, системы микроорошения до 5 %, стационарные системы – 6 % [2].

Широкозахватные дождевальные машины, наиболее распространенные в США, обеспечивают полив от 20 до 50 га. Вся техника ориентирована на работу от закрытой оросительной сети, автоматизированный режим работы, многоцелевое использование, применение компьютерных систем контроля и управления, широкий диапазон модификаций, максимальный учет конкретных условий применения. Стоимость оборудования от 70000\$ до 100000\$ (в т.ч. на установку 52%, насос, двигатель – 22, скважины и транспортирующие трубопроводы – 20, подготовку земельного участка 6 %) [3].

Основные источники образования экономического эффекта: повышение производительности, качества работы, экологической безопасности, надежности, снижение стоимости оборудования, затрат труда, материало-энергоемкости, удельного водопотребления.

В России с 1990 г. происходит непрерывное уменьшение орошаемых площадей от 6,2 млн.га до 4,0 млн.га в 2002 году [4], а условно поливаемых не более 2,3 млн.га, как следствие, колебания в сборе продукции по годам составляют ± 35 %. Одновременно наблюдается количественное сокращение и качественное ухудшение парка поливной техники. Число машин уменьшилось в 3 раза, а широкозахватных систем в 2,5 раза, все больший удельный вес в парке машин занимает относительно недорогая, но устаревшая техника (ДДА-100 МА, ДДН-70).

В структуре отечественного парка дождевальной техники 35 % приходится на машины ДДА-100 М и ДДН-70 (1-е поколение). По Московской области – 80,0 %, по Ростовской области – 54,3 %. На дождевальные машины 2-го поколения приходится 62,6 % ("Фрегат"- 39,7%, "Волжанка" – 19,7%, "Днепр" – 3,2%), а машины 3-го поколения соответствующие современному техническому уровню серийных зарубежных образцов (ДМ "Кубань") – не более 1,4%.

В России имеются мощности для производства следующих образцов техники: серийные ДМ "Фрегат"; широкозахватные машины с пониженным напором - ДМ "Фрегат-Н"; ЭДМ "Кубань-ЛК" и комплект малогабаритных ДМ на базе "Кубань" и "Фрегат", ДМ "Ладога"; дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка»; дождевальные агрегаты ДДА-100ВХ и ДДА-10В и шланговые дождеватели "Агрос-32", "Агрос-75"; дождевальная техника для орошения мелкоконтурных участков с площадью от 1 до 5 га марок ДШ-1, ДШ-0,6П, КИ-5; КИА-5, КСИД, импульсно-капельные системы.

К системам 3-го поколения в своих классах техники могут быть отнесены машины серии "Кубань -ЛК", "Ладога", КИ-5, КСИД, ДШ-1, ДШ-0,6П.

На Российском рынке активно действуют зарубежные фирмы: Rain Bird (США), Sigma (Чехия), R.Bauer (Австрия), ОСМУС (Италия), France Pivot и

T-Systems Europe (Франция), Netafim (Израиль), в Интернете представлены сайты более 50 фирм.

Зарубежные фирмы предлагают, в основном, технику 3-го поколения: это широкозахватные дождевальные машины кругового и фронтального действия с электроприводом на пневматическом ходу, работающие в автоматическом режиме от закрытой сети, площадь орошения 20-80 га; шлангово- барабанные дождевальные машины со среднеструйными аппаратами или консольными тележками с низконапорными аппаратами, площадь обслуживания за сезон от 3 до 50 га, быстросборные трубопроводы, площадь обслуживания до 50 га; предлагается широкий спектр дождевальных аппаратов, работающих при давлении от 0,3 до 0,5 Мпа, низконапорных дождевальных насадок, запорно-регулирующей арматуры, специального оборудования для внесения удобрений с поливной водой, системы капельного орошения, компьютерные системы управления поливами.

Преимущества зарубежных фирм - в высоком уровне организации и концентрации производства, изготовлении техники с высокой степенью автоматизации, оборудования для многофункционального использования, широкого диапазона модификаций дождевальных систем, возможность поставки единичных экземпляров для рекламы и по заказу для конкретных условий применения, высокий уровень дизайна и комфортности, наличие компьютерных средств управления и контроля, применения новых материалов и высокотехнологичного оборудования.

К недостаткам можно отнести следующее: средняя стоимость зарубежных образцов на 30-50% выше, чем отечественных аналогов, после приобретения в процессе эксплуатации возникнут проблемы с запасными частями, отсутствует информация о агроэкологическом качестве дождя, дополнительно придется оплачивать информационно-консультационную службу и сервисное обслуживание.

По показателям производительности энергоемкости, материалоемкости, трудозатратам, качеству полива, однотипные имеющиеся отечественные разработки и зарубежные серийные дождевальные машины существенно не различаются.

Но главная проблема в том, что серийно производимая отечественная техника по показателям качества технологического процесса, трудоемкости, энергоемкости, материалоемкости, эксплуатационной надежности, оснащенности техническими средствами контроля и управления отстает от современных серийных зарубежных образцов техники.

Необходимо создание принципиально новой инженерно-технической базы и техники нового поколения, способствующих достижению экономически эффективного уровня производства с минимальными затратами ресурсов и энергии, отвечающих требованиям стандартов по качеству, обеспечивающих охрану окружающей среды, безопасность и социально-привлекательные условия труда [4].

Для стабилизации и развития существующего парка техники орошения, повышения технического уровня и качества российских научно-технических разработок до мировых стандартов необходимо решение комплекса задач.

- На перспективу, провести НИОКР по созданию дождевальных машин нового поколения (4-е) на основе существующего научно-технического задела по машинам серий "Кубань", "Коломенка", "Ладога", "Фрегат-Н". Необходимо реализовать инженерно-технические разработки по компоновке водопроводящего пояса новыми каскадными, ударно-струйными насадками, улучшению гидродинамических параметров и ходовой системы, модернизации силовой тележки, обеспечению многофункциональности. Обеспечить модульный принцип проектирования, автоматизацию с саморегулированием и самопрограммированием режима работы, расширение диапазона применимости, снижения влияния человеческого фактора, новые материалы и источники энергии, компоновка из узлов равной надежности и жизненного цикла (коэффициент вариаций не более 0,2), возможности широкого регулирования режима работы, унификацию узлов.

- Разработать технологические системы нового поколения – мобильный многоцелевой оросительный комплекс, включающий насосную станцию с системой защиты природной среды и рыбозащиты, быстроразборной транспортирующей сетью и системой поливных многофункциональных модулей различной площади орошения, которые могут включать как дождевальные машины различных типов, так и стационарные системы, КСИД, технику поверхностного полива (автоматизированную), капельное или импульсно-капельное ирригационное оборудование, оборудование для аэрозольного орошения и химизации, возможно и специальный комплект агротехнического оборудования. Окупаемость мобильных оросительных комплексов может составить 2-3 года, т.к. инвестиции не превысят 30 тыс. руб/га, а так же возникает дополнительный эффект от многоцелевого орошения, обеспечивающего рост урожайности в 1,5 раза и уменьшение расхода воды и минеральных удобрений на 50% по сравнению с существующими системами орошения.

- Необходимо проведение научно-исследовательских работ по: технологиям мостового и многоцелевого орошаемого земледелия с минимальной обработкой почвы в биологизированных системах ведения сельского хозяйства; компьютерным технологиям комплексного управления факторами жизни растений с учетом изменчивости гидрометеорологических условий; технологиям и техническим средствам дождевания и микродождевания с интенсивностью водоподдачи, равной текущему водопотреблению, и создание экологически безопасных технологий внесения вместе с поливной водой агрохимикатов; технология и техника комбинированных поливов, технике импульсно - капельного и капельного орошения, автоматизированным системам поверхностного полива с импульсной водоподачей.

- На сегодняшний день первоочередными являются проблемы:
 - Реконструкция имеющегося парка дождевальной техники за счет капитального ремонта и модернизации машин с истекшим сроком службы, обеспе-

чивающих улучшение качества полива и продление сроков эксплуатации на 5-8 лет для дождевальных машин ДДА-100МА, ДМ"Фрегат".

- Проведение анализа разработанных ранее технологий и технических средств микроорошения, доработка конструкторской документации с учетом современного уровня развития производства и их серийное изготовление.

- Доработка конструкторской документации, проведение ведомственных и государственных испытаний, освоение производством комплекса низконапорных дождевальных машин (типа "Мини-Фрегат", "Мини-Кубань", "Ладога" и др.).

- Организация производства группы новых дождевальных машин и установок для орошения мелкоконтурных участков, прошедших государственные испытания (в т.ч. 16 разработок ВНИИ "Радуга") и рекомендованных к внедрению.

- Разработка нормативно-методической документации на проведение НИОКР и Государственных испытаний с учетом современных достижений в области компьютеризации систем контроля, измерения и диагностики.

- Подготовка стандартов в соответствии с международной системой стандартов (ISO), положений по техническому регулированию, технических регламентов и национальных стандартов, системы сертификации на соответствие агроэкологическим требованиям и мониторинга разрабатываемой, производимой, действующей техники. При реконструкции и строительстве оросительных систем и наличии одинакового типа машин отечественных и зарубежных, следует приобретать отечественную технику. Только при отсутствии отечественных аналогов использовать зарубежные машины.

Доля участия сельхозтоваропроизводителей в финансировании реконструкции, в обязательном порядке расходуется на приобретение техники полива.

- Сформировать заказ по лизингу на отечественные дождевальные машины особенно "Кубань ЛК", "Фрегат-Н"; ДМ "Мини-Кубань", ДМ "Мини-Фрегат", ДШ-1, "Агрос", мобильные многоцелевые оросительные комплексы.

- Организовать разработку и производство отсутствующих у западных фирм низкоэнергоемких, экологически безопасных комплектов для поверхностного полива дискретной струей, комплектов синхронно-импульсного дождевания, систем импульсно-капельного орошения.

- Создать опытно-производственные полигоны (площадью от 30 до 50 га) в различных федеральных округах России для отработки оптимальных технологий орошения, проведения обучения и информационного обеспечения сельхозпроизводителей, сервисного обслуживания, оценки качества и сертификации оборудования как отечественного, так и зарубежного, поставляемого в хозяйства.

- Решить вопрос привлечения кадров молодых специалистов. Для чего через Программу "Социальное развитие села" выделить средства на строительство жилья молодым специалистам. Первый этап, для различных Федеральных округов России, может потребовать строительство 10-ти жилых домов (200-300 квартир).

Очевидно, назрела потребность в создании Всероссийского научно-производственного и учебного центра технологии и техники орошения. Только при комплексной организации научной, практической и учебной деятельности может быть достигнуто кардинальное решение проблем создания и широкого практического использования водо-энергосберегающей, экологически безопасной техники орошения нового поколения, обеспечения сельского хозяйства конкурентоспособной поливной техникой, что позволит устранить зависимость от импорта и повысить продовольственную безопасность страны.

Литература

1. Орси́к Л.С. Техническая политика – важнейший элемент земледельческой механики. Научные труды ВИМ, т.146. Развитие земледельческой механики в растениеводстве. Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции "Земледельческая механика в растениеводстве." Москва ВИМ. 2003г. с 28.
2. Journal of Applied Irrigation Science Vol. 31,(2) October, ISSN0049- 8602 1996, pp 155-163.
3. Черняев Б.А. Американское фермерство XXI век. Художественная литература, М., 2002г.
4. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2010 года. –М., ВИМ,2003г.
5. "Современные проблемы орошаемого земледелия". Б.М.Кизяев, И.П.Кружилин, В.Н.Щедрин и др. Рекомендации мелиоративной науки – М. 2002г., 19с.

УДК 631. 647. 3

НОРМИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛО-, ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И ПАРАМЕТРЫ ОРОШЕНИЯ В СТЕПНЫХ РАЙОНАХ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Г.В. Ольгаренко, д.с.-х.н., Т.А. Капустина, к. т. н., И.М. Аванесян, к.геогр.н.
ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

Рациональный уровень продуктивности мелиорированных земель, повышение плодородия почв с гарантией сохранения экологического равновесия природной среды достигаются и стабильно поддерживаются в том случае, когда мелиоративные и агротехнические мероприятия проводятся на основе их адаптации к особенностям агроландшафтов. Соответствие потенциалу тепловых и водных ресурсов, почвенным и гидрогеологическим условиям территории обеспечивает эффективность применения мелиораций, в том числе орошения, предотвращение отрицательного воздействия на используемые в сельскохозяйственном производстве земли.

В решении эколого-экономических задач мелиорации, включая орошение, большое значение имеет научно обоснованное нормирование показателей тепло-, влагообеспеченности объекта и параметров орошения (водопотребления культур, оросительных и поливных норм), использование нормативов при проектировании и эксплуатации оросительных систем.

В наибольшей степени сказанное относится к сельскохозяйственно используемым территориям с применением орошения в зонах недостаточного ув-

лажнения, например, на юге Европейской части России. Именно эта территория, включающая степные районы ЦЧО, среднего и нижнего Поволжья, Северного Кавказа, высокопродуктивное сельскохозяйственное производство которой обеспечивается улучшением и регулированием водного режима почв посредством орошения, выбрана в качестве объекта исследований, представления методики нормирования, расчёта показателей тепло-, влагообеспеченности, параметров орошения, их пространственно-временной изменчивости.

Количественные значения параметров орошения установлены по данным наблюдений за 35-40 лет по метеостанциям Самарской, Саратовской, Волгоградской, Ростовской и Воронежской областей. В расчётах использована научно обоснованная методика ВНИИ "Радуга" [1-3], достоверность которой подтверждена экспериментально, имеет широкую производственную проверку в разных регионах России и за рубежом [4]. Методика имеет надёжную компьютерную программу ("Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ" за № 2003611339).

По принятой методике в первую очередь устанавливаются показатели тепло-, влагообеспеченности территории. Интегральным показателем природного увлажнения принят коэффициент K_y . Для каждой метеостанции K_y вычисляется по формуле [5]:

$$K_y = \frac{P + W_a}{E} \quad , \quad (1)$$

где: P – атмосферные осадки за период с t^0 воздуха $>5^0\text{C}$; W_a – активные влагозапасы в почве к началу расчетного периода (НВ-ВРК); E – испаряемость за период с t^0 воздуха выше 5^0C .

Средние многолетние значения K_y наносятся на физико-географическую карту, методом прямой линейной интерполяции с учётом рельефа и гидрографии проводятся изолинии. Сопряжение их с границами природных зон позволяет выделить зоны увлажнения. Для степных районов юга России выделены следующие зоны:

$K_y = 0,20-0,30$ – полупустынная;

$K_y = 0,31-0,40$ – зона сухих степей;

$K_y = 0,41-0,50$ – зона умеренно-сухих степей.

Показатель тепловых ресурсов - испаряемость определяется по формуле:

$$E = K_t \cdot d \cdot f(v) \quad , \quad (2)$$

где E – испаряемость, мм; K_t – энергетический фактор испарения, мм/мб; d – дефицит влажности воздуха, мб; $f(v)$ – аэродинамическая составляющая, учитывающая влияние скорости ветра на интенсивность испарения.

Зависимости и коэффициенты, входящие в формулу (2), приведены в [1]. Для расчета испаряемости использованы метеорологические наблюдения за 35-45 лет по двадцати репрезентативным метеостанциям на территории степных районов названных выше областей юга России (табл. 1).

Таблица 1. Испаряемость (E , мм) по зонам увлажнения в степных районах юга Европейской части России

Природная зона, K_y	Испаряемость, мм, в годы различной увлажнённости (вероятность превышения)						$\epsilon_{x_0}, \%$	C_v	$\epsilon_{C_v}, \%$
	5%	25%	50%	75%	85%	95%			
Полупустынная, $K_y=0,21-0,30$	650	800	945	1100	1180	1300	3,3	0,21	12
Сухостепная, $K_y=0,31-0,40$	580	720	840	970	1040	1150	3,2	0,21	11
Умеренно сухая степь, $K_y=0,41-0,50$	470	590	690	790	840	930	3,1	0,20	12

В таблице 1 представлены рассчитанные по методике [6] вероятностные (обеспеченные) значения испаряемости (5% и 25% - влажные годы; 50% - средний год; 75%, 85% - сухие и 95% - острозасушливые годы) и их статистические характеристики (ϵ_{x_0} – оценка точности среднего многолетнего значения, или точность опыта, в %; C_v – коэффициент вариации, в долях от единицы; ϵ_{C_v} – средняя квадратическая ошибка C_v , в %). Последние подтверждают надежность и приемлемость исходных (эмпирических) рядов метеоданных для определения вероятностных размеров определяемых параметров. Оценивая значения статистических характеристик, можно сделать следующие выводы:

- точность опыта (2,5-4,2%) в пределах допустимого;
- изменчивость испаряемости во времени при коэффициенте вариации C_v , равном 0,17-0,23, оценивается как слабая;
- средняя квадратическая ошибка C_v не превышает 11-12%, что свидетельствует о достаточности длины эмпирических рядов этого показателя и достоверности кривой распределения его вероятностей.

По годам различной увлажненности испаряемость изменяется следующим образом: в сухие и острозасушливые годы - превышает средние многолетние значения в 1,3-1,4 раза, а по сравнению с влажными годами - в 1,8-2 раза выше. Это отмечается стабильно по всей зоне.

Территориально испаряемость от полупустынных районов до умеренно-сухих степей уменьшается в 1,4-1,5 раза во все годы наблюдений, в наибольшей степени – в острозасушливые годы.

Представленные в таблице 1 размеры испаряемости, дифференцированные по территории и во времени, рекомендуются как расчетные при оценке теплообеспеченности сельскохозяйственно используемой территории.

Для расчета показателя влагообеспеченности территории использованы декадные суммы осадков за теплый период года (с t^0 воздуха выше 5^0C) по наблюдениям репрезентативных метеостанций в многолетнем ряду. Ряды осадков

так же, как испаряемости, обработаны статистически, установлены их значения в разные по влажности годы, дифференцированные по зонам увлажнения.

Вариация осадков во времени более значительна, чем испаряемости. Коэффициент вариации равен 0,22-0,36. По территории в средний год осадки от полупустынных районов по направлению к умеренно-сухой степи увеличиваются в 2 раза; в сухие годы в 2,4 раза; во влажные годы – в 1,5 раза. Точность опыта (11-12%) находится в пределах допустимого.

Использованные эмпирические данные по атмосферным осадкам вполне применимы в воднобалансовых расчетах для условий степной зоны Европейской части России.

Уравнения связи с K_y рекомендуются для установления размеров испаряемости за теплый период года (с t° воздуха более 5°C) в любой по увлажненности (обеспеченности) год в точке с соответствующим K_y (табл. 2).

Таблица 2. Уравнения связи испаряемости (E мм) и коэффициентов увлажнения (K_y)

Год	Вероятность превышения, %	Уравнение связи $E = f(K_y)$
Влажный	5	$y = -730x^2 - 321x + 774$
Средневлажный	25	$y = -1012x^2 - 361x + 964$
Средний	50	$y = -633x^2 - 937x + 1239$
Среднесухой	75	$y = -64x^2 - 1702x + 1570$
Сухой	85	$y = 131x^2 - 2016x + 1729$
Острозасушливый	95	$y = 267x^2 - 2350x + 1946$

где y – испаряемость, мм;

x – коэффициент увлажнения (среднегодовалый)

По методике [1-5] установлены параметры орошения. Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур определено на основе биоклиматической модели процесса суммарного испарения на сельскохозяйственном поле [7,8] по формуле:

$$E_v = E \cdot K_b \cdot K_o, \quad (3)$$

где E_v – суммарное водопотребление, мм; K_b и K_o – биологический и микроклиматический коэффициенты, установленные по опытным данным; E – испаряемость, мм.

Размеры суммарного водопотребления по зонам увлажнения для основных орошаемых культур: колосовых зерновых, люцерны (на сено), капусты поздней приведены в таблице 3.

С севера на юг по территории региона суммарное водопотребление увеличивается незначительно: для колосовых зерновых в средний год – на 15%, во влажный год – на 10%, в сухие годы – на 13-18%; для люцерны: в средний год –

на 15%, во влажный год – на 11%, в сухие годы – на 17%; для капусты: в средний год – на 15%, во влажный год – на 10%, в сухие годы – на 17-19%.

Таблица 3. Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур в разные по влажности (обеспеченности) годы по природным зонам региона

Природная зона	K_y	Вероятностные (обеспеченные) значения суммарного водопотребления, E_v мм, в годы различной увлажненности						C_v
		5%	25%	50%	75%	85%	95%	
1. Колосовые зерновые								
Полупустынная	0,2-0,3	281	305	350	370	398	420	0,12
Сухая степь	0,3-0,4	274	300	341	368	389	414	0,12
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	252	276	299	322	332	344	0,09
2. Люцерна (на сено)								
Полупустынная	0,2-0,3	542	624	668	710	748	767	0,14
Сухая степь	0,3-0,4	500	577	645	655	680	720	0,12
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	488	501	567	587	606	632	0,11
3. Капуста поздняя								
Полупустынная	0,2-0,3	421	467	511	557	582	619	0,12
Сухая степь	0,3-0,4	390	435	477	521	542	585	0,12
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	381	399	432	462	478	499	0,11

С использованием расчётных значений суммарного водопотребления культур решением уравнения водного баланса установлены оросительные нормы. Это важнейший параметр нормированного орошения. Согласно принятой в рекомендациях [1, 2, 5] расчетной модели, оросительная норма численно равна сумме за вегетацию подекадных дефицитов водопотребления культур, определяемой по зависимости:

$$M_{nm} = \Delta E_v = \sum_{k=i}^n \Delta e_{vi} \quad (4)$$

где M_{nm} – оросительная норма нетто, в мм или м³/га; ΔE_v – суммарный за вегетацию дефицит водопотребления культуры, в тех же единицах; Δe_{vi} – дефицит водопотребления за выбранный расчетный период (месяц, декада), мм или м³/га.

Декадный дефицит водопотребления Δe_{vi} определяется по уравнению водного баланса:

$$\Delta e_{vi} = E_{vi} - (P + W_a + G) \quad (5)$$

где E_{vi} – суммарное водопотребление за декаду, мм; P – сумма атмосферных осадков за декаду, мм; W_a – активные влагозапасы в расчетном слое

почвы на начало декады, мм; G – капиллярное подпитывание из грунтовых вод при близком их залегании, мм.

Расчётные оросительные нормы по зонам увлажнения степных районов юга Европейской части России приведены в таблице 4.

Таблица 4. Оросительные нормы (дефициты водопотребления), ΔE_v , мм, сельскохозяйственных культур в разные по влажности (обеспеченности) годы по природным зонам региона

Природная зона	K_y	Вероятностные (обеспеченные) значения дефицитов водопотребления (оросительных норм), ΔE_v мм, в годы различной увлажненности						C_v
		5%	25%	50%	75%	85%	95%	
1. Колосовые зерновые								
Полупустынная	0,2-0,3	83	153	200	242	263	293	0,32
Сухая степь	0,3-0,4	52	112	159	207	232	270	0,40
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	16	71	117	164	186	218	0,53
2. Люцерна (на сено)								
Полупустынная	0,2-0,3	256	368	467	581	646	753	0,29
Сухая степь	0,3-0,4	178	297	390	491	547	637	0,31
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	100	184	262	335	371	426	0,41
3. Капуста поздняя								
Полупустынная	0,2-0,3	192	285	363	434	465	505	0,27
Сухая степь	0,3-0,4	137	230	296	359	391	440	0,30
Умеренно-сухая степь	0,4-0,5	90	178	240	297	325	366	0,35

Статистические характеристики оросительных норм отличаются более высокими коэффициентами вариации, чем для суммарного водопотребления и испаряемости. При этом в условиях сухой степи и полупустыни коэффициенты вариации C_v по люцерне равны 0,23-0,34; в умеренно-сухой степи они увеличиваются до 0,44, что связано с большей вариацией осадков в направлении к северу по территории; по зерновым культурам коэффициенты вариации оросительных норм равны 0,30-0,50; по овощным – 0,23-0,40.

Достаточность длины эмпирического ряда в расчетах вероятностных значений оросительных норм подтверждается размерами e_{C_v} , не превышающими допустимых уровней (12-13%).

С севера на юг по территории, от умеренно-сухих степей к сухим степям и полупустынной зоне, оросительные нормы зерно-кормовых и овощных культур увеличиваются следующим образом:

- для люцерны: в средний год – в 1,7 раза; во влажные годы – в 2 раза; в сухие годы – в 1,5 раза;

- для овощных культур: в средний год – в 1,5 раза; во влажные годы – в 1,7 раза; в сухие годы – в 1,5 раза.

В таблице 5 приведены уравнения связи оросительных норм с K_y .

Таблица 5. Уравнения связи дефицитов водопотребления (оросительных норм), ΔE_v , мм, с коэффициентом увлажнения K_y

Культура	Увлажненность (вероятность превышения) года, P%	Уравнение связи $\Delta E_v = f(K_y)$
Колосовые зерновые	5	$y = 1773x^2 - 1593x + 380$
	25	$y = 958x^2 - 1062x + 354$
	50	$y = 945x^2 - 1071x + 405$
	75	$y = 1470x^2 - 1444x + 518$
	85	$y = 1725x^2 - 1640x + 579$
	95	$y = 2308x^2 - 2070x + 694$
Люцерна (на сено)	5	$y = 4142x^2 - 3964x + 1020$
	25	$y = 4068x^2 - 4034x + 1171$
	50	$y = 3851x^2 - 4038x + 1292$
	75	$y = 3210x^2 - 3812x + 1393$
	85	$y = 2766x^2 - 3631x + 1439$
	95	$y = 1957x^2 - 3293x + 1510$
Капуста поздняя	5	$y = 3871x^2 - 3244x + 774$
	25	$y = 3709x^2 - 3183x + 864$
	50	$y = 3360x^2 - 3050x + 929$
	75	$y = 3434x^2 - 3154x + 1024$
	85	$y = 3550x^2 - 3246x + 1075$
	95	$y = 3761x^2 - 3377x + 1144$

Разработка режимов орошения на основе нормированных параметров гарантирует рациональное использование природных ресурсов и экологическую безопасность мелиоративных мероприятий [9]. В наибольшей степени нормирование орошения рационализирует поливные режимы, главными параметрами которых являются нормы и сроки поливов, используемые в процессе эксплуатации и при оперативном управлении поливами.

Практическое применение разработанных показателей тепло-, влагообеспеченности и оросительных норм позволит обеспечить значительное водосбережение, снижение капитальных затрат и эксплуатационных издержек, а также улучшение экологической ситуации на орошаемой территории.

Литература

1. Справочник: Механизация полива. М.: ВО Агропромиздат.-1990.

2. Данильченко Н.В. Основные положения методики определения суммарного водопотребления (эвапотранспирации), дефицита водопотребления и оросительной нормы с.-х. культур. Коломна, ВНИИМиТП, 1988.
3. Справочник: Мелиорация и водное хозяйство. Орошение. Колос. М., 1999.
4. Укрупнённые нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР. Сборник ММиВХ СССР. Москва, 1984 г.
5. Данильченко Н.В., Аванесян И.М. Оценка увлажнённости территории при обосновании норм водопотребности с.-х. культур. Труды ВНИИГиМ, М., 1985.
6. Данильченко Н.В., Остроушко В.Н., Омеляненко С.И. Метод построения кривых обеспеченности оросительных норм при коротких рядах наблюдений. В сб. Обоснование норм водопользования в орошаемой земледелии. ВНИИГиМ, М., 1989.
7. Алпатьев А.М. Водооборот культурных растений. Л. Гидрометеиздат, 1954 г.
8. Константинов А.Р., Струнников Э.А. Нормирование орошения. Методы, их оценка. Пути уточнения. Г.и М., 1,2, 3 - 1986.
9. Ольгаренко В.И., Колганов А.В., Ольгаренко Г.В. Эксплуатационные режимы орошения агроценозов Нижне-Донской провинции степной зоны. НГМА-2001.

УДК 631.6

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИИГиМ В ОБЛАСТИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

В.С. Печенина, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Осушение, являясь важной составной частью комплексной мелиорации земель, имеет огромное значение для Нечерноземной зоны России, на территории которой насчитываются миллионы гектаров болот и заболоченных земель.

Большой вклад в развитие осушительных мелиораций внесли на всех этапах мелиоративного строительства научные учреждения и среди них Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, являющийся головным в системе Минводхоза СССР, затем РАСХН.

Много лет в области осушительных мелиораций проработал профессор А.Д. Брудастов. Он разработал типизацию болот и избыточно увлажнённых земель, установил причины заболачивания и основные типы водного питания. Это позволило ему сформулировать принципы регулирования водного режима болот и переувлажнённых земель. Его исследования в области регулирования русел рек-водоприемников представляют большой научный и практический интерес. Им разработаны рекомендации по проектированию устойчивых русел рек-водоприемников и каналов, в том числе на болотах, где рекомендовалось проводить осушение поэтапно, а также основные способы осушения земель, которые изложил в монографии «Осушение минеральных и болотных земель», 1956 г.

В 50-х годах XX века проведены исследования, послужившие научной основой для широких мелиоративных работ, особенно после майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС. «Постановка системы мелиорации на научную базу есть крупное достижение советской мелиоративной науки» - отмечал А.Н. Костяков.

Из наиболее важных научных результатов в области осушения А.Н. Костяков отмечал прежде всего разработку методики и формул для определения величины модуля стока при расчете осушительных систем.

Были разработаны и вошли в производство принципы и методы проектирования осушительных систем в зависимости от специализации хозяйства, от типа заболачивания земель. Разработана теория работы дренажа в зависимости от гидрогеологических условий, свойств почвы и тех заданий по скорости понижения грунтовых вод, которые предъявляются к дренажу. На основе этой теории дана методика определения расстояний между дренами и размера дрен.

Значительное место в исследованиях ВНИИГиМ заняла разработка региональных мелиоративных проблем – осушение Барабинской и Мещерской низменностей, крупных переувлажненных массивов в Приамурье и Приморье и др.

Основные исследования проводились отделом осушения ВНИИГиМ и его филиалами в Нечерноземной зоне РСФСР (Московской, Смоленской, Владимирской, Рязанской и Ярославской областях).

Главными проблемами мелиорации сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне являются борьба с переувлажнением почв, борьба со сработкой торфа и гумуса, устранение кислотности почв, повышение плодородия, улучшение теплового режима и экологического состояния водных и земельных ресурсов. Осушительные мелиорации занимают важное место в общей программе мелиоративных работ в НЧЗ РФ. Вовлечение в хозяйственный оборот значительных площадей переувлажненных земель путем проведения комплекса мероприятий по их осушению, освоению и окультуриванию позволяет коренным образом изменить неблагоприятные для возделывания растений условия почвенной среды, получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур. Площадь земель, нуждающихся в осушении, в Российской Федерации составляет 38 млн. га, из них осушено 5 млн. га; в Нечерноземной зоне РФ – соответственно 13,3 млн. га, из них торфяные и слабопроницаемые минеральные почвы – 10,9 млн. га, песчаные и супесчаные – 2,4 га.

Для условий Нечерноземной зоны РСФСР институтом и его соисполнителями разработаны методы определения величины модулей стока для расчета осушительных систем, учитывающие влияние местных факторов (интенсивность осадков, размеры водосборной площади, степень ее канализации и пр.). Доказана необходимость экономического обоснования выбора расчетной величины модуля стока с учетом повторяемости стока различной интенсивности и характера сельскохозяйственного использования осушаемых земель. Эти предложения вошли в практику осушительных мелиораций и были приняты в технических указаниях для проектирования открытых осушительных систем.

Исследованиями ВНИИГиМ и др. научных организаций установлено, что наиболее прогрессивным способом осушения избыточно увлажненных земель является закрытый дренаж, который позволяет регулировать водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя почв в пределах, необходимых для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, создавать достаточно крупные мелиорируемые площади и производительно использовать сель-

скохозяйственную технику. На основании этих работ установлены параметры дренажа и приемы борьбы с его заилением и заохриванием, включающие применение новых конструкций дрен, защиту их стыков фильтрующими материалами, внесение ингибиторов и т.д. для различных почвенно-климатических условий.

Материалы исследований ВНИИГиМ в Центральном и Волго-Вятском районах, СевНИИГиМ в Северном и Северо-Западном районах Нечерноземья РФ в 70-е годы вошли в «Руководство по проектированию осушительных и осушительно-увлажнительных систем сельскохозяйственного назначения» Главнечерноземводстроя (1976 г.) и одноименного общесоюзного нормативно-методического документа Минводхоза СССР.

Основные научные разработки одного из ведущих ученых в области мелиорации 50-60-х годов прошлого века доктора наук А.В. Смирнова: мелиорация и коренное освоение пойм, технология добычи и использования озерного ила, теория и практика противомалырийной мелиорации, технология регулирования рек для осушения земель. Изданы монографии А.В. Смирнова «Озерные сапропели, способы добычи и использования в сельском хозяйстве», 1965 г.; «Осушение и освоение лугов и пастбищ», 1968 г. и др.

Вопросы изучения природы низинных болот, формирования их естественного и нарушенного водного режима занимают важное место в исследованиях академика Б.С. Маслова, видного ученого в области мелиораций, гидрогеологии, экологии. На основании экспериментальных исследований на стационарах им установлены основные закономерности водного режима, типы гидрогеологических условий осушаемых земель и показана роль грунтовых вод в формировании водно-теплового режима торфяных почв; установлены основные закономерности в осадке и сработке торфа и изменении водно-физических свойств и гидрогеологических параметров осушаемых болот при их длительном использовании в земледелии; разработана методика гидрогеолого-мелиоративного районирования переувлажненных земель с использованием комплекса ландшафтных показателей и др. Им изданы монография «Режим грунтовых вод переувлажненных земель и его регулирование», 1970 г.; «Методические указания по гидрогеологическому районированию переувлажненных земель...», 1967 г. и «Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства», 1972 г.

На основании обобщения данных о природных условиях, выполненных научных разработок по мелиорации земель, институтом в конце 70-х годов проведено природно-мелиоративное районирование Нечерноземной зоны РСФСР (Панов Е.П. и др.). Вся территория ее разделена на ряд таксономических единиц (подзоны, провинции и районы) с однотипными природными факторами и соответствующим им набором мелиоративных мероприятий, в котором определены основные направления, методы и способы мелиорации земель, рациональный комплекс всех видов мелиоративных работ. Материалы районирования широко использованы при планировании мелиорации, предпроектных про-

работках, составлении технико-экономических обоснований (докладов) и схем водно-мелиоративного устройства республик и областей региона.

В 2001-2003 гг. во ВНИИГиМ были продолжены работы по данному вопросу, в результате разработаны рекомендации «Районирование способов осушения агроландшафтов гумидной зоны европейской части РФ» (Печенина В.С. и др.).

На основе многолетних исследований институтом совместно с другими научными и проектными организациями Минводхоза СССР разработаны осушительно-увлажнительные системы – новый тип гидромелиоративных систем, позволяющих наиболее полно регулировать водно-воздушный режим почвы. Все или отдельные части осушительно-увлажнительных систем могут служить как для осушения, так и для увлажнения. Выявлено, что наиболее перспективные осушительно-увлажнительные системы – на базе закрытого дренажа и дождевания. Применительно к различным природно-климатическим условиям установлены режимы осушения почв и увлажнения сельскохозяйственных культур на осушаемых землях.

В 1973 и 1981 гг. была издана книга «Осушительно-увлажнительные системы» (Б.С. Маслов, В.Я. Черненко, В.С. Станкевич), где рассмотрены способы и режимы увлажнения, приведены конструкции осушительно-увлажнительных систем и эффективность их применения.

В 80-х годах XX века ВНИИГиМ были разработаны основные концепции и принципы автоматизации технологических процессов на осушительно-увлажнительных системах на базе горизонтального и вертикального дренажа с применением дождевания и подпочвенного увлажнения. Разработана автоматизированная система гибкого управления водорегулирующим комплексом (Попов Л.Г. и др.).

Багировым М.Н., Панадиади А.Д. разработаны мелиоративные системы совмещенного типа, которые являются универсальными и позволяют осуществлять почти все способы полива сельскохозяйственных культур.

ВНИИГиМ вместе с другими научными учреждениями в Нечерноземной зоне РФ проведены работы по новым способам мелиорации болот и переувлажненных минеральных земель, созданию технически совершенных мелиоративных систем, прогрессивных технологий производства мелиоративных и культуртехнических работ, высокопроизводительных машин для механизации производственных процессов, по совершенствованию способов эксплуатации осушительных и осушительно-увлажнительных систем, приемов окультуривания почв и методов экономического обоснования мелиоративного строительства. Важное место занимает изучение влияния мелиорации на природную среду, разработка принципов оптимизации действия мелиоративных систем для перехода к комплексному регулированию факторов жизни растений с учетом требований охраны природы.

Осушение тяжелых почв Нечерноземной зоны РФ изучалось ВНИИГиМ (в центральных районах) и СевНИИГиМ (в северо-западных районах). Основные вопросы исследований:

- осушающее действие траншейного и узкотраншейного дренажа в сочетании с мероприятиями по улучшению водно-физических свойств подпахотных горизонтов (глубокое рыхление, кротование) и мероприятиями по организации поверхностного стока;
- эффективность применения химмелиорантов, вносимых с глубоким рыхлением, при осушении тяжелых почв закрытым дренажем;
- осушающее действие узкотраншейного и бестраншейного дренажа с фильтрующими засыпками и элементами.

На основании исследований ВНИИГиМ (Черненко В.Я., Печенина В.С., Акимов Н.В.) установлено, что наиболее перспективным способом осушения тяжелых почв с $K_f < 0,1$ м/сут является узкотраншейный дренаж глубиной 1,2-1,4 м с расстояниями между дренами 15-20 м в сочетании с глубоким рыхлением и мероприятиями по отводу поверхностных вод (планировка поверхности, устройство фильтров-поглотителей и др.).

Для улучшения водно-физических свойств подпахотных горизонтов и улучшения работы закрытого дренажа на тяжелых почвах рекомендуется применять глубокое рыхление, в том числе с одновременным внесением химмелиорантов (известки, удобрений, лигнина и др.) для увеличения срока его действия. ВНИИГиМ, СевНИИГиМ и другие институты разработали «Руководство по глубокому рыхлению осушаемых минеральных почв», оно утверждено и введено в действие в 1981 г. Минводхозом СССР.

Бестраншейный дренаж следует применять при осушении почв с коэффициентами фильтрации более 0,2-0,3 м/сут. Закрытые собиратели глубиной 0,8-1,0 м следует применять на тяжелых глинистых почвах с K_f менее 0,01 м/сут.

ВНИИГиМ проведены многолетние исследования по способам осушения пойменных земель (Станкевич В.С., Маслов Б.С., Черненко В.Я., Митин В.Ф. и др.). При этом установлено, что наилучшим способом осушения притеррасной части поймы грунтового и грундово-напорного водного питания является глубокий (1,8-2,5 м) сгущенный дренаж с расстояниями между дренами 10-15 м, в зависимости от интенсивности питания. Современные осушительные системы в поймах рек должны не только своевременно удалять все избыточные воды в критические периоды, но и пополнять недостатки воды в почве.

ВНИИГиМ и другими научными учреждениями был рекомендован комплекс мероприятий по ускоренному освоению осушаемых торфяных почв под интенсивные культуры, создана технология коренного улучшения переувлажненных пойменных лугов, разработаны предложения по сельскохозяйственному использованию осушаемых торфяников, а также технологические и агротехнические требования на проектирование и проведение мероприятий по окультуриванию и сельскохозяйственному использованию мелиорируемых минеральных земель в Нечерноземной зоне РФ и других регионах (Панов Е.П. и др.).

Следует отметить, что научно-технические разработки были сориентированы на комплексное применение всех основных видов мелиораций и на улучшение экологической среды.

Широкое развитие мелиорации в зоне осушения поставило задачу формирования антропогенных ландшафтов, в которых мелиоративное строительство и сельскохозяйственное освоение должны сочетаться с рациональным использованием и охраной земельных и водных ресурсов. В этой связи были изучены вопросы влияния мелиорации на природную среду и в первую очередь – на изменение водного режима и плодородия почв как на осушаемых системах, так и на прилегающих территориях, дана оценка и прогноз изменения водного баланса бассейнов рек с учетом хозяйственной деятельности, а также загрязнения водоприемников химическими веществами, выносимыми дренажным и поверхностным стоком с мелиорируемых земель с целью разработки необходимого состава природоохранных мероприятий (Маслов Б.С., Панов Е.П., Трифонов В.А. и др.). В 1985 г. издана монография Б.С. Маслова «Мелиорация и охрана природы» (в соавторстве).

ВНИИГиМ в 1999 г. было разработано «Методическое пособие по почвозащитным и водоохранным мероприятиям на осушаемых и прилегающих к ним территориях с учетом различных конструкций осушительных систем на торфяных и минеральных почвах Центра Нечерноземной зоны РФ» (Печенина В.С., Стрельбицкая Е.Б., Пыленок П.И.).

В целях обеспечения надежности работы осушительных и осушительно-увлажнительных систем необходимо своевременное выполнение работ по уходу за ними, текущих, капитальных и аварийных ремонтов. Особую важность имеет дальнейшая разработка способов эксплуатации мелиоративных систем. ВНИИГиМом в 1999 г. было разработано «Пособие по эксплуатации осушительно-увлажнительных систем» (Панов Е.П., Пыленок П.И., Соломина А.П. и др.).

Учеными отдела осушения ВНИИГиМ изданы, кроме вышеупомянутых монографий, следующие работы: А.Д. Панадиади «Проблемы мелиоративного устройства Нечерноземной зоны», 1974 г.; Н.И. Дружинин «Мелиорация земель в Нечерноземной зоне РСФСР», 1980 (в соавторстве); Е.П. Панов и др. «Комплексное природно-мелиоративное районирование Нечерноземной зоны РСФСР» 1980 г.; Е.П. Панов, И.С. Никитин и др. «Мелиорация земель Мещерской низменности», 1986 г. Опубликованы справочники по мелиорации, т. 3 «Осушение», много научных статей, а также сборников трудов, рекомендаций, методических указаний и пр.

В настоящее время главным объектом мелиорации в Нечерноземной зоне России являются пойменные земли с потенциально плодородными аллювиальными почвами, наличием большей частью хороших водоисточников и других благоприятных природных факторов для выращивания высокорентабельных сельскохозяйственных культур. Несмотря на сложившуюся сегодня тенденцию сокращения мелиоративных работ в стране, поймы рек остаются основными объектами осушения переувлажненных земель, занимающих здесь 5,4 млн. га. Это предопределяет необходимость дальнейшего технического совершенствования вновь создаваемых и ранее построенных осушительных систем, проведения комплекса мероприятий по надлежащей эксплуатации и реконструкции мо-

рально и физически устаревших систем, типовых схем природоохранных мероприятий.

УДК 631.6:626.86

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Печенина В.С., к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Основными проблемами мелиорации сельскохозяйственных культур в гумидной зоне являются борьба с переувлажнением почв, борьба со сработкой торфа и гумуса, устранение кислотности почв, повышение плодородия, улучшение теплового режима и экологического состояния водных и земельных ресурсов.

Только в Нечерноземной зоне Российской Федерации площадь переувлажненных минеральных и торфяных почв составляет более 13 млн. га, площадь осушенных земель по состоянию на 2002 г. – 5,5 млн. га.

Осушительная система – система гидротехнических и вспомогательных сооружений для осушения земель. Предназначена для устранения неблагоприятного воздействия избыточного увлажнения определенного массива земель и создания необходимых условий для выращивания на них сельскохозяйственных культур. В состав осушительной системы входят регулирующая, проводящая и ограждающая сети, водоприемник, гидротехнические сооружения, дорожная и эксплуатационная сети, природоохранные сооружения и устройства, осушаемые земли.

Осушительные системы должны: регулировать в комплексе оптимальные водно-воздушный, температурный и питательный режимы почв в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур; обеспечить экологическую безопасность, сбережение строительных и энергетических ресурсов при их строительстве.

Совершенствование осушительных мелиораций происходит за счет внедрения рациональных режимов, способов осушения и конструкций осушительных систем с применением закрытого дренажа и новых материалов, создания осушительных систем польдерного типа и осушительно-увлажнительных систем, повышения надежности и качества их строительства, ускоренного освоения и окультуривания осушаемых земель с учетом требований охраны природы.

Закрытый дренаж в перспективе будет основным способом осушения для выращивания всех сельскохозяйственных культур. Открытую осушительную сеть возможно применять ограниченно в основном при осушении сенокосов, а также при содержании в грунтовых водах закисного железа более 14 мг/л.

Одним из направлений совершенствования закрытого дренажа является переход от траншейного способа его строительства к узкотраншейному, а на почвах с коэффициентами фильтрации более 0,3 м/сут – к бестраншейному, что

позволяет в большей степени сохранить гумусовый слой, сократить объемы фильтрующих материалов, уменьшить энергетические затраты и повысить производительность труда. Для строительства узкотраншейного и бестраншейного дренажа следует применять пластмассовые трубы из полихлорвинила (ПВХ).

В целях защиты дренажа от заиления в мелкозернистых и пылеватых песчаных и супесчаных почвогрунтах необходимо применение дренажных фильтров. К ним относятся различного рода волокнистые материалы, стеклохолсты, нетканые синтетические защитные материалы и др.

Существенное улучшение работы дренажа в почвогрунтах с высоким содержанием железистых соединений можно обеспечить применением способов его защиты от заохривания в соответствии к которым относятся:

- при содержании железа Fe^{2+} от 3 до 6 мг/л рекомендуются повышенные уклоны дрен, фильтры из стеклохолста;

- при содержании железистых соединений 8-14 мг/л дополнительно предусматривается увеличение уклонов коллекторов до 0,003, дрен – до 0,006, увеличение диаметров дрен до 75-100 мм, устройство дрен, впадающих в открытую проводящую сеть; проводить известкование почв, глубокое рыхление, внесение в траншейную засыпку ингибиторов;

- уменьшение расстояний между дренами на 10-20% в зависимости от содержания железистых соединений в грунтовых водах.

В качестве фильтрующих материалов для засыпки дренажных траншей на слабопроницаемых почвах целесообразно применять в первую очередь природные материалы: крупнозернистый песок, песчано-гравийные смеси, торфяную крошку.

Для защиты дрен от заиления в торфах рекомендуется круговая обертка дрен нетканым синтетическим материалом или стеклохолстом с засыпкой на 15-30 см хорошо фильтрующим материалом или растительным слоем.

При назначении оптимальных параметров дренажа особое значение имеет правильное определение расчетных коэффициентов фильтрации осушаемых почв.

Эффективность действия закрытого дренажа на слабопроницаемых почвах возможно повысить применением глубокого рыхления или кротования. Глубокое рыхление более эффективно, его следует применять только на фоне закрытого дренажа. Оптимальными параметрами рыхления в зоне избыточного увлажнения являются: глубина 0,6-0,8 м, расстояния между рабочими органами рыхлителя – 0,8 м. При выполнении глубокого рыхления рационально одновременное внесение в подпахотные слои сыпучих или жидких химмелиорантов для увеличения срока действия рыхления. К наиболее изученным сыпучим химмелиорантам, более доступным по стоимости и технологии внесения, относятся соединения кальция, фосфора и азота, к жидким химмелиорантам – жидкие комплексные удобрения.

Осушительные системы должны отвечать наиболее рациональному их сельскохозяйственному использованию с учетом различных форм хозяйствования, они должны размещаться с учетом экологической значимости природных объектов.

Водоприемник должен обеспечивать отвод воды с осушаемой территории без подпора в расчетные периоды без ущерба для других целей его хозяйственного использования, при нарушении этих условий его работы предусматривается осушение с машинным водоподъемом.

При осушении сельскохозяйственных угодий необходимо выполнять следующее:

- применять прогрессивные конструктивные решения при осушении переувлажненных почв с учетом почвенно-климатических и хозяйственных условий;

- проектировать межхозяйственные осушительные системы с учетом рациональной организации сельскохозяйственного производства в каждом из хозяйств;

- обеспечивать своевременное выполнение агромелиоративных мероприятий и химических мелиораций, в первую очередь известкование кислых почв;

- в обязательном порядке проектировать природоохранные мероприятия, обеспечивающие исключение или сведение до минимума отрицательного влияния осушения на природную среду;

- считать первоочередной задачей выполнение работ по реконструкции осушительных систем с учетом хозяйственной деятельности землепользователей.

При реконструкции осушительных систем перспективными являются переустройство открытой осушительной сети на закрытую, переустройство осушительных систем на осушительно-увлажнительные, техническое перевооружение систем. Наряду с решением технических задач при реконструкции осушительных систем необходимо выполнение агротехнических мероприятий, направленных на сохранение и дальнейшее повышение плодородия почв.

Переувлажненные минеральные почвы составляют более 70% мелиоративного фонда Российской Федерации, они представлены в основном слабопроницаемыми суглинистыми и глинистыми почвами атмосферного водного питания. Закрытый дренаж, в том числе в сочетании с агромелиоративными мероприятиями и закрытые собиратели – основные способы осушения указанных почв.

Основными направлениями совершенствования осушительных систем на переувлажненных слабопроницаемых минеральных почвах должны быть:

- на почвах с коэффициентами фильтрации (Кф) 0,1-0,01 м/сут – применение траншейного и узкотраншейного дренажа глубиной 1,2-1,4 м с расстояниями 15-20 м, с засыпкой дренажных труб на 20 см хорошо фильтрующими материалами;

- при осушении тяжелых почв с коэффициентами фильтрации менее 0,02 м/сут – применение узкотраншейного дренажа глубиной 0,9-1,0 м и расстояниями 12-15 м со сплошной засыпкой траншей до пахотного горизонта песчано-гравийной смесью и др., т.е. закрытые собиратели;

- применение закрытого дренажа в сочетании с глубоким рыхлением и внесением химмелиорантов на почвах с $K_f < 0,1$ м/сут. Обязательно примене-

ние мероприятий по организации поверхностного стока – планировки, устройства поглощающих колодцев, ложбин, раскрытие понижений.

Регулирование питательного режима необходимо осуществлять внесением дозированных норм удобрений с учетом имеющихся в почве запасов питательных веществ.

При осушении минеральных почв целесообразно строить крупные мелиоративные системы, в которые могут входить ряд землепользователей.

Основные площади низинных болот, которые в первую очередь пригодны для сельскохозяйственного использования, расположены в поймах рек.

На основании исследований ВНИИГиМ и других имеющихся материалов притеррасные болота грунтово-напорного водного питания следует осушать сгущенным глубоким дренажем в сочетании с нагорно-ловчими каналами. В зависимости от интенсивности водного питания глубина дрен назначается 1,8-2,5 м, расстояния между дренами 10-12 м.

При большой напорности грунтовых вод для обеспечения работы закрытого горизонтального дренажа и ловчих каналов рекомендуется дополнительно устраивать самоизливающиеся вертикальные скважины с фильтром, опущенным в напорный водоносный горизонт.

При осушении хорошо разложившихся пойменных торфяников с мощностью торфа более 2,0 м после первоначальной осадки торфа целесообразно применять закрытый дренаж глубиной 1,6-1,8 м с расстояниями между дренами 20-30 м в центральной пойме. Глубина заложения дрен на мелкозалежных торфяниках составляет 1,2-1,3 м. Применение вертикального дренажа ограничивается гидрогеологическими условиями, т.е. необходимостью устройства скважин в хорошо водопроницаемых грунтах мощностью не менее 15-30 м. В природоохранном отношении этот дренаж имеет существенные преимущества перед другими системами.

Развитие осушительных систем с вертикальным дренажем будет осуществляться за счет рационализации конструкций скважин и насосно-силового оборудования. Совершенствование скважин будет идти в направлении увеличения их диаметров до 0,3-0,5 м и водозахватывающей способности, создания автоматизированных систем, управляемых по уровню грунтовых вод и влажности корнеобитаемого слоя почвы.

При осушении торфяных почв в пониженных элементах рельефа следует применять осушительные системы с машинным водоподъемом и полной автоматизацией работы насосных станций.

Осушительные системы с механическим подъемом воды обеспечивают более гибкое регулирование водного режима почв в соответствии с потребностями с/х культур; позволяют осушать земли, подтапливаемые, а также затопленные водохранилищами, озерами и морями, поймы крупных рек; наиболее полно удовлетворяют требованиям охраны природы. При использовании систем в основном под пашню, сады и долговременные культурные пастбища рекомендуется строить незатапливаемые системы (в период весеннего половодья); при использовании земель под луга – затапливаемые.

Повышение технического уровня польдерных систем направлено на усовершенствование конструкций насосных станций, водозаборных и водовыпускных сооружений.

Осушительные системы в засушливые периоды не всегда обеспечивают оптимальный водный режим почв, перспективны осушительно-увлажнительные системы.

Осушительно-увлажнительная система – мелиоративная система, предназначенная для отвода избыточной воды во влажные периоды и подачи ее в корнеобитаемый слой почвы в засушливые периоды вегетации. Она может быть автономной, то есть осушительная и оросительная части отдельные, и совмещенной, когда элементы осушительной сети (открытые каналы, коллекторная и дренажная сеть, смотровые колодцы) используются для транспортирования оросительной воды на дождевание, поверхностное или подпочвенное увлажнение.

Применение осушительно-увлажнительных систем эффективно при выращивании овощных культур и на культурных пастбищах.

Наиболее перспективны осушительно-увлажнительные системы с применением дождевания. Такие системы можно применять на всех почвах, при любых уклонах, для различных сельскохозяйственных культур. Осушительно-увлажнительные системы с применением дождевания состоят из закрытого дренажа и увлажнительной сети для дождевальной техники.

При выращивании трав и других менее ценных культур перспективны осушительно-увлажнительные системы с применением шлюзования. Такие системы рекомендуется применять на хорошо водопроницаемых почвах с коэффициентом фильтрации более 1 м/сут при ровном рельефе. Для подпочвенного увлажнения применяют следующие основные способы: шлюзование одиночного канала, шлюзование сети открытых каналов, шлюзование каналов с временными увлажнителями, шлюзование закрытого дренажа, комбинированные и двухъярусные системы.

Совершенствование осушительно-увлажнительных систем с применением дождевания предусматривает выбор их конструкций в зависимости от типа почв, дождевальных машин и установок с учетом способов осушения и экономических возможностей хозяйств.

Перспективными осушительно-увлажнительными системами с применением дождевания являются системы:

- с закрытой осушительной сетью и сетью открытых увлажнителей;
- с закрытой осушительной сетью и стационарной или передвижной сетью трубопроводов, в том числе с применением гибких водоводов;
- комбинированные осушительно-увлажнительные системы с применением увлажнения шлюзованием и дождеванием;
- водооборотные осушительно-увлажнительные системы с повторным использованием дренажных вод.

Водооборотные осушительно-увлажнительные системы более полно отвечают условиям регулирования водного режима и экологическим требованиям.

Совершенствование осушительно-увлажнительных систем с увлажнением шлюзованием, которые менее капиталоемки и дешевле осушительно-увлажнительных систем с применением дождевания, должно быть направлено на автоматизацию работы шлюзов с учетом заданных параметров регулирования водного режима почв, климатических условий и выращиваемых культур.

Природные агроландшафты после проведения мелиорации должны быть эффективнее естественных, плодородие почвы систематически повышаться. Осушение должно выполняться в едином комплексе с их освоением, окультуриванием и сельскохозяйственным использованием.

На осушаемых минеральных почвах содержание подвижного фосфора и обменного калия должно составлять не менее 10-12 мг на 100 г почвы, на торфяных почвах близкое к оптимуму содержание подвижного фосфора и обменного калия – 30 мг на 100 г почвы.

Кислотность осушаемых почв при освоении необходимо доводить до pH 5,5-6,0. Известкованию подлежат как вновь осваиваемые, так и старопахотные почвы, имеющие кислую реакцию.

В первые годы освоения окультуривание торфяных почв должно быть направлено на усиление биологической активности пахотного слоя и мобилизацию естественных запасов азота.

При выборе направления использования и состава культур необходимо учитывать особенности водного и теплового режимов осушаемых почв, их водно-физические и агрохимические свойства. На осушаемых торфяных почвах недопустимы чистые пары, на них нельзя многократно размещать пропашные культуры во избежание потерь азота и интенсивной минерализации верхнего слоя торфа. В перспективе на торфяных почвах целесообразно размещать менее теплолюбивые и более влаголюбивые культуры: травы, кормовые, капусту, корнеплоды. Мощные торфяники после их осушения следует использовать под пашню, при этом многолетние травы в севообороте должны составлять до 50% и более, маломощные торфяники целесообразно использовать под кормовые угодья, в основном под высокопродуктивные сенокосы.

Осушаемые минеральные почвы используют в полевых, кормовых и овощных севооборотах.

Весьма важное значение в освоении и использовании осушаемых почв имеет обеспечение их минеральными и органическими удобрениями в научно обоснованных дозах, на что следует обращать особое внимание.

Экологическая безопасность осушительных систем зависит от конструкции как системы в целом, так и отдельных ее элементов. Параметры осушительных систем (глубина заложения, расстояния между дренами) влияют на объем дренажного стока и вынос химических веществ и относятся к техническим факторам, влияющим на экологическую безопасность. Изменение уровня режима грунтовых вод и режима поверхностного стока при осушении болот и заболоченных территорий, а также регулирование рек, строительство водоемов, смена растительности (в результате культуртехнических работ и планировок) являются первопричинами изменений в окружающей среде.

Основной путь экологического совершенствования мелиоративных систем – это совершенствование их в техническом отношении с введением специальных природоохранных мероприятий.

Природоохранные мероприятия при осушительных мелиорациях – система мер, направленных на поддержание рационального взаимодействия между техногенной деятельностью человека и окружающей природной средой, направленных на обеспечение сохранения и восстановления природных богатств и рациональное использование природных ресурсов.

Все природоохранные приемы, используемые при осушительных мелиорациях, объединены в группы: организационно-хозяйственные, агротехнические, гидротехнические, лесомелиоративные, противопожарные.

Организационно-хозяйственные меры включают: введение систем почвозащитных севооборотов; строгое соблюдение правил хранения ядохимикатов и удобрений; службу контроля за состоянием загрязнения почв, поверхностных и подземных вод; организацию заповедников и заказников и др.

В число агротехнических мероприятий входят: внесение удобрений по научно обоснованной системе и в гранулированной форме, снегозадержание и др.

Гидротехническая группа природоохранных приемов направлена на: создание замкнутых водооборотных систем, прудов и водохранилищ; крепление откосов и дна каналов и рек-водоприемников; задержание поверхностного стока на водораздельных участках и склонах (водоудерживающие валы, террасирование) и др.

Лесомелиоративная группа включает: создание полезащитных лесополос, лесонасаждений вдоль каналов, озер и водоемов; сплошное залужение и залесение сильноэродированных склонов на прилегающих территориях и др.

Противопожарная группа предусматривается при осушении болот со средней мощностью торфа более 0,5 м и зольностью менее 50% и включает устройство противопожарных водоемов (при отсутствии водисточника) и обеспечение служб эксплуатации пожарной техникой.

Новые, технически более совершенные системы, включающие водохранилища, пруды, лесные полосы, водооборотные системы и другие технические элементы, являются одновременно и экологически совершенными.

Для обеспечения надежной работы осушительных и осушительно-увлажнительных систем обязательна организация ремонтно-эксплуатационной службы и научно обоснованное использование осушаемых почв, способствующее повышению их плодородия и получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

УДК 631.6:626.86

ОБОСНОВАНИЕ ВОДОБОРОТНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

П.И. Пыленок, к.т.н.

МФ ГНУ ВНИИГиМ, Рязань, Россия

В последнее время мелиоративной наукой ведется поиск путей снижения антропогенного мелиоративного воздействия на природную среду в целом и на мелиорируемые агроландшафты в частности. Это воздействие осложняется ин-гредиентным загрязнением экзогенного происхождения. В этих условиях акту-

альна разработка современных технологий, обеспечивающих не только оптимизацию водного режима почв, но и экологическую устойчивость агроландшафтов. В большинстве случаев ожидаемый результат можно получить путем применения комплексных мелиораций.

В мелиоративном средорегулирующем комплексе особая роль должна принадлежать водооборотным технологиям, которые являются одним из инструментов решения основной задачи мелиорации земель (по В.Р. Вильямсу и А.Н. Костякову) – усиление биологического и замедление геологического круговоротов воды и химических веществ.

Водооборотная мелиоративная технология - совокупность способов и приемов, осуществляемых в процессе повторного использования дренажных вод гидромелиоративных систем для увлажнения почв. Наиболее полно соответствует экологическим требованиям благодаря максимальной адаптации к природному круговороту воды и химических веществ, способствует реализации природоохранных мелиоративных режимов.

Повторное использование дренажных вод для увлажнения необходимо предусматривать с целью оптимизации водного режима осушаемых почв, предотвращения или уменьшения степени загрязнения природных водоемов дренажными водами, утилизации растворенных в этих водах химических веществ, а также уменьшения водозабора природных вод.

Технологический водооборотный мелиоративный цикл включает три стадии: «осушение - накопление дренажных вод - увлажнение», является замкнутым в отличие от осушительного или осушительно-увлажнительного мелиоративного процесса (рис.1), позволяет часть стока из большого геологического круговорота направлять в малый биотический круговорот (рис.2).

В зависимости от природно-мелиоративных, экономических и экологических условий следует применять *полноводооборотные, полуводооборотные мелиоративные технологии с замкнутым и незамкнутым циклами*. Целесообразность повторного использования дренажных вод должна обосновываться экономическими и экологическими расчетами.

Для накопления дренажных вод рекомендуется использовать аккумулирующие емкости каналов регулирующей и проводящей сети, природные (замкнутые) водоемы-накопители, специальные пруды-накопители дренажных вод, подземные накопительные резервуары, участки временного аккумулирования.

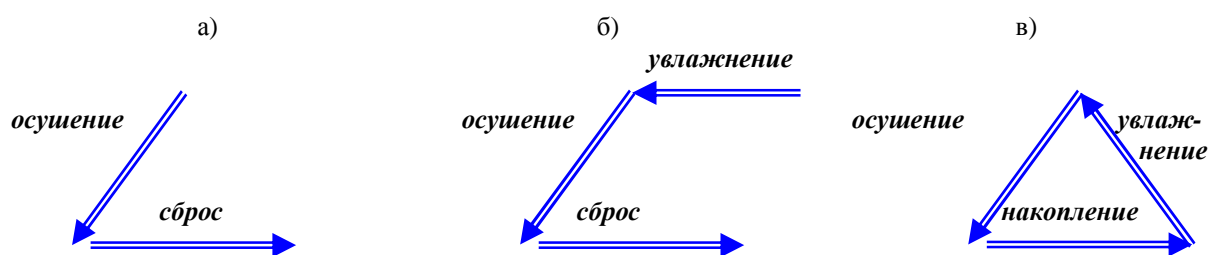


Рис. 1. Схемы мелиоративных технологических процессов и циклов:
 а)осушительный процесс; б)осушительно-увлажнительный процесс;
 в)водооборотный цикл



Рис. 2. Основные токи круговорота воды и химических веществ в мелиорируемом агроландшафте

Одной из недостаточно решенных проблем, сдерживающих практическое использование водооборотного мелиоративного цикла, является определение оптимального объема накопительных емкостей. По экологическим соображениям, аккумулировать следует дренажный сток предпосевного, посевного и летнего (вегетационного) периодов. Иными словами, ту избыточную влагу, которая инфильтруется через корнеобитаемый слой почвы и отводится регулирующими каналами (дренами). С другой стороны, этот полезный объем не должен превышать того дополнительного количества воды, которое в сумме с атмосферными осадками может быть ассимилировано продуцентами-автотрофами в процессе фотосинтеза с учетом притока солнечной энергии. Исходя из этих соображений, полезный объем должен быть достаточным для проведения ресурсосберегающего увлажнения:

$$W_n = 10 \left(\frac{(1+e)R}{L} - P - g \right) F_{увл}, \quad (1)$$

Разработана расчетная зависимость, устанавливающая соотношение между площадью увлажнения дренажным стоком и осушаемой площадью:

$$\frac{F_{увл}}{F_{ос}} = 8,64 \frac{\sum q_i t_i}{(1+e)RL^{-1} - P - g}, \quad (2)$$

где $F_{увл}$ - увлажняемая площадь, га; $F_{ос}$ - осушаемая площадь, га; q_i - модуль дренажного стока расчетной обеспеченности i -го периода, л/с га; t_i - продолжительность i -го периода, сут; \bar{R} - гидротермический коэффициент; R - радиационный баланс поверхности почвы, кДж/см²; e - доля увеличения R от мелиораций; L - скрытая теплота парообразования, кДж/см² в год на 1 мм слоя воды; P - атмосферные осадки, впитавшиеся в почву, мм; g - влагообмен корнеобитаемого слоя почвы с грунтовыми водами (положительное направление вверх), мм.

Выполненное научное обоснование водооборотных мелиоративных технологий на основе предлагаемых подходов к определению полезного объема

аккумулируемых дренажных вод, а также опытно-производственная апробация в условиях южной части Нечерноземья, позволяют расширить практическое применение и повысить экологическую надежность мелиорации земель гумидной зоны.

УДК 631.4:502:333

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

В.Е. Райнин, д.т.н., Г.Н. Виноградова, к.т.н.
ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

При прогнозировании основных направлений развития мелиорации в различных природно-климатических зонах России была разработана и использована методология, базирующаяся на современных методах моделирования и районирования. Предварительно, на основе анализа основных зональных особенностей комплексных мелиораций, было установлено, что данному классу прогнозных исследований лучше всего соответствуют модели, в которых в качестве интегрального показателя, определяющего важнейшее свойство агроландшафта, является его потенциальная продуктивность PR (Пегов, Хомяков, 1991):

$$PR = S * CL,$$

где S – индекс почвы, CL – коэффициент благоприятности климата.

Индекс почвы S представлен в следующем виде:

$$S = 6,4(G_{ГН} + 0,2G_{ФК}) / 600 + 8,5 \sqrt[3]{NPK} + 5,1e^{-|H_r - 1|^{1/4}}$$

где $G_{ГН}$ - содержание в почве гуматного гумуса, т/га; $G_{ФК}$ - содержание в почве фульватного гумуса, т/га; N, P, K – соответственно, содержание в почве азота, фосфора, калия в %; H_r – гидролитическая кислотность почвы, мг-экв/100г; e – основание натурального логарифма.

Индекс почвы нормирован на 20, т.е. $\min S = 0$, $\max S = 20$. Фактически индекс S всегда больше нуля. При деградации почвенного покрова S асимптотически стремится к нулю, но выход из состояния, когда индекс S близок к нулю, идет медленно. Аналогично ведет себя индекс S , когда его значения близки к двадцати. Известно, например, что на черноземах довольно долго могут обеспечиваться стабильно большие урожаи (даже в условиях хищнической эксплуатации) и, вместе с тем, для формирования черноземов нужен значительный срок.

Коэффициент благоприятности климата CL представлен в следующем виде:

$$CL = \sqrt{\arctg((H_f - 113)/4)(\arctg((T - 6)/2) + 1,57)},$$

где $H_f = 43,2 \lg R - T$ - показатель эффективного увлажнения (по В.Р. Волобуеву); R — среднегодовое количество осадков в миллиметрах; T — среднегодовая температура.

Важно подчеркнуть, что *PR* характеризует некие потенциальные возможности агроландшафта, которые реализуются в условиях зональной системы земледелия. В ландшафтах при изменении природных условий эволюционно появляется растительное сообщество, реализующее данный потенциал продуктивности. В агроландшафтах путем районирования сортов культурных растений достигается соответствие конкретным условиям.

Для оценки потенциала продуктивности в различных регионах Российской Федерации было проведено моделирование с использованием интегральных характеристик применительно к условиям развития агроэкологических систем «без мелиорации» и «с мелиорацией», что позволило в первом приближении составить прогноз возможного повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий за счет использования комплекса мелиоративных мероприятий.

На основе совмещения методов моделирования агроландшафта с методами ГИС-районирования была создана база данных, что позволило выявить тенденции и перспективные направления развития комплексных мелиораций применительно к агро-мелиоративным регионам, а также к субъектам федерации, федеральным округам и к Российской Федерации в целом.

Специального упоминания заслуживает возникающая в процессе работы задача структуризации, обеспечения доступа и эффективного использования разнородной по форме и содержанию информации о региональных природно-климатических и эколого-экономических условиях. Эта задача была решена методом совмещения геоинформационных слоев с выделением новых контуров (пересечений) и объединением соответствующих этим контурам массивов информации. В результате была создана интегрированная информационная база. В нее вошли данные государственной статистики о функционировании агропромышленного комплекса, о земельном фонде, данные мелиоративного кадастра и др. В интегрированную базу, кроме того, по мере необходимости, может быть дополнительно введена информация, полученная путем совмещения других слоев (речная и дорожная сеть, населенные пункты и др.).

В качестве иллюстрации полученных результатов рассмотрим основные направления развития комплексных мелиораций в Нижнем Поволжье - крупном районе сельскохозяйственного производства, часто подверженном неблагоприятным воздействиям погодных условий. Нижнее Поволжье включает Саратовскую, Волгоградскую и Астраханскую области и расположено в пределах четырех агро-мелиоративных регионов: Восточно-Европейский сухостепной, Заволжский степной, Центральный степной и Казахстанский полупустынный.

Саратовская область с общей площадью территории 10,1 млн. га имеет 8,6 млн. га сельхозугодий (в т.ч. 257,3 тыс. га орошаемых). Пахотные угодья расположены в пределах Центрального степного агро-мелиоративного региона – 3,0 млн. га, Заволжского степного – 0,9 млн. га, Восточно-Европейского сухостепного – 1,5 млн. га и Казахстанского полупустынного – 0,6 млн. га. Имеет 0,04 млн. га многолетних насаждений, 0,1 млн. га сенокосов, 2,5 млн. га пастбищ. Лесные массивы занимают 577,7 тыс. га, древесно-кустарниковая расти-

тельность - 146,6 тыс. га, под водой находится 357,8 тыс. га, болотами занято 19,2 тыс. га.

Волгоградская область с общей площадью территории 11,3 млн. га имеет 8,8 млн. га сельхозугодий (в т.ч. 256,7 тыс. га орошаемых). Пахотные угодья расположены в пределах Центрального степного агрометеорологического региона – 2,4 млн. га, Восточно-Европейского сухостепного – 2,4 млн. га и Казахстанского полупустынного – 1,2 млн. га. Имеет 0,04 млн. га многолетних насаждений, 0,2 млн. га сенокосов, 2,6 млн. га пастбищ. Лесные массивы занимают 591,8 тыс. га, древесно-кустарниковая растительность - 131,1 тыс. га, под водой находится 489,6 тыс. га, болотами занято 35,2 тыс. га.

Астраханская область с общей площадью территории 4,9 млн. га имеет 3,1 млн. га сельхозугодий (в т.ч. 186,6 тыс. га орошаемых). Пахотные угодья расположены в пределах Восточно-Европейского сухостепного агрометеорологического региона – 0,04 млн. га и Казахстанского полупустынного – 0,3 млн. га. Имеет 0,01 млн. га залежных земель, 0,01 млн. га многолетних насаждений, 0,4 млн. га сенокосов, 2,4 млн. га пастбищ. Лесные массивы занимают 104,1 тыс. га, древесно-кустарниковая растительность - 19,8 тыс. га, под водой находится 687,7 тыс. га, болотами занято 139,9 тыс. га.

Центральный степной агрометеорологический регион – умеренно- и среднеконтинентальный, засушливый и полузасушливый, средне- и выше среднего обеспеченный теплом, с умеренно мягкой и умеренно холодной, мало и умеренно снежной зимой. Почвенный покров пашни составляют черноземы обыкновенные (40%), южные (50%) и солонцеватые (10%). Обеспеченность почв минеральным азотом - повышенная, фосфором - низкая, калием - повышенная и высокая. Основные направления развития комплексных мелиораций в этом регионе - влагонакопление (В), орошение (И), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и компостирования, внесение фосфора и калия (А), борьба с плоскостным смывом и оврагообразованием (Э), борьба с солонцеватостью (С) и кислотностью (Ки).

Заволжский степной агрометеорологический регион – среднеконтинентальный, засушливый и полузасушливый, среднеобеспеченный теплом, с достаточно холодной и малоснежной зимой. Почвенный покров пашни составляют черноземы обыкновенные (40%), черноземы южные (40%), черноземы солонцеватые и лугово-черноземные солонцеватые (20%). Обеспеченность почв минеральным азотом и фосфором - низкая, калием – повышенная. Основные направления развития комплексных мелиораций в этом регионе – влагонакопление (В), орошение (И), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и компостирования, внесение фосфора и калия (А), борьба с плоскостным смывом и оврагообразованием (Э), борьба с солонцеватостью (С) и кислотностью (Ки) с помощью мелиоративной вспашки и землевания.

Восточно-Европейский сухостепной агрометеорологический регион – среднеконтинентальный, достаточно обеспечен теплом, с суровой и малоснежной зимой. Почвенный покров пашни составляют каштановые (80%), каштановые

солонцеватые и лугово-каштановые почвы (20%). Обеспеченность почв минеральным азотом и фосфором - низкая, калием – повышенная. Основные направления развития комплексных мелиораций в этом регионе – влагонакопление (В), орошение (И), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем посева трав и компостирования, внесение фосфора (А), борьба с плоскостным смывом, оврагообразованием и ветровой эрозией (Э), борьба с солонцеватостью (С) и кислотностью (Ки) путем мелиоративной вспашки, борьба с засолением (З).

Казахстанский полупустынный агро-мелиоративный регион – континентальный, засушливый; достаточно обеспечен теплом, с суровой и малоснежной зимой. Почвы региона каштановые (70%), каштановые солонцеватые и лугово-каштановые (30%). Обеспеченность почв азотом - низкая, фосфором - низкая и средняя, а калием - повышенная. Основные направления развития комплексных мелиораций в этом регионе – практически повсеместное орошение (И), гумусосохранение и гумусонакопление (Г) путем компостирования и внесения навоза, внесение фосфора и микроэлементов (А), борьба с ирригационным смывом (Э), борьба с засолением (З).

Потребность в развитии комплексных мелиораций, обеспечивающих повышение потенциальной продуктивности агроландшафтов в субъектах федерации в два и более раз представлена в таблице 1.

Таблица 1. Потребность в комплексных мелиорациях для Нижнего Поволжья, млн. га

Субъекты федерации \ виды мелиорации	А	В	Г	З	И	Ки	С	Э
Саратовская область	4,46	5,05	4,64	1,07	4,41	0,59	0,96	0,96
Волгоградская область	4,72	5,01	5,07	1,89	5,31	0,84	0,59	0,85
Астраханская область	0,44	0,35	0,54	0,33	0,6	-	0,07	0,13

Расчеты показали, что реализация предлагаемого комплекса мелиораций в Нижнем Поволжье позволит в данных природных условиях обеспечить стабильное высокоурожайное земледелие и, прежде всего, кормопроизводство.

Литература

1. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. 222 с.
2. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. М., 2002. 250 с.
3. Основные направления и тенденции развития мелиораций с учетом природно-климатических и социально-экономических особенностей регионов Российской Федерации. Научный доклад. ВНИИГиМ, 2003.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

С.С. Савушкин, к.т.н., С.М. Давшан, к.т.н.
ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

В последние годы наметилась и реализуется тенденция создания небольших по площади отдельных орошаемых участков. В связи с этим возрастает применимость оросительных насосных станций относительно небольшой производительности, в том числе передвижных насосных станций, в частности с дизельным приводом (СНП).

Будучи мобильным насосно-силовым оборудованием для оперативного (с минимальными затратами времени и средств) создания оросительной системы и организации орошения, они на месте установки не должны иметь и не имеют вспомогательных оборудования и сооружений, в том числе обеспечивающих экологическую безопасность. Обустраивается лишь площадка с твердым покрытием для удобства их эксплуатации. Однако СНП являются источниками загрязнений опасными веществами – нефтепродуктами, поскольку в соответствии со своим функциональным назначением они располагаются непосредственно на берегу водного объекта, то есть находятся в зоне прибрежной охранной полосы, в пределах которой действующими директивными документами установлены повышенные требования по охране водных объектов от загрязнения по всем видам деятельности [1]. Охрана вод от загрязнения нефтепродуктами регламентируется специальным ГОСТом [2].

Техническая характеристика дизельных СНП с показателями, необходимыми для оценки их как возможного загрязнителя водных объектов, приведена в таблице 1.

С учетом ГОСТ 17.1.3.06-82 [2] для обеспечения охраны водоемов при эксплуатации дизельных СНП можно сформулировать следующие экологические требования:

1. Должна быть проведена оценка степени экологической опасности и возможный масштаб загрязнения участка и водного объекта, а именно:

а) определены объемы, виды и динамика во времени неизбежных накопленных стоков с нефтепродуктами;

б) должны быть проанализированы возможные варианты аварийных ситуаций в системах применения нефтепродуктов на СНП и оценены объемы их разлива.

2. На месте установки СНП должны быть предусмотрены устройства, исключающие растекание разлившихся нефтепродуктов за пределы технологической площадки, система их сбора, емкости для временного хранения и другие устройства, предупреждающие поступление нефтепродуктов в водные объекты.

Таблица 1. Техническая характеристика передвижных насосных станций используемых на орошении

№ п/п	Марка	Габариты в рабочем положении, м	Подача, л/с	Напор, м	Высота всасыв. геодезич., м	Двигатель тип, марка	Мощность двигателя, кВт	Расход горючего, кг/час	Марка насоса	Размеры площади вылива (сбора) нефтепродуктов под двигателем, м ²	Объем топливного бака, л
1.	СНП-500/10	4,2х1,5х2,12	500	10	2,5	Дизель А-01М	95	17,6	ПГ-50	1,77х0,825=1,5	200
2.	СНП-300/7	3,95х5,5х2,73	300	10	2,5	Дизель Д-144	44	11,0	ОГ 5-30	0,95х0,741=0,7	180
3.	СНП-120/30	6,83х2,64х2,86	120	30	3,5	Дизель А-41Б	66	16,6	9К-14	1,378х0,797=1,1	190
4.	СНП-240/30	7,25х3,3х2,76	240	30	3,5	Дизель А-01МБ	95	17,8	14К-13	1,69х0,814=1,38	230
5.	СНП-150/5А	7,2х1,4х1,5	150	5	1,5	Дизель Д-37	29	7,6	ОГ8-25	0,951х0,744=0,7	200
6.	СНП-50/80	4,2х2,2х2,4	50	80	3,5	Дизель А-41Б	66	16,6	8М-9х2	1,378х0,797=1,1	220
7.	СНП-25/50А	2,5х1,2х2,0	25	60	3,5	Дизель Д-144-66	37	9,2	4К-6	0,951х0,741=0,7	180
8.	СНП-5/70*	1,1-0,8х0,8	4...6	76...60	3,0	Дизель Д-12М	12	3,4		0,693х0,687=0,5	40
9.	СНП-15/60*	1,3-0,9х1,1	8...16	63...55	3,0	Дизель Д-24А1	18	5,1		0,693х0,687=0,5	40
10.	СНП-25/70*	2,5х1,2х1,5	20...30	70...60	3,0	Дизель Д-144-09	44	11,0		0,951х0,741=0,7	180
11.	УНН-5/70*	0,47х0,32х0,4	5	60...70	3,0	Трактор кл.0,6	14	4,0		0,693х0,687=0,5	
12.	УНН-15/70*		10...1	60...70	3,0	Трактор 0,6;0,9	37	4,0		0,951х0,741=0,7	
13.	СНН-25/60	1,5х1,0х0,8	20...3	50...60	3,0	Трактор кл.0,9;1,4	37...55	7,6	4К-6	1,1х0,77=0,85	120
14.	СНН-40/65*	1,5х1,0х0,8	40...5	55...65	3,0	Трактор кл.1,4	55	10,2		1,1х0,77=0,85	120
15.	СНП-75/100	5,7х1,89х2,46	50...200	110...3,8	3,0	ЯМЗ-238Г ЯАЗ-206А	118	31,5	ЦНМ-360-55/75 (мод.3 В200)	1,336х1,03=1,38	190
16.	УНП-200/5	8,57х1,44х2,810	200	5	2,0	Трактор кл.09	37	7,6	ОГ8-25	0,951х0,741=0,7	
17.	УНП-300/5	8,57х1,44х2,810	300	2	2,5	Трактор кл.1,4	55	10,2	ОГ5-30Б	1,1х0,77=0,85	
18.	СНП-80/80*	3,6х1,18х2,0	50...100	80...65	3,0	Д461-10	118	33,0			

*- в стадии разработки.

3. Конструкция внешней части топливной системы, системы охлаждения и смазки должны быть герметичными, то есть должны предотвращать протекание нефтепродуктов и попадание их на почву, в поверхностные и подземные воды.

4. Условия эксплуатации (заправка дизтопливом и маслами, замена масел и др.), технология плановых технических обслуживаний СНП должна исключать или минимизировать разливы нефтепродуктов.

5. Сезонное техническое обслуживание СНП для зимнего хранения на месте установки (на оросительной системе) не должно осуществляться.

Потери топлива могут происходить на любом из агрегатов системы питания при нарушении работы двигателя или когда проводится промывка (фильтры, топливный бак) и слив горючего. Наиболее вероятные места утечек топлива там, где нарушено или ослаблено уплотнение (насос, форсунки, места соединений трубопроводов).

Анализ конструкции насосно-силового оборудования СНП показывает, что основными источниками разлива нефтепродуктов, а следовательно, и загрязнения ими окружающей среды являются операции по заправке дизелей топливом и смазочными материалами и утечки их из элементов топливной системы при нарушении герметичности (табл. 2).

В связи с этим на площадке насосной станции необходимо организовать сбор нефтепродуктов (габариты площадок для этой цели приведены в таблице 1).

Таблица 2. Места возможных утечек топлива в системе питания дизелей

Основные части системы питания	Возможные неисправности и действия, приводящие к утечке топлива	Способы устранения неисправностей
1	2	3
Топливный бак	Трещины в корпусе, в швах Нарушена прокладка заливной горловины Протекание горючего через топливный кран Просачивание топлива через прокладки наконечников топливопроводов Перелив топлива	Сварка Заменить прокладку Прочистить кран. При необходимости заменить сальник Подтянуть крепления или заменить прокладки Очистить фильтр заливной горловины. Обеспечить безопасную заправку
Фильтр грубой очистки	Подтекание горючего	Затянуть болты подводящего и отводящего топливопроводов к сливной пробке

1	2	3
Топливоподкачивающий насос	Протечки в местах подсоединения топливопроводов Протечки через уплотнения клапана и поршня ручного насоса Сброс топлива при ручной прокачке системы	Подтянуть крепления Заменить детали Меры защиты не предусмотрены
Топливный насос с регулятором	Износ уплотнительных прокладок Самопроизвольное вывертывание штуцеров из гнезд головки насоса	Заменить прокладки Наличие зажимов обязательно
Фильтр тонкой очистки	Неплотное прилегание к корпусу фильтра при повреждении прокладки Ослаблена затяжка продувочного вентиля	Подтянуть крепления или заменить прокладку Прочистить седло клапана, затянуть гайку
Форсунка	Просачивание топлива в местах присоединения топливопровода высокого давления к штуцеру форсунки или отводящей трубки	Затянуть болты крепления
Крепления топливопроводов к агрегатам и приборам системы питания	Подтекание топлива в местах крепления или повреждения топливопроводов	Подтянуть ослабленные крепления; заменить поврежденные детали

При техническом обслуживании СНП загрязнение нефтепродуктами может произойти в результате неаккуратного слива отработанного масла, при промывке фильтров или радиатора, при очистке и мойке двигателя и его элементов. Техническое обслуживание дизельных передвижных насосных станций складывается из обслуживания двигателей и насосных агрегатов.

Периодичность работ следующая: сезонное техническое обслуживание (СТО №1) выполняется в начале поливного сезона, ежесменное техническое обслуживание (ЕТО) – каждую смену, периодическое техническое обслуживание (ПТО) проводится через 240 часов работы, СТО №2 проводится в конце поливного сезона.

По данным источника [3] объемы разлива топлива при заправке дизельного двигателя зависят от степени механизации этого процесса и составляют: при заправке с раздаточным краном – 0,2% объема заправки; с помощью рукава – 0,45%; при немеханизированной заправке – 2,4...4% (среднее 3,2%) объема заправки (табл. 3).

Таблица 3. Объемы загрязняющих нефтепродуктов, образуемых при заправке дизтопливом (л)

№ п/п	Емкость топливного бака, л	Вид механизированной заправки		
		Рукав с раздаточным краном	Рукав без раздаточного крана	Немеханизированная заправка
		Удельные значения объема заправки, %		
		0,2	0,45	2,4÷4,0
1.	40	0,08	0,18	0,96÷1,6
2.	120	0,24	0,52	2,8÷4,8
3.	180	0,36	0,81	4,3÷7,2
4.	190÷200	0,38÷0,4	0,86÷0,9	4,6÷8,0
5.	220÷230	0,44÷0,46	1,0÷1,04	5,3÷9,2

Соответственно потери смазочных материалов: при заправке маслораздаточными колонками составляют $0,6\div0,8\%$ (в среднем $0,7\%$); насосами дозаторами – $1,17\div1,62\%$ (в среднем $1,4\%$); при немеханизированной заправке – $3,5\div10,1$ (в среднем $6,8\%$). При техническом обслуживании объем загрязнения целесообразно принимать в виде доли общего объема загрязняющих нефтепродуктов - в размере 5% .

С учетом приведенных данных нами были определены условные часовые и расчетные суточные объемы загрязняющих нефтепродуктов, которые поступают в окружающую среду при работе дизельных СНП.

Экологически наиболее опасная аварийная ситуация может возникнуть, если дизельное топливо, находящееся в топливном баке, выльется полностью. Разлившиеся нефтепродукты частично инфильтруются в почву (на участке от места стоянки СНП до водоисточника), остальная часть попадает в него. В данном случае ситуация будет носить катастрофические размеры даже для водных источников средней величины. В связи с этим, необходимо предусмотреть технические средства для локализации разлива нефтепродуктов на месте стоянки СНП и их утилизации.

Возможны следующие варианты сбора вылившихся нефтепродуктов и других стоков и предупреждения их разлива:

- на месте установки СНП организуется их сбор в накопительные резервуары, перемещение в емкость для временного хранения и последующая транспортировка в централизованные пункты по утилизации;
- разбавление сточных вод с нефтепродуктами в соответствии с экологическими требованиями (по ПДК) и сброс их в водоисточник.

Для сбора и накопления нефтепродуктов на технологической площадке предлагается система с поддоном (рис. 1).

Система предназначена для сбора только нефтепродуктов, их перемещение в емкость для временного хранения с последующим вывозом за пределы места установки СНП для утилизации в установленном порядке.

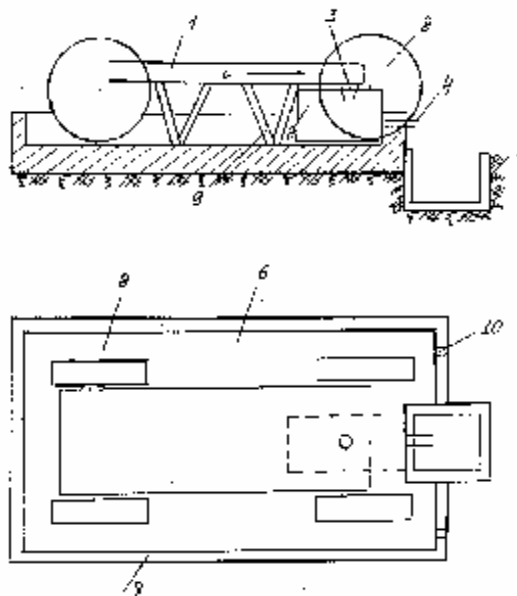


Рис.1. Схема системы для сбора и накопления стоков с нефтепродуктами с поддонным устройством

При этом дождевые стоки с площадки отводятся через отверстия 10 в оградительных ребрах 7 в сторону, противоположную от водоисточника, где с помощью простейшего устройства они рассредотачиваются.

Основными элементами системы является поддон 1, устанавливаемый под СНП на опорах 9 и накопительная емкость 2, которая имеет входное отверстие 3 и выпускную трубу 4. Для опорожнения емкости устраивается приямок 5.

Поддон устанавливается на площадке 6 с бетонным или железобетонным покрытием, имеющей оградительные ребра 7 (8 – колеса СНП). Конструкция площадки должна иметь гидроизоляцию, исключающую инфильтрацию нефтепродуктов. Ее размеры назначаются с учетом данных таблицы 1.

Объем накопительной емкости определяют по формуле:

$$W = G \cdot t, \quad (1)$$

где G – суточный объем накапливающихся загрязняющих нефтепродуктов, л/сут;

t - время, через которое осуществляется опорожнение емкости, сут.

На случай аварии вместимость поддона должна быть равна объему топливного бака W_T . Тогда высоту стенок поддона H можно определить по формуле:

$$H = \frac{W_T}{F}, \quad (2)$$

где F – площадь поддона, m^2 .

Возможен также вариант устройства накопительной емкости W при котором в нее вмещается и часть аварийного сброса нефтепродуктов из топливного бака.

Тогда должно соблюдаться равенство:

$$W_T + G \cdot t = W + W_n, \quad (3)$$

где W_n – емкость поддона, m^3 .

Данная система применима для СНП 2...4 групп (табл. 3).

Для СНП 1 и 2 групп целесообразна система с подземным резервуаром (рис. 2).

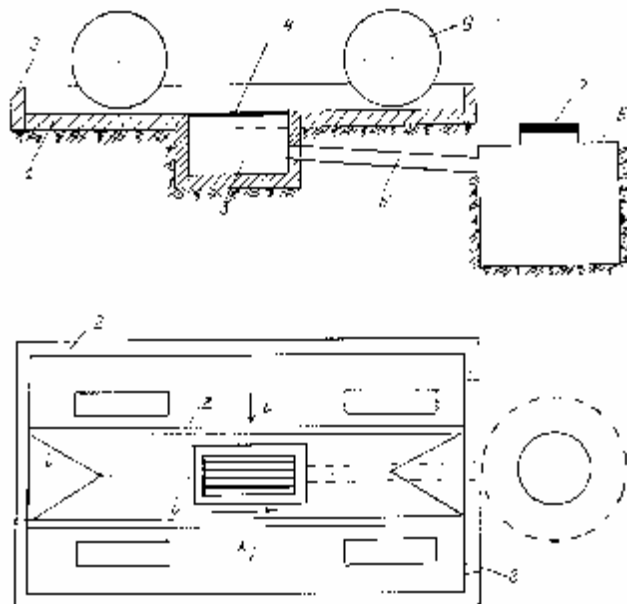


Рис.2. Схема системы для сбора и накопления стоков с нефтепродуктами с подземным резервуаром

Эта система предназначена для сбора нефтепродуктов, дождевых стоков с площадки или с ее части, накопления их в подземном резервуаре с последующим вывозом и утилизацией в соответствии с экологическими требованиями.

При этом дождевые осадки с технологической площадки могут частично отводиться через отверстия 8, для чего на ней должны быть внутренние разделительные ребра.

Площадка из бетона или железобетона 1 с оградительными внешними и внутренними ребрами 2 включает приямок 3 с решеткой 4, сливную трубу 5 и накопительный резервуар 6 с люком 7.

Объем накопительного резервуара W_p определяется по формуле:

$$W_p = G \cdot t + W_d + W_T, \quad (4)$$

где W_d – объем возможных дождевых стоков на приемной площадке, m^3 .

В этой схеме, как и в предыдущей, возможен частичный прием и хранение нефтепродуктов на площадке до приезда аварийной службы. Высоту внутренних ребер можно определить по формуле (2), задавшись объемом возможного разлива нефтепродуктов.

Система для сбора нефтепродуктов, загрязненных дождевых и других стоков с резервуаром для их разбавления водой до ПДК и сброса в водоем в соответствии с экологическими требованиями представлена на рисунке 3.

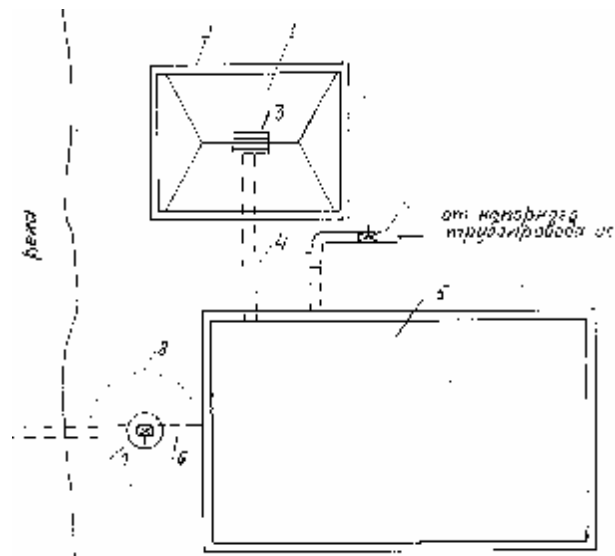


Рис. 3. Схема системы для сброса стоков, загрязненных нефтепродуктами с резервуаром для разбавления их водой

Система размещается на площадке 1 с оградительными ребрами 2 и состоит из приемника в виде приямка сточных вод с решеткой 3, трубы 4, соединяющей его с резервуаром 5, сбросной трубы 6 с задвижкой 7, смонтированной в смотровом колодце 8. Вода для разбавления и перемешивания стоков забирается из напорного трубопровода оросительной системы 9. При ее устройстве должны быть предусмотрены меры по гидроизоляции резервуаров.

Объем резервуара W_p определяется с учетом ПДК для нефтепродуктов по формуле:

$$W_p = \frac{G \cdot t}{\text{ПДК}}, \quad (5)$$

Система может применяться на незатапливаемых берегах водных объектов, преимущественно нерыбоводных.

При сбросе сточных вод с нефтепродуктами в водные объекты рыбоводного назначения нефтепродукты должны быть в растворенном и эмульгированном состоянии. Эмульгирование нефтепродуктов может осуществляться путем подачи воды под напором в резервуар из оросительной сети во время разбавления перед сбросом и в процессе сброса. При этом должно даже внешне наблюдаться достаточная турбулентность потока и интенсивность перемешивания. Возможность применения такой системы для сброса сточных вод с нефтепродуктами в конкретных природоохозяйственных условиях должно быть согласовано с природоохранными учреждениями и организациями.

Для разбавления одного литра нефтепродуктов необходимы следующие объемы воды: при сбросе в водные объекты рыбоводного назначения (ПДК 0,05 мг/л) – 20 м³; в прочие водоемы (ПДК 0,3 мг/л) – 3,3 м³ [6].

Размеры технологических площадок зависят от габаритов СНП, определяемых типом насосной станции (табл. 1). Ширина и длина площадки назначаются с учетом размеров внешних и внутренних ребер и запасов для движения колес СНП.

Полагаем, что изложенные результаты исследований и предложения послужат основой для проектных решений по обустройству мест установки дизельных СНП с системами сбора разлившихся нефтепродуктов при эксплуатации этих насосных станций на оросительных системах.

Литература

1. Положение о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах. Утверждено Постановлением Правительства РФ №1404 от 23.11.96.
2. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных воды от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
3. Нефтепродукты в сельскохозяйственном производстве. Справочник, М, «Колос» 1979.
4. Власов П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры. - М.: Агропромиздат, 1986.
5. Никифоров А.Н. Топливо и смазочные материалы: потребление и экономия. – М.: Россельхозиздат, 1981.
6. Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Комитет РФ по рыбному хозяйству. - М.: ТОО Мединор, 1995.

УДК 631.67

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ ОАЗИСНОГО ТИПА

М.А.Сазанов

КФ ВНИИГиМ, Элиста, Республика Калмыкия

В аридных условиях при остром дефиците водных ресурсов, как показал многовековой опыт развития орошаемого земледелия в нашей стране и за рубежом, наиболее рациональными являются оросительные системы очагового (оазисного) типа. Строительство и эксплуатация чрезмерно крупных ирригационных систем не позволяет осуществлять экологически безопасную мелиоративную деятельность и приводит к разрушению хрупких аридных экосистем. Это наглядно видно на примере Республики Калмыкия, являющейся одним из субъектов южного региона Российской Федерации, более 50 % территории которой расположено в полупустынной и пустынной зонах. Гидрографическая сеть на данной территории развита очень слабо. Основной объём местного поверхностного стока формируется главным образом на склонах Ергенинской и Ставропольской возвышенностей и колеблется от 90 до 300 млн. м³ в год (среднегодовые показатели – 120...130 млн. м³) в зависимости от уровня обеспеченности атмосферными осадками. Сток зарегулирован многочисленными прудами и водохранилищами, однако отсутствует комплексность его использования. На его базе функционируют так называемые хозяйственные системы регулярного орошения («малого» орошения) площадью от 20 до 240 га. Их общая площадь в настоящее время не превышает 3,5 тыс. га.[4, 8].

Главные массивы орошаемых земель республики (более 120 тыс.га) расположены на 5 крупных обводнительно-оросительных системах, питаемых от

водоисточников с сопредельных территорий (рр. Волга, Кубань, Кума и Терек). Построенные в середине 60-х...80-х гг. прошлого века, данные системы технически несовершенны, низок и уровень их эксплуатации. В совокупности эти причины привели к массовому развитию негативных процессов (вторичное засоление и осолонцевание почв, подтопление и заболачивание), в результате чего более 70 % площадей находится в неудовлетворительном мелиоративном состоянии [4].

Подобная ситуация складывается практически во всех регионах орошаемого земледелия России. Поэтому в современных условиях возобладала тенденция создания гидромелиоративных систем (ГМС) нового поколения с многоцелевым назначением и замкнутым циклом водооборота на базе комплексной мелиорации и принципах ландшафтной адаптивности [3, 6].

Гидромелиоративные системы оазисного типа являются одной из разновидностей ГМС нового поколения, адаптированной к условиям аридной зоны. Они должны создаваться на основе новейших достижений науки и техники и обеспечивать формирование устойчивых и высокопродуктивных агроэкосистем на базе существующих природно-территориальных комплексов с сохранением, совершенствованием и улучшением естественных циклов и круговоротов веществ и энергии.

ГМС такого типа должны: обеспечивать комплексное регулирование водного, солевого, пищевого, воздушного, теплового и других режимов почв и растений на основе адаптивно-ландшафтных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий; обладать универсальностью, т.е. возможностью многоцелевого использования различных конструкций, способов полива и различных видов мелиораций (оросительных, химических, биологических, противозерозионных, агролесных, обводнительных и др.) и их сочетаний; обладать замкнутым циклом водооборота, т.е. возможностью повторного использования дренажно-сбросных вод; быть экономически эффективными (обеспечивать экономию материальных, людских и денежных ресурсов на 15...20 %, экономию воды – на 30...40 % и более, иметь уровень рентабельности на уровне не ниже 30...40 %).

Общая компоновка ГМС оазисного типа должна включать: источник орошения – как поверхностный (озера, пруды, водохранилища, каналы ООС, местный сток), так и подземный (напорные и безнапорные подземные воды); водозабор (механический или самотечный); транспортный тракт (канал, лоток, трубопровод и т.п.); инженерный участок орошения с различными конструкциями сети и поливной техники с использованием передовых технологий поверхностного орошения – дискретный полив напуском по бороздам, полосам и чекам, дождевания (применение новых модификаций низконапорных ДМ «Фрегат», ЭДМФ «Кубань» и малогабаритной техники для фермерских и крестьянских хозяйств), мелкодисперсного и синхронно-импульсного дождевания, малообъемного орошения – капельного, струйчатого и микродождевания; коллекторно-дренажную сеть; узел очистки и деминерализации дренажно-сбросной и оросительной воды; систему искусственного пополнения запасов подземных вод (ИППВ); систему автоматического управления процессами

орошения, питания минеральными элементами и борьбы с вредителями и болезнями; систему контроля за состоянием окружающей среды; систему лесо- и полезащитных насаждений; дороги; объекты энергоснабжения и связи; производственные помещения и жилые здания.

На стадии проектно-изыскательских работ месторасположение участка мелкоконтурного орошения должно выбираться строго с учётом ландшафтных особенностей и адаптированно вписываться в сложившийся природно-территориальный комплекс на локальном уровне, т.е. учитывать типы и виды местностей, урочищ и даже фаций.

Для этих целей нами осуществлено ландшафтное районирование территории Калмыкии, позволившее впервые ранжировать таксоны по 6 уровням, начиная с регионального (типы природно-территориальных комплексов) и заканчивая локальными (урочищами и типами почв). Использование ландшафтной карты, составленной в масштабе 1 : 500000, значительно облегчает процесс создания и размещения систем оазисного типа.

Кроме этого, разработана зональная методика по использованию материалов дистанционного зондирования (аэрокосмических фотоснимков) при проектировании и размещении гидромелиоративных систем с учётом ландшафтных особенностей территории республики, а также при осуществлении на них мониторинга эколого-мелиоративного и технического состояния. Отработаны дешифровочные признаки почвенных и растительных разновидностей, уровней засоления, осолонцевания и гумусированности почв, процессов подтопления и заболачивания применительно к условиям полупустынной и пустынной зон Калмыкии. Применение методов дистанционного зондирования обеспечивает достоверность, точность привязки систем оазисного типа на местности и оперативность получаемой информации.

Как уже отмечалось, главным лимитирующим фактором в аридных условиях является влагообеспеченность. Поэтому ГМС должны обеспечивать создание оптимального гидротермического режима, влияющего и на почвообразовательные процессы. Нашими исследованиями на основании изучения динамики основных показателей данного режима (радиационного баланса земной поверхности R , гидротермического коэффициента \bar{R} , коэффициента увлажнения K_y , энергии почвообразования Q_p) определены их экологически благоприятные параметры и величины оросительных норм, необходимых для их обеспечения. Составлены мелкомасштабные карты районирования территории Калмыкии по этим показателям, что также является хорошим исходным материалом для создания ГМС и их нормального экологически безопасного функционирования.

На основании обобщения опыта оазисного орошения и тенденций развития ГМС нового поколения [1-3, 5-7], разработана классификация мелкоконтурных ГМС оазисного типа по 4 показателям:

- по размеру площади (микро- до 1 га; мини- 1...20 га; миди- 20...100 га; макро – 100...200 га и макси – 200...500 га);
- по функциональным возможностям (многоцелевые – обеспечивающие на водооборотном принципе функционирование различных систем; специализированные – конкретной направленности);

- по типу водоисточника (поверхностный сток, подземные и морские воды, каналы ООС, водопроводы);
- по применяемому способу полива (поверхностный, дождевание, внутрипочвенный, микроорошение).

В соответствии с разработанной классификацией, на территории Калмыкии могут создаваться следующие виды ГМС оазисного типа:

- многоцелевые и специализированные системы на базе местного поверхностного стока (А);
- многоцелевые и специализированные системы на базе каналов обводнительно-оросительных систем (Б);
- многоцелевые и специализированные системы на базе артезианских подземных вод (В);
- многоцелевые и специализированные системы на базе линз безнапорных подземных вод по технологии ИППВ (Г);
- многоцелевые и специализированные системы на базе морских вод (Д);
- многоцелевые и специализированные системы на базе групповых и локальных водопроводов (Е).

Составлена карта – схема районирования территории республики по преобладающим видам ГМС оазисного типа и применяемых на них способам полива. В ней нашли отражение границы природно-сельскохозяйственных зон (степной, сухостепной, полупустынной и пустынной), границы зон влияния (обслуживания) крупных обводнительно-оросительных систем и зон распространения определенных видов ГМС оазисного типа. При сочетании нескольких видов (например, Б, А) на первом месте стоит преобладающий вид ГМС.

Системы вида А преимущественно размещаются на склонах Ергенинской и Ставропольской возвышенностей и в прилегающей к ним полосе.

Системы вида Б развиваются на территории крупных ООС как путем нового строительства, так и реконструкции старых оросительных систем и участков.

Системы вида В рационально размещать на юге республики, где расположен крупный артезианский бассейн.

Системы вида Г могут строиться в восточной и юго-восточной части республики, располагающейся в пустынной зоне Прикаспийской низменности. Здесь практически отсутствует гидрографическая сеть, поверхностные воды представлены только солеными озерами, а подземные воды (пресные и солоноватые) сосредоточены в отдельных линзах, сформировавшихся под естественными понижениями местности (такыро – и лимановидными) и под котловинами эоловой дефляции. Запасы линз не очень велики и быстро истощаются в процессе эксплуатации. Поэтому обязательно требуется их регулярное восполнение.

Системы вида Д располагаются на побережье северо-западной части Каспийского моря, где морские воды опреснены стоком рек Волги и Урала (минерализация не превышает 1,5 г/л). Поэтому здесь имеются практически нелимитируемые запасы воды, пригодной для орошения и других нужд.

Системы вида Е могут найти распространение на той же территории, что и системы Г (Прикаспийская низменность), путем запитки от действующего Северного группового водопровода (водозабор из р. Волга) или строительства новых водопроводов (желательно локальных) с водозабором из р. Волги, каналов Черноземельской ООС или из артезианских скважин.

Для прогнозирования возможных площадей размещения ГМС на основе анализа имеющихся данных проведены работы по классификации и определению основных параметров водоемов на территории Калмыкии, пригодных в качестве водоисточников для данных систем. Водоемы (озера, водохранилища, пруды) разделены на 4 категории: крупные – с полезным объемом свыше 1 млн.м³; средние – с объемом – 0,5...1,0 млн.м³; мелкие - с объемом 0,2...0,5 млн.м³ и микроводоемы – с объемом менее 0,2 млн.м³. Помимо объема, по каждому водоему приведен возможный интервал минерализации воды, т.к., в зависимости от величины весеннего паводкового стока и погодных условий (выпадающих осадков и температуры воздуха), солевой состав может существенно изменяться как по годам, так и внутрисезонно. На основании этого, определены возможные площади размещения участков мелкоконтурного орошения (МКО) на территории Калмыкии. Они составляют порядка 47...54 тыс.га, т.е. по величине сопоставимы с площадью имеющихся к настоящему времени земель регулярного орошения (53,1 тыс.га). Большую часть площадей МКО предлагается разместить на имеющихся оросительных системах за счет реконструкции с переводом их на ландшафтно-экологическую основу.

На аккумулятивном местном стоке можно разместить порядка 12,0 тыс.га мелкоконтурных водооборотных ГМС, комплексного (многоцелевого) назначения.

Важным этапом является разработка технологического регламента функционирования гидромелиоративных систем оазисного типа. В качестве базовой принята схема многоцелевой ГМС на местном поверхностном стоке (рис. 1).

Общая компоновка системы включает: водоисточник (аккумулирующий водоем – пруд, водохранилище), систему регулярного, лиманного и микро – орошения; систему искусственного пополнения запасов подземных вод (ИППВ); систему рыбоводства и разведения водоплавающих птиц и животных; систему водоснабжения крестьянско-фермерского хозяйства. Водооборотность обеспечивается системой утилизации, очистки и повторного использования дренажно-сбросных и сточных вод.

На схеме сплошной линией со стрелками показано распределение воды по системам водопользования, штрих-пунктирной линией – работа системы утилизации, очистки и оборотного использования дренажно-сбросных и сточных вод.

Для наглядности осуществления функциональных операций, технологический регламент работы многоцелевой гидромелиоративной системы оазисного типа на местном поверхностном стоке представлен в виде сетевого графика (рис. 2), основными элементами которого являются события и работы.

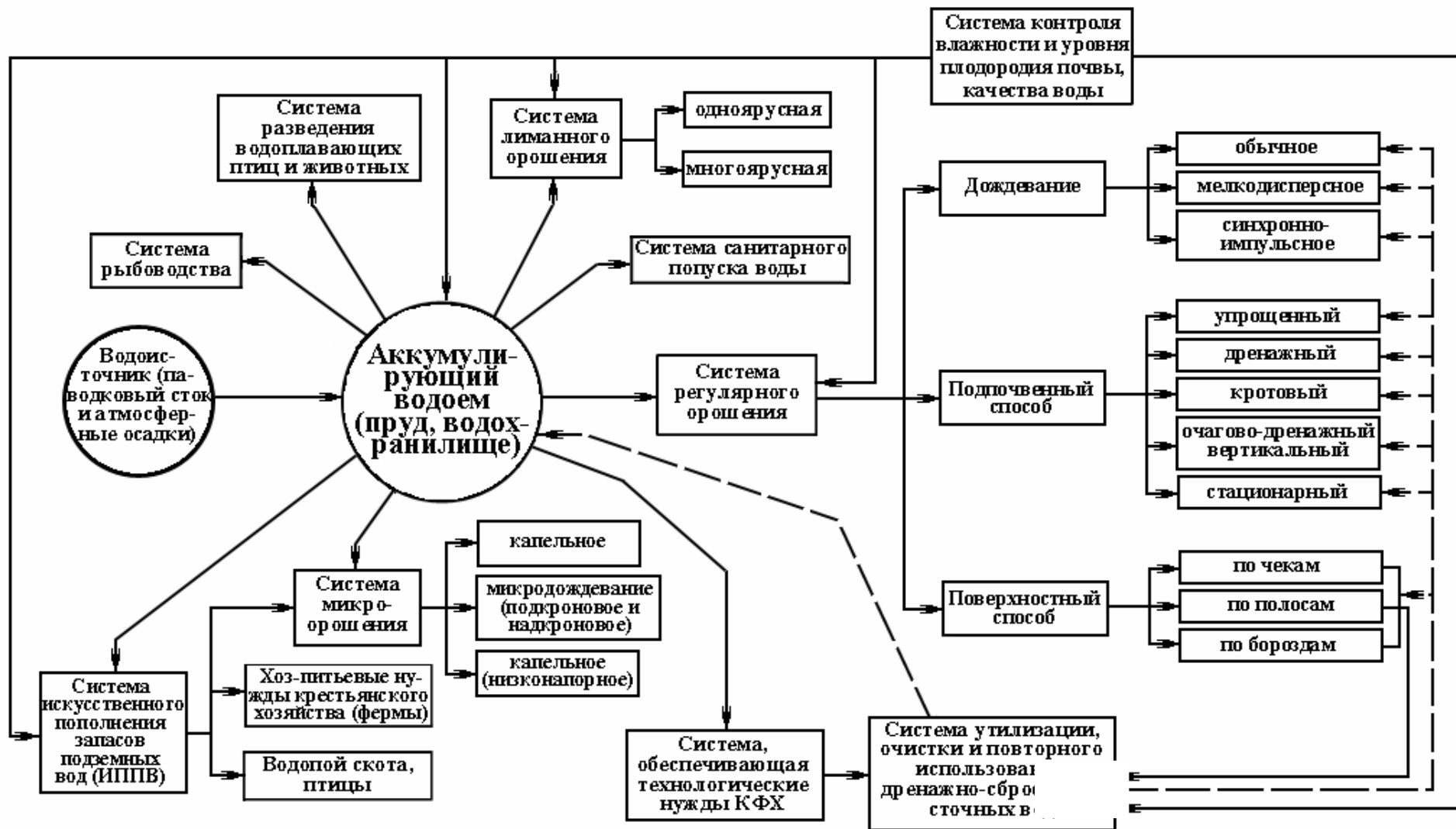


Рис. 1. Схема многоцелевой гидромелиоративной системы оазисного типа на местном поверхностном стоке

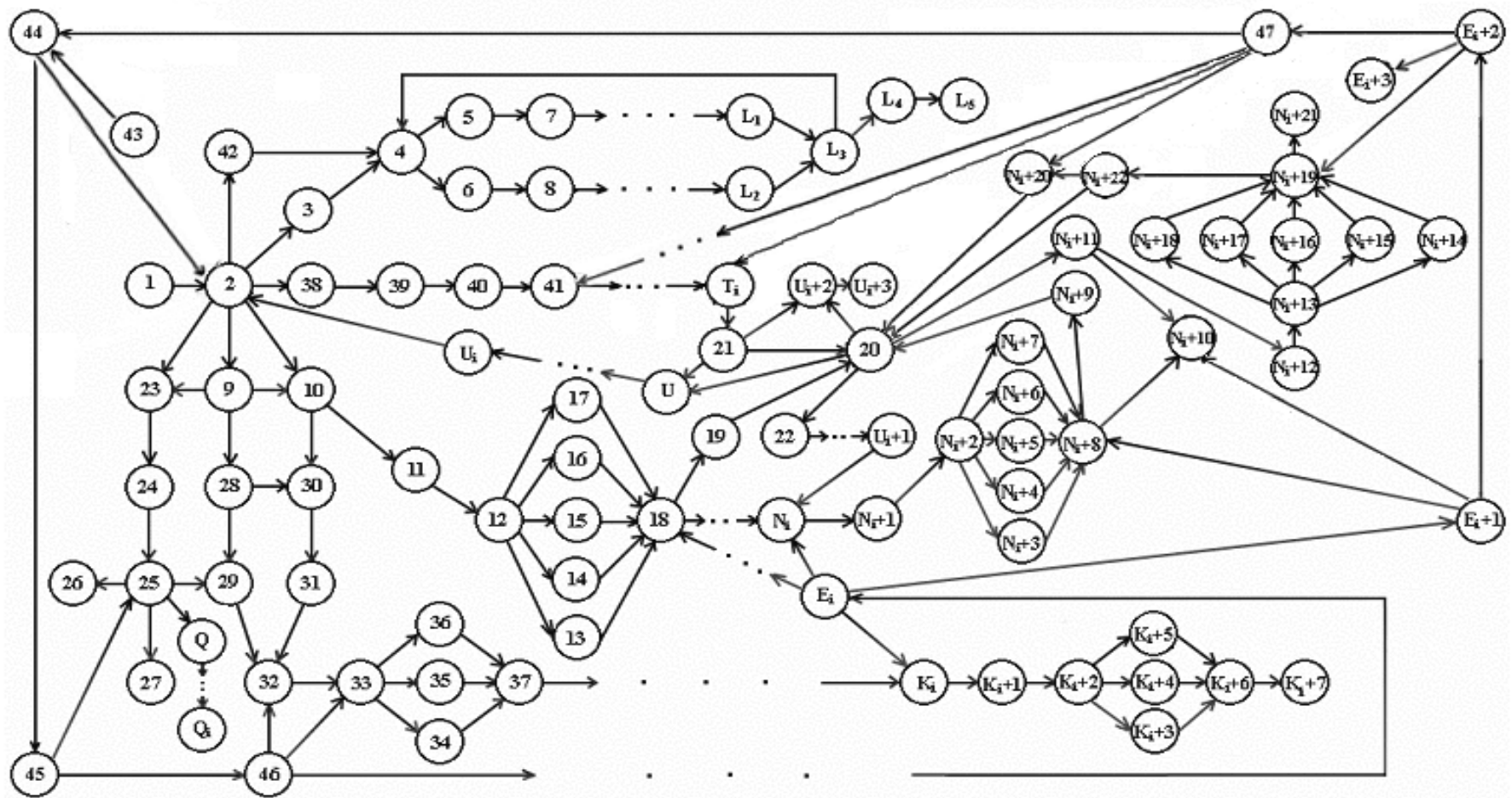


Рис. 2. Сетевой график работы гидромелиоративной системы оазисного типа на местном поверхностном стоке

Под событием понимается начало или конец определенного этапа функционирования ГМС, технологической операции. Под работами подразумеваются взаимодействия событий, выражающиеся в затратах времени на переход от одного события к другому и логических последовательностях наступлений событий. Таким образом, событие лишь отчетливо показывает момент начала или завершения отдельных этапов работы определенных частей гидромелиоративной системы или всего комплекса в целом. Оно не характеризуется материальными или другими затратами. Затраты – это характеристика работ графика.

На предлагаемом графике события отображены кружочками, а работы стрелками. Направление стрелок указывает последовательность наступления отдельных событий. Наименование событий сетевого графика (технологических операций работы ГМС) представлено в таблице 1. Они разбиты на соответствующие блоки (общеподготовительных работ, лиманного орошения и т.д.).

Таблица 1. Технологические операции функционирования многоцелевой ГМС оазисного типа на местном поверхностном стоке

№ события	Наименование события	№ события	Наименование события
1	2	3	4
Блок общеподготовительных работ			
1	Очистка каналов, текущий ремонт дамб, валов и ГТС	2	Наполнение аккумулирующего водоема па- водковыми водами
Блок лиманного орошения			
3	Устройство временных валов из мягких синтет. материалов	L ₁	Сброс излишней воды в последний (нижний) ярус
4	Открытие головного ГТС, подача воды в 1-ый (верхний) ярус	L ₂	Регулирования слоя воды в нижнем ярусе
5	Регулирование слоя воды	L ₃	Закрытие головного ГТС, прекращение по- дачи воды
6	Сброс излишней воды через водообходы во 2-ой ярус	L ₄	Сброс остатков воды из нижнего яруса в от- водящий канал
7	Открытие ГТС на дамбе (валу) и перепуск воды во 2-ой ярус	L ₅	Демонтирование временных валов
8	Сброс излишней воды в 3-й ярус		
Блок регулярного орошения			
9	Подготовка поливной техники и оборудования к сезону	N _i + 2	Подача воды по напорному трубопроводу к орошаемому участку
10	Включение головной насосной станции и забор воды из водоема	N _i +3 – N _i +7	Полив одним из способом (повтор операций 13 – 17)
11	Внесение удобрений и гербицидов с поливной водой	N _i + 8	Окончание последнего вегетационного по- лива
12	Подача воды по напорному трубопроводу к орошаемому участку	N _i + 9	Отвод дренажно-сбросных вод и подача их на систему утилизации и очистки
13	Полив дождеванием	N _i + 10	Включение головной насосной станции и забор воды из водоема для проведения вла- гозарядкового полива
14	Полив напуском по бороздам	N _i + 11	Подача очищенной дренажно-сбросной и сточной воды для влагозарядкового полива
15	Полив напуском по полосам	N _i + 12	Внесение удобрений и гербицидов с полив- ной водой при влагозарядке

1	2	3	4
16	Полив напуском по чекам и микрочекам	$N_i + 13$	Подача воды по напорному трубопроводу к орошаемому участку
17	Система внутрпочвенного орошения	$N_i + 14 - N_i + 18$	Влагозарядковый полив (повтор операций 13 – 17)
18	Конец первого полива	$N_i + 19$	Окончание влагозарядкового полива (повтор операции 18)
N_i	Включение насосной станции и забор воды для последнего вегетационного полива	$N_i + 20$	Отвод дренажно-сбросных вод и подача их на систему утилизации и очистки
$N_i + 1$	Внесение удобрений и гербицидов с поливной водой	$N_i + 21$	ТО техники, оборудования и сооружений. Подготовка к зимнему периоду
Блок системы утилизации, очистки и повторного использования дренажно-сбросных и сточных вод			
19	Подача дренажно-сбросных вод с участка регулярного орошения	22	Подача очищенных дренажно-сбросных и сточных вод на участок регулярного орошения для полива
20	Очистка и регулирование качества дренажно-сбросных вод	$U_i + 1$	Подача очищенных дренажно-сбросных и сточных вод на орошаемый участок для последнего полива
21	Утилизация и очистка сточных вод	$U_i + 2$	Отключение системы очистки
U	Отвод очищенных сточных вод в аккумулирующий водоем	$U_i + 3$	ТО, консервация системы на зимний период
U_i	Повторение циклов очистки сточных вод и отвода очищенных вод в водоем в зависимости от объема поступающих вод		
Блок искусственного пополнения запасов подземных вод и их рационального использования			
9	Подготовка оборудования системы к сезону, СТО-1	27	Забор подземной воды из фильтрационного колодца на водопой скота и птицы и подача ее на водопойный пункт при помощи различного подъемного оборудования
23	Забор воды из аккумулирующего водоема (самотечный)	29	Забор подземной воды на нужды системы микроорошения
24	Подача воды по трубопроводу на фильтрационную площадку	Q	Ежесменное техническое обслуживание системы (ЕТО)
25	Процесс фильтрации воды в подземный резервуар через фильтрационную площадку. Пополнение водных запасов линзы	Q_i	Плановое (СТО) и (ПТО) техническое обслуживание оборудования системы ИППВ
26	Забор подземной воды из фильтрационного колодца комплекса ИППВ на хозяйственно-питьевые нужды крестьянско-фермерского хозяйства		
Блок микроорошения			
9	Подготовка оборудования по поливному сезону, СТО-1	34	Капельное орошение
28	Запуск программного устройства и включение датчиков влажности и температуры воздуха, концентрации элементов питания в почве	35	Микродождевание (надкrovное и подкrovное)
29	Забор воды из системы ИППВ	36	Низконапорное капельное орошение
10	Забор воды и аккумулирующего водоема	37	Окончание первого полива
30	Очистка воды при помощи специальных сооружений	K_i	Подача воды для последнего полива
31	Подача воды по трубопроводу к поливному участку	$K_i + 1$	Внесение удобрений с поливной водой через дозатор
32	Внесение удобрений и гербицидов с помощью водой	$K_i + 2 - K_i + 6$	Повторение операций 33 – 37
33	Подача воды на систему и первый полив	$K_i + 7$	Завершение работы системы
Блок системы оборотного водопользования на технологические нужды КФХ			
38	Подготовка системы к сезону Забор воды из водоема на технологические нужды крестьянско-фермерского хозяйства	41	Подача сточных вод на систему утилизации и очистки

1	2	3	4
39	Использование воды на фермах, кошарах и др. с. – х. комплексах в технологических целях	T _i	Повторение цикла операций 38-41 в течение года, заканчивая последним циклом в текущем году
40	Отвод сточных вод с с. – х. комплексов и сооружений КФХ		
Блок санитарного попуска воды			
42	Самотечный забор воды из пруда через донный водовыпуск плотины		
Блок контроля влажности и уровня плодородия почвы, качества воды			
43	Подготовка системы к сезону, СТО-1.	E _i	Контроль качества воды в системах регулярного и капельного орошения, и дренажно-сбросной воды; контроль параметров плодородия (от конца первого до начала последнего вегетационного полива)
44	Контроль качества воды в аккумулирующем водоеме	E _i + 1	Контроль качества отводимой после последнего вегетационного полива дренажно-сбросной воды, подаваемых на влагозарядковый полив оросительной и очищенных дренажно-сбросной и сточной воды, контроль параметров плодородия почвы
45	Контроль качества воды в системе ИППВ	E _i + 2	Контроль параметров плодородия почв и качества дренажно-сбросной воды в конце сезона
46	Контроль качества воды системы микроорошения, плодородия почвы и влажности; подача сигнала на начало первого полива	E _i + 3	Завершение работы системы контроля
47	Контроль процесса утилизации и очистки дренажно-сбросных и сточных вод		

На основании сетевого графика (рис. 2) разработан детальный типовой технологический регламент функционирования ГМС, в котором по каждой технологической операции (событию) произведена расшифровка по времени проведения и продолжительности.

Первую стадию технологического регламента составляет блок общеподготовительных работ (операции 1,2), имеющий целью проведение комплекса ремонтно-восстановительных и профилактических работ.

Блок лиманного орошения (операции 3...L₅) составляет одну из основных составных частей многоцелевой ГМС оазисного типа, т.к. данный способ поверхностного орошения является в условиях аридной зоны России наиболее приближенным к природным условиям.

Блок регулярного орошения [операции 9...(N_i + 21)] в ГМС оазисного типа может быть представлен практически всеми способами орошения: поверхностными – по бороздам, полосам, чекам и микрочекам; дождеванием – обычным, мелкодисперсным и синхронно-импульсным; внутрпочвенным.

Блок системы микроорошения [операции 9, 28...(K_i + 7)] является наиболее прогрессивным, т.к. обеспечивает получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур при значительной (от 50 до 90%) экономии водных ресурсов.

Блок системы искусственного пополнения запасов подземных вод (операции 9, 23...Q_i) позволяет в рамках функционирования ГМС сформировать линзу подземных вод, обеспечивающую бездефицитный режим водоснабжения КФХ.

Блок утилизации, очистки и повторного использования дренажно-сбросных и сточных вод [операции 19...(U_i + 3)] предусматривает обеспечение наиболее полного использования водных ресурсов с соблюдением принципа водооборотности.

Блок контроля влажности и уровня плодородия почвы, качества воды [операции 43...(E_i + 3)] должен быть оборудован современными автоматизированными системами на базе компьютерной техники и предназначен для оперативного информационного обеспечения и выработки управленческих решений.

Блок системы водопользования на технологические нужды крестьянско-фермерского хозяйства (операции 38...T_i) предусматривает забор воды из аккумулирующего водоема для обеспечения нормального функционирования сельскохозяйственных комплексов – ферм, кошар, кормовых кухонь, моек и др.

Блок системы рыболовства и разведения водоплавающих птиц и животных представляет из себя естественный процесс развития ихтиофауны в аккумулирующем водоеме (пруде) – появление рыбы, раков, дичи или интенсивную систему промышленного типа, т.е. искусственное зарыбление и разведение водоплавающих птицы (уток, гусей) и животных (нутрии, ондатры и др.).

Блок санитарного попуска воды (операция 42) предусматривает сохранение водного баланса на всей территории водосбора.

Технологический регламент работы специализированных систем МКО на местном стоке будет аналогичен соответствующему блоку типового, представленного в таблице.

Схема и технологический регламент работы ГМС оазисного типа с питанием от каналов обводнительно-оросительных систем также не отличаются от рассмотренных выше, только изменяется тип водозабора и водоподачи.

Структура и организация мелкоконтурных систем на базе подземных вод может иметь компоновку как комплексного характера, так и специализированную (только отдельные блоки, например, СВХ, орошение и т.д.). Технологический регламент функционирования таких ГМС не будет существенно отличаться от типового. Только в качестве водоисточника выступает непосредственно артезианская скважина (группа скважин), оборудованная регулирующей арматурой (задвижками или вентилями) или аккумулирующий водоем суточного или более длительного срока регулирования, подпитываемый самоизливающимися скважинами; линза безнапорных подземных вод, на которой применяются совершенно отличные схемы водозабора – из шахтных колодцев и колодцев системы ИППВ при помощи водоподъемников различной конструкции (погружные электронасосы; эрлифты; ленточные; шнуровые; ветровые и солнечные установки и т.д.).

На многоцелевых мелкоконтурных ГМС с использованием морских вод могут быть следующие схемы водоподачи: самотеком по каналам за счет естественного глобального процесса подъема уровня моря и ветровых нагонных явлений (моряны); по трубопроводам (самотечным способом или под напором); самотеком по каналам с механическим водоподъемом в них. Конструкции оросительных систем могут быть самыми различными. Система ИППВ может от-

существовать. В этом случае система СХВ должна предусматривать очистку и улучшение качества воды с применением различных установок (например, «Струи» и т.п.). Водооборот дренажно-сбросных и сточных вод (после их очистки) может осуществляться путем непосредственной их подачи для повторного использования на участок регулярного орошения или на технологические нужды КФХ, а также по схеме аккумулирования в специальные водоемы с последующим распределением.

Технологическая схема многоцелевых систем МКО на базе групповых и локальных водопроводов и регламент их работы в целом типовой (за исключением процесса водоподачи).

Таким образом, создание и применение ГМС нового поколения оазисного типа позволяет в достаточной мере учитывать разнообразие ландшафтных и природно-климатических особенностей пустынной и полупустынной зон, и осуществить «вживание» техногенных систем в природный круговорот веществ и энергии. Именно взаимосвязанное и экологически обоснованное функционирование блоков многоцелевой ГМС оазисного типа обеспечивает в условиях дефицита водных ресурсов рациональное их использование на локальном уровне с учетом сохранения общего водного баланса в пределах площади водосбора, позволяет сформировать на аридной территории устойчивые и высокопродуктивные агроландшафты и экосистему с адаптивным вписыванием в них микроагроантропогенной системы – крестьянско-фермерского хозяйства со всеми необходимыми звеньями инфраструктуры.

Литература

1. Бородычев В.В. Аэрозольное орошение сельскохозяйственных культур. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 72 с.
2. Губер К.В., Сазанов М.А. Тенденции развития мелкоконтурных гидромелиоративных систем оазисного типа // Вопросы мелиорации. – М. – 2003 - № 3-4. – С.128-138.
3. Гидромелиоративные системы нового поколения / Шумаков Б.Б., Безднина С.Я., Кирейчева Л.В., Асосков Г.Н., Губер К.В. и др. – М.: ВНИИГиМ, 1997. – 110 с.
4. Концепция развития оросительных мелиораций в Республике Калмыкия на современном этапе / Сост. Руднева Л.В., Багненко В.К., Сазанов М.А., Шматкин В.Ф. и др. – Элиста: КФ ВНИИГиМ, 1999. – 44 с.
5. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник (Под ред. Б.Б.Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.
6. Пособие к проектированию, строительству и реконструкции гидромелиоративных систем многоцелевого использования. – М.: ВНИИГиМ, 2000.-185 с.
7. Сазанов М.А., Руднева Л.В., Шматкин В.Ф. Особенности мелкоконтурных гидромелиоративных систем оазисного типа // Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения): Мат-лы Междунар. конф., – М.: Изд. УПК «Федоровец», 2002, с. 259-260.
8. Химический состав и качественные показатели оросительных вод Калмыкии: обзор /Сост. Руднева Л.В., Шматкин В.Ф., Сазанов М.А. и др. – Элиста: КФ ГНУ ВНИИГиМ, 1999. – 49 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ ЖЕНЬШЕНЯ ПОД ПОКРОВОМ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

М.В. Силков

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Женьшень является “драгоценным даром земли”. Однако эта культура в естественных условиях дальневосточной тайги из-за ее бесценных целебных свойств хищнически истребляется. Дикорастущий женьшень растет и развивается очень медленно, что затрудняет его естественное возобновление. Товарной зрелости достигает к 15...20 годам. Большую роль играют не только особенности биологии этого реликтового растения, но и определенная степень угнетения его в естественных условиях произрастания. Женьшень вынужден в большей мере, чем обычные лесные растения, мобилизовать свои природные силы в борьбе за существование.

Районы произрастания дикого женьшеня – горные таежные леса Дальневосточного Приморья (южная часть Приморского и Хабаровского краев). Этот же вид значительно реже встречается в небольших горных районах Северной Кореи и в некоторых провинциях Северо-Восточного Китая. Запасы дикорастущего женьшеня в тайге невелики и возобновляются крайне медленно из-за его биологических особенностей [2]. В последние годы, в связи с широко распространенным браконьерством, женьшень хищнически выбирается.

Женьшень постепенно исчезает из районов естественного произрастания и находится на грани исчезновения как биологический вид, поэтому данный вид занесен в Международную Красную книгу и Красную книгу Российской Федерации.

Было начато его культивирование: в Корее 450 лет назад, в Китае – 350, Японии – 200, в Америке – более 150 лет назад. В нашей стране первый опыт разведения плантационного женьшеня был начат в конце 19 века, а более широко – в середине прошлого столетия на Дальнем Востоке [2].

Рассматривая возможности и перспективы развития женьшеня в конкретных регионах, следует учитывать их климат: запасы тепла (сумма активных температур выше 10° С), средняя температура самого теплого (июль) и самого холодного (январь) месяца, абсолютный минимум температуры, годовая сумма осадков, безморозный период с указанием даты начала и конца, продолжительность в днях периода вегетации женьшеня, даты начала массовых всходов и конца вегетации [1].

В России таким районом является, кроме Дальнего Востока, Верхневолжский регион (Тверская, Костромская, Ярославская области), где имеются благоприятные условия для жизни растений женьшеня (табл. 1).

Таблица 1. Климатические условия Верхневолжского региона

Области	Запасы тепла, $\Sigma t^{\circ} C$	Число дней с активными тем- пературами, дней	Безморозный период, дней	Средняя тем- пература, $^{\circ}C$		Сумма осадков, мм
				июля	января	
Тверская	2000	132	139	17,9	-10,0	617
Костромская	1900	127	142	18,2	-12,3	558

В настоящее время проявляется интерес к эколого-мелиоративным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и лекарственных растений. Реликт, произраставший еще в третичный период, свыше миллиона лет назад, сумел пережить перемены климата, изменявшие природу нашей планеты, и сохраниться в очень немногих местах Земли. Фармакологическая активность его обусловлена присутствием панаксозидов (уникальных биологически активных веществ, свойственных представителям семейства *Araliaceae*) и других активных соединений.

Женьшень настоящий (*Panax ginseng*) – тенелюбивое растение (занимает среднее положение между тенелюбивыми и теневыносливыми). Для его нормального развития нужен затененный массив, где освещенность, составляет примерно 1/3 часть от освещенности открытого участка.

Влажность почвы должна быть равномерной и умеренной, порядка 50...60 % от полной влагоёмкости. Наибольшие трудности в создании оптимальных условий для женьшеня заключаются в том, чтобы не допустить резких колебаний в увлажнении почвы.

Традиционные способы возделывания женьшеня весьма дорогостоящи и трудоёмки. Из вопросов агротехники, важное значение имеют способы притенения посадок, поскольку прямого солнечного света он не переносит, и при интродукции в разных регионах применяются самые разные приёмы, снижающие освещенность. В Корее, где женьшень культивируется более четырёх столетий, над растениями ставят щиты из досок или сплетённые из рисовой соломы. В Тебердинском заповеднике основным приёмом является выращивание на открытых участках – лесных полянах в окружении букового и кленово-букового леса, который создаёт определённый фитоклимат, смягчающий амплитуду температур и влажности воздуха.

Ученые Дальневосточного Приморья и ряд женьшеневодов Белоруссии и других регионов делают притенительные сооружения из реек с просветами 2...3 см, устанавливаемые в виде навесов на высоте не менее 1,8 м. В Приморском крае (Т.Т. Тимченко) предложена стропильно-шедовая система притенения (на высоте 2,2 м). На стропила под углом 40° укладывают доски с просветом 3...4 см. Доски не прибавляют, а сдвигают или раздвигают на нужную ширину просвета в зависимости от фаз развития женьшеня и погодных условий. В Белоруссии, в совхозе “Минская овощная фабрика” для женьшеня построены высокие металлические сооружения, односкатные, накрываемые плёнкой (спо-

соб разработан Г.И. Виолентием). В совхозе “Женьшень” и на ДВ ЗОС ВИЛАРа (Приморский край) растения выращивают под сплошными щитами из досок на каркасах, на высоте 1,4 м с северной стороны и 1,0 м с южной. Обработка гряд под щитами очень неудобна. Таким образом, вопрос об оптимальных способах притенения посадок женьшеня в регионах решается по-разному.

В связи с этим, как для научных, так и производственных целей перспективны альтернативные способы возделывания этого целебного растения.

Нами в качестве затеняющего средства предложен семенной посев козлятника восточного (*Galega orientalis*) (патент № 2177220). Сущность метода [3] заключается в том, что в предлагаемой технологии вместо щитовых навесов или шедовых конструкций растения женьшеня с весны до глубокой осени находятся под прикрытием и защитой растений козлятника восточного. Посадки женьшеня при этом получают достаточное, но не избыточное количество солнечной энергии, хорошо проветриваются, не страдают от избытка влаги, реже болеют. А поскольку и то, и другое растение родом с Дальнего Востока, то микроклимат совместных посадок женьшеня и козлятника восточного таковы, что растения помогают друг другу выживать и бороться с вредителями и болезнями, вымерзанием и гниением.

По разработанному нами способу возделывания женьшеня семена или рассаду весной высаживают в междурядья (0,6 м) семенного посева козлятника восточного второго – третьего года жизни. При этом все задачи, решаемые в известных технологиях с применением дощатых сооружений, с успехом решаются за счет травостоя козлятника восточного (*Galega orientalis*).

Козлятник восточный – многолетнее травянистое растение. По типу корневой системы он относится к стержнекорневым растениям, образующим корневые отпрыски. Корневая система мощная, проникает в почву на глубину 50-80 см. Как представитель семейства *Fabaceae*, козлятник восточный является симбиотическим азотфиксатором [3]. Козлятник восточный – растение многостебельное, ветвистое, что обеспечивает хорошую защиту от лишней освещенности. В год посева козлятник восточный развивается сравнительно медленно и полного развития достигает на 3-м году жизни, обеспечив в это время наиболее благоприятные условия для закладки посадок женьшеня. Во второй и последующие годы отрастание растений начинается рано. В начале формируется розетка листьев, а спустя 10...14 дней трогаются в рост стебли. При совместных посевах женьшеня с козлятником восточным очень важно, что последний отличается большой многостебельностью, многолетностью и исключительной зимостойкостью.

Посев козлятника восточного, высота которого 1,0...1,5 м, обеспечивает растениям женьшеня оптимальный световой режим, как в естественных условиях его произрастания. Благодаря биологическим особенностям роста и развития, козлятник восточный начинает вегетировать раньше, чем женьшень, что обеспечивает создание оптимального светового режима для женьшеня, особенно в ранневесенний период. В течение лета по необходимости проводят рыхление, подкормку, мелкодисперсное дождевание. В течение вегетационного периода проводят рыхление, меры по борьбе с вредителями и болезнями. Посадки

женьшеня со второго года весной, когда козлятник восточный еще только формирует розетку листьев, необходимо защищать от ранневесеннего подмерзания. Для этого проводят противозаморозковое мелкодисперсное дождевание и укрывают рядки женьшеня лапником или другим укрывным материалом.

В 1999...2001 гг. на опытном поле кафедры земледелия ТГСХА впервые в практике женьшеневодства проводили микроделяночный полевой опыт по изучению гидротермического режима при возделывании женьшеня под покровом козлятника восточного, возделываемого на семенные цели с шириной междурядий 60 см. Разновозрастный посадочный материал высаживали весной после отрастания покровной культуры.

Опыты проводили на дерново-подзолистых почвах, осушенных закрытым дренажем, по гранулометрическому составу супесчаные, глееватые, остаточного карбонатных на марене. Плотность почвы составляла от 1,1 до 1,25 г/см³. Общая площадь козлятника восточного (второго года жизни) - 0,6 га, а под опытом с женьшенем около 1000 м².

Согласно схеме опыта (табл. 2) высевались стратифицированные семена женьшеня и высаживалась одно- и двухлетняя рассада.

Таблица 2. Схема опыта

Вариант	1999 год	2000 год	2001 год
I	Стратифицированные семена без МДД	Однолетки без МДД	Двухлетки без МДД
II	Стратифицированные семена с МДД	Однолетки с МДД	Двухлетки с МДД
III	Однолетки без МДД	Двухлетки без МДД	Трехлетки без МДД
IV	Однолетки с МДД	Двухлетки с МДД	Трехлетки с МДД
V	Двухлетки без МДД	Трехлетки без МДД	Четырехлетки без МДД
VI	Двухлетки с МДД	Трехлетки с МДД	Четырехлетки с МДД

Опыты сопровождалось фенологическими наблюдениями, биометрическими учетами, анализами почвенных и растительных образцов. Все водно-физические свойства почвы и водного режима растений, метеорологические наблюдения за параметрами микро- и фитолимата проводили по общепринятым методикам.

Метеорологические условия в годы исследований были контрастны. Так, 1999 г. резко засушливый, 2000 г. – первые декады мая засушливые, далее сильно влажные, 2001 г., наоборот, вначале влажные, а с июля – засушливые. Необходимо также отметить неблагоприятные погодные явления, характерные для условий Верхневолжья, как весенние заморозки. Данный регион находится в зоне достаточного увлажнения, поэтому для поддержания микро- и фитолимата в посевах женьшеня под покровной культурой в стрессовые периоды (при повышении температуры воздуха до 24°С и более) использовали экологически безопасное мелкодисперсное дождевание (МДД). Основные параметры: разовая норма полива 0,8 м³/га; диаметр капель диспергированного дождя 300...700

микрон; интервал между увлажнениями 1...3 часа; количество поливов в сутки от 2 до 5 в зависимости от метеорологической обстановки. МДД отличается от других способов орошения тем, что позволяет регулировать микро- и фитоклимат, не допуская поверхностного стока, тем самым предотвращая образование водной эрозии на любых типах почв. Кроме вегетационных поливов мелкодисперсным дождеванием сельскохозяйственных культур были проведены противозаморозковые поливы женьшеня (разовая норма 0,4 м³/га). С целью борьбы с заморозками МДД в 1999 году проводили 3 дня, в 2000 г. - 2 дня, в 2001г. – 3. Мелкодисперсное дождевание проводилои ранцевым опрыскивателем “Радуга”.

В 1999 г. вегетационный полив мелкодисперсным дождеванием проводили в течение 19 дней. При разовой норме полива 0,8 м³/га за вегетационный период оросительная норма составила 46,8* м³/га. 2000 г. отличался засушливыми условия в первые декады мая, в последующем недостатка влаги не наблюдалось. Поэтому в 2000 г. мелкодисперсное дождевание было проведено в течение 9 дней и оросительная норма составила 22,4* м³/га. В 2001 г. полив проводился 15 дней и оросительная норма за вегетационный период составила 37,2* м³/га. Средняя масса 4-летних корней на вариантах с МДД была 78...90 г, а без МДД – 34...65. Водопотребление женьшеня показано в таблице 3.

Таблица 3. Водопотребление женьшеня при МДД, 1999...2001гг.

Вариант опыта	Расход влаги из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Водопотребление, м ³ /га	Урожайность **, т/га	Коэф водог
1	2	3	4	5	6	
1999 год						
I	1362	251	-	1613	1,75	922
II	1105	251	47	1403	3,12	450
III	1391	251	-	1642	2,38	690
IV	1125	251	47	1423	6,42	222
V	1498	251	-	1749	3,72	470
VI	1171	251	47	1469	8,53	172
2000 год						
I	1405	311	-	1716	2,28	753
II	1211	311	23	1545	4,57	338
III	1508	311	-	1819	3,56	511
IV	1215	311	23	1549	9,11	170
V	1621	311	-	1932	5,14	376

* Включая противозаморозковые поливы

** При расчете водопотребления за 1999 и 2000 гг. используется урожайность надземной и подземной части растений, а за 2001 г. – только масса корней.

VI	1309	311	23	1643	16,9	97
1	2	3	4	5	6	
2001 год						
I	1447	238	-	1685	3,51	480
II	1302	238	38	1578	5,14	307
III	1409	238	-	1647	4,47	368
IV	1321	238	38	1597	12,79	125
V	1575	238	-	1813	7,52	241
VI	1385	238	38	1661	27,1	61

Таким образом, можно отметить, что получено подтверждение правильности принятой гипотезы выращивания женьшеня под покровом козлятника восточного как садоводами любителями, так и хозяйствами. Закономерности устойчиво сохранялись на протяжении всех лет исследований.

Литература

1. Малышев А.А. Женьшень. Внедрение женьшеня в новые регионы его разведения в России, странах СНГ и Балтии (1953-1998гг). Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника. Выпуск 17.Ставрополь 1999.
2. Гегельский И.Н. Женьшень.-2-е изд.-К.: Урожай, 1992.-72 с.
3. Патент № 2177220. Способ возделывания женьшеня. Кузнецова Е.И., Силков М.В. БИ № 36, 2001г.

УДК 631.624

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

А.А. Терпигорев, к.т.н.
ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

Роль орошения в производстве сельскохозяйственной продукции является общепризнанной и с позиции современных взглядов является не только резервом повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но и его «Страховым полисом». Однако общемировой рост цен на материальные и энергетические ресурсы привели к увеличению себестоимости продукции и сокращению орошаемых площадей с использованием высоконапорной дождевальной техники. Не случайно в этих условиях производители сельскохозяйственной продукции переходят к использованию самого низкоэнергоемкого способа орошения – к поверхностному поливу. Однако отсутствие технических средств поверхностного полива вынуждает сельхозпроизводителей применять самые трудоемкие, низкоэффективные и экологически небезопасные технологии традиционного поверхностного полива, сопровождающиеся потерями ороситель-

ной воды, неравномерным распределением поливной нормы и низкой производительностью труда.

Совершенствование техники поверхностного полива в РФ за последние 25...30 лет шло по пути развития его механизации, достижения высокой равномерности увлажнения почвы по длине поливных борозд и сокращения конечных сбросов. При этом исследования ВНИИ "Радуга" были направлены на разработку принципиально новых водосберегающих технологий полива.

Технология дискретного полива предусматривает подачу воды в борозды постоянным или переменным расходом, подаваемым в борозды многократными импульсами, чередующимися продолжительными паузами. При такой технологии увлажнение почвы происходит не только в период подачи воды, но и в продолжительную паузу.

Впервые «Дискретный полив», получивший название по характеру изменения подаваемого расхода воды в борозду (по аналогии с изменением какого-либо сигнала, в данном случае, расхода поливной струи в системе автоматического регулирования) в РФ был проведен ВНПО «Радуга» (1975 г.).

Для реализации способа дискретного полива переменным расходом по бороздам длиной 200 м во ВНИИ «Радуга» разработано стационарное автоматическое шланговое устройство (АШУ). Устройство представляет собой вращающийся от гидропривода барабан с намотанным на нем гибким шлангом длиной 100 м. В его концевой части выполнены водовыпуски, открытые на пропуск заданного расхода, чередующиеся с полностью закрытыми.

При автоматическом перемещении шланга поперек поливных борозд в каждую борозду подается расход в соответствии со степенью открытия водовыпуска. Диаметры водовыпусков и их количество могут быть подобраны с максимальным приближением водоподдачи к впитывающей способности борозды. Равномерность распределения поливной нормы по длине борозд достигает 0,7...0,9, а концевой сброс не превышает 5 %.

Для конкретных условий применения АШУ разработаны его модификации, в т.ч. для полива бригадных участков (АШУ-32), мелкоконтурных участков площадью до 4 га (АШУ-4), разрабатывается его передвижной вариант (АШУ-4М) с расходом воды до 4 л/с.

Вариантом технологии дискретного полива является импульсный полив постоянным расходом путем поочередной автоматической подачи воды в два смежных поливных трубопровода. При импульсной подаче воды пробег воды до конца борозды за время чистой водоподдачи происходит в 1,5...2,0 раза быстрее, чем при непрерывной водоподдаче, при этом исключается эрозионная опасность полива.

Для реализации этой технологии импульсного полива могут быть применены разработанные АШУ, переносные комплекты дискретного полива из открытой лотковой оросительной сети (КДП-С) или низконапорных трубопроводов (КДП-К) с расходом 20...30 л/с. Разрабатывается модификация универсального переносного комплекта дискретного полива КДП-У.

Технология полива с рассредоточенной подачей расхода по длине поливных борозд представляет собой полив длинных (до 400 м) борозд постоянным расходом по коротким сквозным отрезкам (до 50 м).

Для реализации технологии рассредоточенной подачи воды в борозды ВНИИ «Радуга» на базе ДКШ-64 «Волжанка» разработаны поливные колесные трубопроводы ТКП-90 и ТКУ-100, работающие от гидрантов стационарной или разборной оросительной сети с давлением 0,15...0,25 МПа и расходом 45...50 л/ч. На них вместо дождевальных аппаратов через каждые 50 м на водопроводящем поясе установлены вращающиеся муфты с поливными шлейфами. На ТКУ-100 в отличие от ТКП-90 штатная приводная тележка может быть оснащена электродвигателем, работающим от генератора, смонтированного на тракторе ТМ-16.

Рассредоточенная подача воды в 400-метровые борозды через 50 м позволяет увеличить равномерность распределения поливной нормы до 0,8...0,9. Экономия воды по сравнению с традиционным поливом за один вегетационный полив составляет 400...900 м³/га. Равномерное увлажнение почвы способствует повышению урожайности орошаемых культур. На поливе хлопчатника она увеличилась с 2,29 т/га до 3,6 т/га, а производительность труда повышается в 4...5 раз по сравнению с традиционным поливом.

Для полива мелкоконтурных участков площадью 25...30 га разрабатываются передвижной поливной комплект ППК-25, поливной шлейфовый трубопровод ПТ-Ш с упрощенной конструкцией узла подсоединения поливных шлейфов.

Технология полива через междурядье с перераспределением расхода в нижней части поля в каждую борозду представляет собой видоизмененную технологию полива переменным расходом на норму добега, только расход уменьшают не в головной части борозды, а в её нижней третьей - четвертой части простым его разделением на две борозды. При этом в нижней части борозд увеличивается общая величина смоченных периметров, а скорость продвижения воды замедляется, равномерность распределения поливной нормы достигает 0,7...0,9, а конечной сброс не превышает 4...5 %.

Для реализации этой технологии полива могут быть использованы передвижные колесные (АПП-1) и переносные гибкие и жесткие поливные трубопроводы с регулируемым водовыпуском, а также стационарные автоматизированные поливные лотки (АПЛ) и каналы (АПК). В стенке поливных лотков или каналов на 5...10 см выше транзитного уровня воды выполняют водовыпуски в виде трубок соответствующего диаметра. По длине поливные лотки и каналы разделяют на 100-метровые секции установкой подпорных щитков или гибких перемычек. При опускании щита в пределах длины поливной секции создается подпор и вся поступающая в лоток или канал вода распределяется по водовыпускам в пределах одной секции. При длине борозд 400 м площадь полива с одной секции или позиции достигает 4 га.

Технология полива по сформированным бороздам позволяет подготовить длинные (400...600 м) борозды на высокую пропускную способность, равные скорости продвижения в них воды и исключить концевые сбросы в пери-

од доувлажнения без изменения величины подаваемых расходов. Для формирования таких борозд разработано и создано навесное технологическое оборудование ФБУ-7 к культиватору КРН-4,2. Оборудование позволяет одновременно с нарезкой борозд формировать и уплотнять пневматическими катками начальные участки борозд и нарезать их в концевой части щели для предотвращения концевых сбросов.

На поливе постоянным расходом 1,5 л/с по сформированным бороздам длиной 300...500 м с уклонами 0,004...0,006 поливные нормы 820...831 м³/га могут быть распределены с коэффициентом равномерности 0,82...0,89. При традиционном поливе с подачей равного расхода 1,5 л/с в борозду коэффициент равномерности при поливной норме 1320 м³/га не превышает 0,4...0,6. Одновременно повышается производительность труда на 48 %, за один полив экономится около 400...450 м³/га воды.

Для полива по длинным сформированным бороздам могут быть применены стационарные автоматизированные лотки и каналы (АПЛ, АПК), передвижные поливные трубопроводы, (ТПУ-300, АПС-1).

Технология комбинированных поливов по бороздам и дождеванием предусматривает выдачу поливных норм с преимуществом того или иного способа полива дифференцированно по фазам развития орошаемых культур.

При поливе свеклы первые приживочные поливы проводят по бороздам, нарезанным одновременно с севом нормами 450...500 м³/га до глубины увлажнения 30...50 см. При этом исключается образование почвенной корки, как это имеет место при дождевании, что способствует лучшей приживаемости растений. В средней фазе развития полив проводят преимущественно дождеванием до 600 м³/га, последующие - по бороздам нормами до 1000 м³/га до глубины увлажнения 1 м. Проведение комбинированных поливов по бороздам и дождеванием способствует повышению урожайности орошаемых культур на 10...15 % за счет равномерного (0,85...0,90) распределения поливной нормы при поливе по бороздам, освежительного полива надземной части растений, а также для создания благоприятного микроклимата. Такая технология полива реализуется на дождевальными машинами с фронтальным перемещением при их оснащении навесным оборудованием для поверхностного полива.

Комплект навесного оборудования КО-ДДА, включает в себя гидроуправляемые водораспределяющие устройства, устанавливаемые между дождевальными насадками и водовыпусками в поливные борозды. Управление водораспределительным устройством для полива по бороздам или дождеванием осуществляется дистанционно.

Технология полива по бороздам подготовленными животноводческими стоками наиболее полно отвечает санитарно-гигиеническим требованиям и требованиям охраны окружающей среды и позволяет проводить полив высокостебельных кормовых и технических культур с одновременным внесением питательных веществ.

Подача стоков непосредственно на почву сокращает потери на испарение и не нарушает процесса фотосинтеза и способствует повышению урожайности орошаемых культур.

Скорость впитывания стоков почвой зависит от содержания в оросительной воде сухого вещества. При содержании сухого вещества $C > 2$ % быстро образуется колюматизирующий слой критической толщины может привести к значительным сбросам уже после выдачи норм полива менее $150 \text{ м}^3/\text{га}$. Поэтому для полива по бороздам подготовленными животноводческими стоками могут быть применены поливные устройства АШУ-4 для полива переменной струей и поливные трубопроводы ТКП-90 и ТКУ-100 для рассредоточенной подачи воды в борозды.

Технология орошения садов и виноградников из перфорированных трубопроводов наиболее эффективна в применении на почвах повышенной водопроницаемости. Поливные трубопроводы диаметром 20...30 мм укладываются вдоль рядов насаждений в подготовленную борозду и рассредоточено пригружают землей с образованием подпорных перемычек.

Вода из водовыпусков поливного трубопровода одновременно и периодически подается в каждую из образуемых ячеек в объемах, не превышающих их переполнение, а подпорная перемычка предотвращает образование стока. На горизонтально спланированных участках поливные трубопроводы можно укладывать по поверхности вдоль рядов насаждений, возможна их внутрипочвенная укладка.

Автоматизация полива достигается с использованием модуля стационарной системы импульсного орошения садов (МИЛОС), который включает: установленную на опоре накопительную емкость; гидроавтоматический распределитель накопленного объема воды; распределительные и поливные трубопроводы. Подача воды в накопительную емкость осуществляется при напоре не менее 3...4 м расходом 0,1...0,4 л/с.

Гидроавтоматический распределитель обеспечивает поочередную и многократную подачу полного объема воды из накопительной емкости (65...100 л) в один из восьми распределительных трубопроводов и соединенные с ними поливные трубопроводы в течение 3...5 минут.

За каждый импульс водоподдачи на метр поливного трубопровода и его водовыпусков подается до 2 л воды. Подача такого объема воды за короткий отрезок времени позволяет применить водовыпуски диаметром 1,5...2,5 мм и тем самым снизить требования к тонкой очистке оросительной воды.

Величину поливных норм в зависимости от конкретных условий назначают по величине кратной нормам суточного водопотребления с учетом обеспечения оптимального водовоздушного режима почвы и достигают изменением величины подводимого расхода к накопительной емкости.

Разработанная методика расчета элементов техники бороздкового полива с применением новых технологий и методика гидравлического расчета поливных устройств технических средств полива обеспечивают равномерное распределение расходов по их водовыпускам без участия поливальщика.

Модульное построение оросительных систем с техникой поверхностного полива и модификации технических средств по их типоразмерам позволяют применять их при строительстве новых и реконструкции действующих высоконапорных оросительных систем, в т.ч. не только на крупных площадях, но на

мелкоконтурных участках, опытных делянках для обеспечения водного и питательного режимов почвы.

Освоение механизированных технологий поверхностного полива по бороздам пропашных сельскохозяйственных, овощных культур, многолетних трав, садов и виноградников позволяет практически исключить концевые сбросы (4...5 %), снизить потери воды на глубинные утечки, довести КИВ на поливе с 30...40 % до 70...80 %, практически приблизив его к дождеванию, где он составляет 75...80 %. При этом энергетические затраты по сравнению с высоконапорным дождеванием (ДМ «Кубань - Л»-100 %, ДМ «Фрегат» - 67 %) составляет 26,4 % - на поливе АШУ, с применением ТКП-90 и ТКУ-100 – 13,2 %, с использованием переносных поливных комплектов дискретного полива из открытой сети (КДП-С) – 0,87 %.

УДК 631. 674

СИСТЕМА ИМПУЛЬСНО-ЛОКАЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

А.А. Терпигорев, к.т.н., А.В. Грушин, С.А. Асцатрян
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Система импульсно-локального орошения сельскохозяйственных культур предназначена для внесения оросительной воды и растворённых в ней питательных элементов на поверхность почвы в зоне прикорневой системы растений в соответствии с ходом их потребления.

Система применяется для орошения овощных сельскохозяйственных культур, в т.ч. закрытого грунта, путём локальной импульсной водоподачи в прикорневую зону растений (ИЛО) и путём импульсного приземного дискретного микродождевания (КПДМ), а также для полива садов и виноградников (МИЛОС) на спланированных, малоуклонных (до 0,001) участках (табл. 1).

Источником водоснабжения системы могут быть: открытые водоисточники с использованием электробытовых насосов («Родничок», «Малыш», «Агидель» и др.), напорный трубопровод существующей или специально построенной оросительной сети.

Система имеет модульное построение. Необходимый напор и расход сети определяется технической характеристикой модуля системы импульсно-локального орошения и схемой их компоновки.

Модуль системы включает (рис.1): накопительную ёмкость, установленную с командным уровнем над полем; распределительное устройство для автоматической поочередной подачи воды из ёмкости в приёмные трубы; распределительные трубопроводы; поливные трубопроводы с микроводовыпусками.

Накопительная ёмкость представляет собой бак с крышкой. Бак имеет патрубки для ввода и слива воды и отверстие для соединения с распределительным устройством.

Распределительное устройство включает: заряжающий сифон, устройство запуска заряжающего сифона, устройство срыва вакуума в заряжающем сифо-

не, коллектор, рабочие сифоны, переключающие трубки. Схема и общий вид приведены на рисунках 2...5.

Таблица 1. Технические характеристики системы импульсно-локального орошения

Марка	Модификации			
	ИЛО-0,4А	ИЛО-0,4Б	КПДМ-0,4	МИЛОС
Тип	0,1	0,09	0,1	0,15...0,5
Водозабор	не менее 3,6	не менее 3,6	не менее 3,6	не менее 3,0
Площадь орошения, га	до 0,4	до 0,4	до 0,4	до 0,4
Рабочий напор, м	0,12	0,12	0,12	0,12
Расход воды, подводимый к накопительной ёмкости, л/с	0,056	0,056	0,056	0,056
Объём накопительного бака, м ³	не менее 0,09	не менее 0,09	не менее 0,09	не менее 0,09
Полезный объём накопительной ёмкости, м ³	8	8	8	8
Распределяемый объём воды, м ³	0,50	0,50	0,50	0,50
Количество поливных секций (сифонов)	3	3	3	3
Средний расход сифонного водовыпуска (секции), л/с	до 2,0	до 2,0	до 2,0	до 2,0
Средняя продолжительность слива (импульса), мин.	0,5	0,9	1,1	0,9
Средний объём воды подаваемый через водовыпуск за импульс, л	6	36	4,5	25...50
Расстояние между водовыпусками, м	40 10	40 25	40 25	40 25

*) при использовании стальных труб

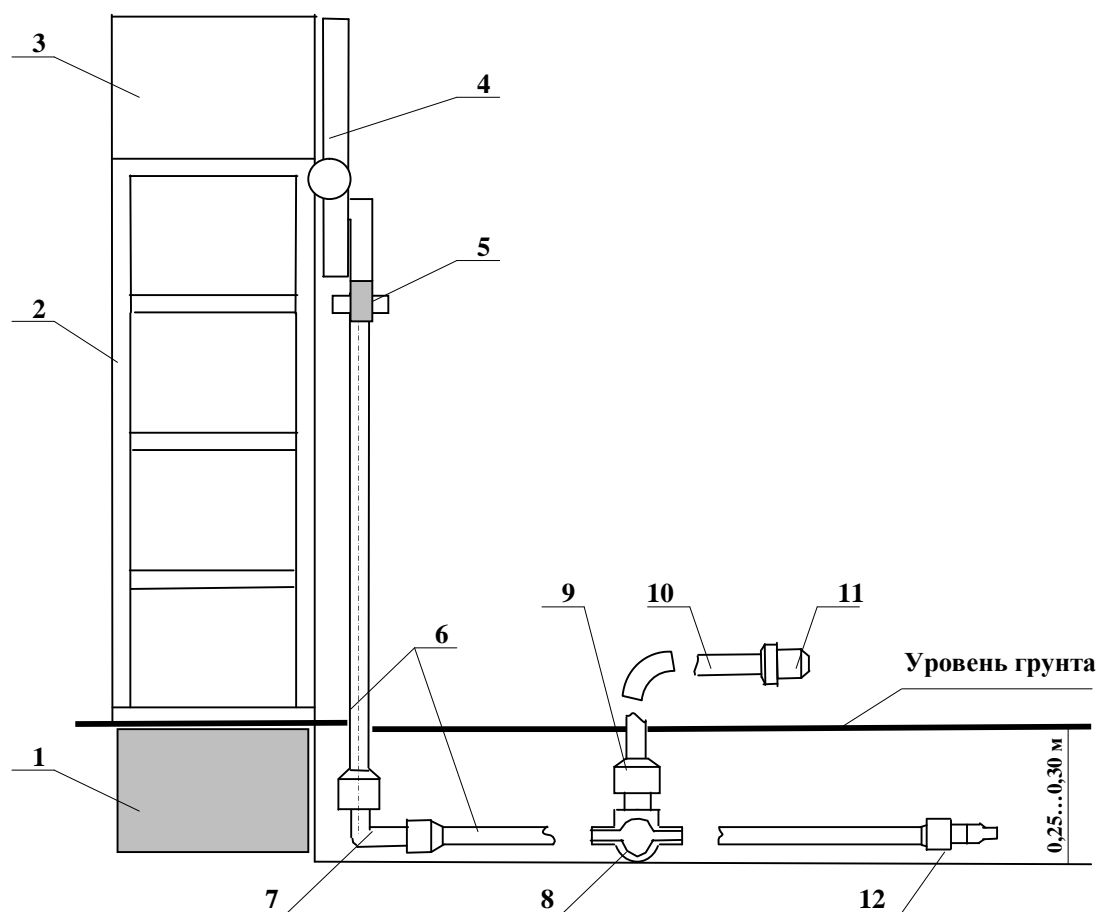


Рис.1. Принципиальная схема соединения элементов системы МИЛОС:
 1 - опорная плита; 2 - опора; 3 – накопительная ёмкость; 4 - распределитель;
 5 - муфта; 6 – распределительный трубопровод Ø 40 мм; 7 – отвод разборный
 40; 8 – седёлка с разборным отводом 40×1"; 9 – муфта переходная с резьбой
 25×1"; 10 – поливной трубопровод Ø 25...32 мм; 11 – заглушка 25...32 мм;
 12 – заглушка 40 мм

Распределительные трубопроводы выполнены из полиэтиленовых труб диаметром 40 мм и обеспечивают подачу воды в подсоединенные к ним поливные трубопроводы.

Поливные трубопроводы изготовлены из полиэтиленовых труб диаметром 25...32 мм с выполненными в их стенках микроводовыпусками диаметром 1,5...2,5 мм, ориентированными по поливному трубопроводу с обеспечением гашения вытекающих из них струек непосредственно на поливном трубопроводе за счёт их прилипания и, в зависимости от модификации могут комплектоваться калиброванными пистонами или дефлекторными насадками.

Приёмная труба, распределительный и поливные трубопроводы объединяются в поливную секцию.

Подвод воды к накопительной емкости модуля осуществляется по питающей трубе, оснащенной фильтром, расходомером, регулятором расхода жидкости и узлом ввода подготовленных растворов удобрений.

Схемы компоновки поливных модулей преимущественно определяются конфигурацией участков, их площадью и уклонами поверхности.

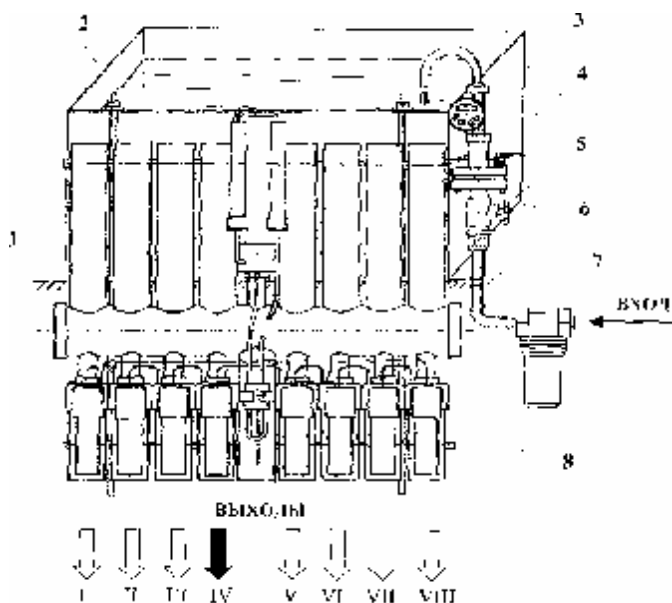


Рис.2. Общий вид головного узла системы импульсно-локального орошения

Схемы компоновки поливных модулей импульсно-локального орошения для блочных и ангарных теплиц, садов и виноградников приведены на рисунках 3, 4 и 5.

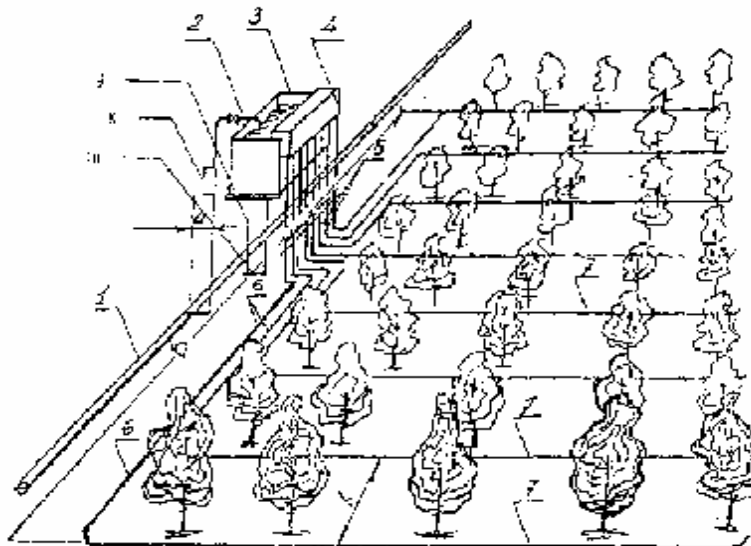


Рис. 3. Принципиальная схема МИЛОС:

- 1- подводящий трубопровод; 2- питающая труба; 3-накопительная ёмкость;
- 4-механизм импульсного водораспределения с водовыпусками; 5-приёмные трубы; 6-транспортирующие трубопроводы; 7- поливные трубопроводы;
- 8-стабилизатор расхода; 9-опора головного распределительного узла;
- 10-опорная плита

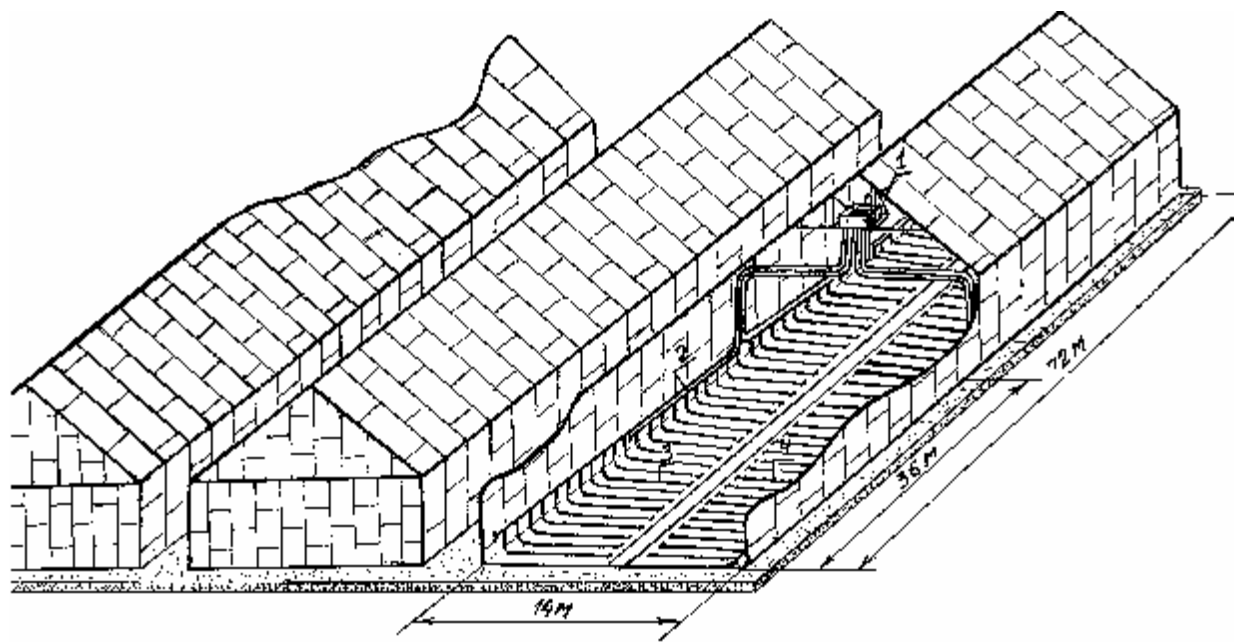


Рис. 4. Общий вид расположения КИЛО-0,4 в ангарной теплице

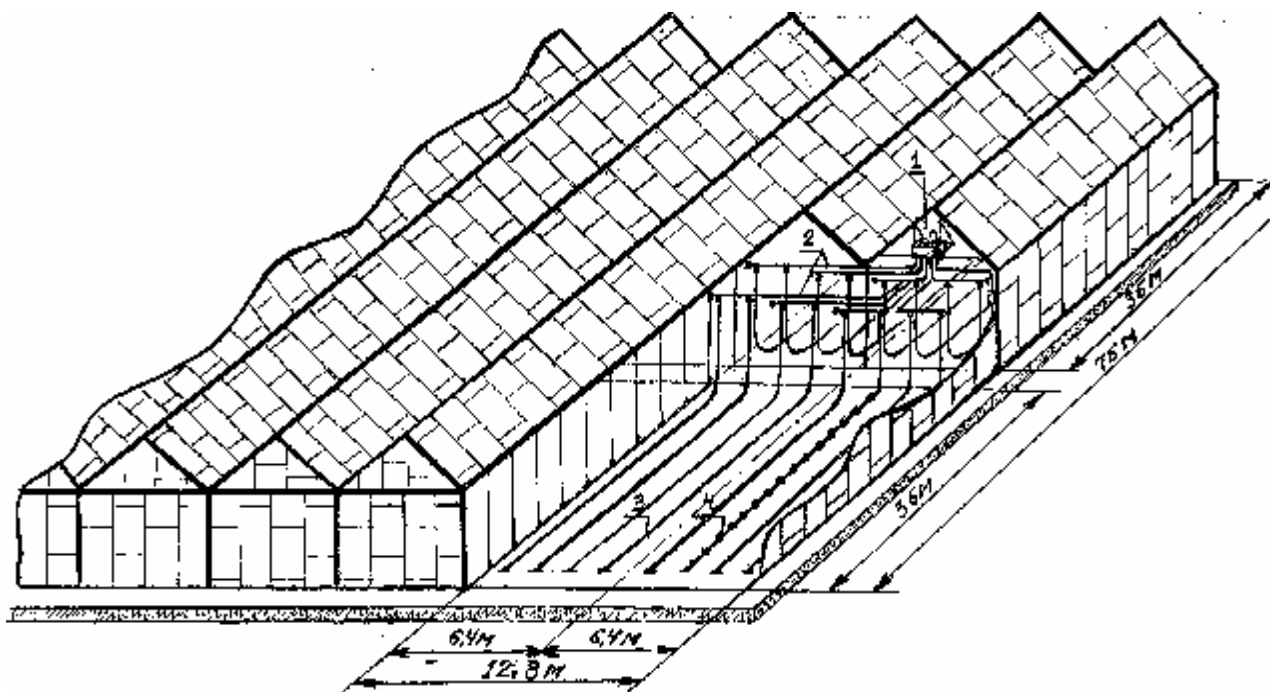


Рис. 5. Общий вид расположения КИЛО-0,4 в блочной теплице

Полив производится автоматически в циклическом режиме по секциям поливного участка с интенсивностью водоподачи близкой к водопотреблению культуры. Принцип работы модуля системы заключается в периодическом непрерывном накоплении малым расходом (до капельного) объема воды или питательного раствора в аккумулирующей ёмкости с последующей подачей его большим расходом в одну из секций поливной сети. Накапливаемый объем воды последовательно, в циклическом режиме, автоматически подается на поливные секции, чередуя кратковременный выплеск с продолжительной паузой.

Импульсная водоподача с очень малой интенсивностью, близкой к водопотреблению растений, создает наиболее благоприятный для растений водный режим орошаемого поля. Способ аккумулирования малых расходов позволил снизить энергозатраты на водоподачу в 5-6 раз. Система способна работать при подводимых напорах в 3,5-4 м. Узел водооборота системы не требует дополнительных энергозатрат, так как не имеет ни одной движущейся детали. Система отличается простотой конструкции, эксплуатационной надёжностью и обеспечивает водопочвосберегающую, экологически безопасную технологию полива сельскохозяйственных культур и отвечает современным требованиям к дождевальным машинам и энергоёмкости полива. Сравнительные данные по лучшим отечественным и зарубежным аналогам приведены в таблице 2.

Основные элементы и узлы модуля импульсно-локального орошения обладают новизной и защищены авторскими свидетельствами на изобретения №№ 68716 и 844671 и патентами на изобретения №№ 2127833, 2183821 и 2108548.

Модули системы импульсно-локального орошения прошли государственные приёмочные испытания на Владимирской государственной машиноиспытательной станции:

- комплект оборудования импульсно-локального орошения (протокол приёмочных испытаний № 03-46-96 (1180062) от 29 октября 1996 года);
- комплект оборудования приземного дискретного микродождевания КПДМ-0,4 (протокол приёмочных испытаний № 03-36-02 (1180022) от 26 ноября 2002 года);
- комплект оборудования импульсно-локального орошения КИЛО-0,4 Б (протокол приёмочных испытаний находится в МИС на стадии оформления – 2003 год).

Система импульсно-локального орошения прошла производственную апробацию на общей площади 12,5 га:

- в АОЗТ «Матвеевское» Одинцовского района Московской области на площади 10 га зимних теплиц;
- в ОПК «Непецино» Коломенского района Московской области на площади 1 га зимних теплиц;
- на Госплемзаводе «Верхнемуллинский» г. Перми на площади 0,1 га зимних блочных теплиц;
- колхоза «Победа» Коломенского района Московской области на площади 0,1 га зимних блочных теплиц;
- в ЭПХ ВНПО «Радуга» на площади 0,2 га зимних теплиц;

Таблица 2. Сравнительные данные по лучшим отечественным и зарубежным аналогам

Наименование показателя	Ед. изм.	Система импульсно-локального орошения (ВНИИ «Радуга»)	Система орошения типа «Рона и Лангедок» (Франция)	Система капельного орошения ОАО «ОРТЕХ» (Волгоград)
Назначение	-	мелкоконтурные участки, террасы с уклонами до 0,001, ангарные и блочные теплицы	орошаемые участки и массивы с кронами до 0,002	орошаемые массивы с уклонами до 0,0025*)
Способ полива	-	мелкоструйчатый	мелкоструйчатый	капельное
Способ водоподдачи	-	импульсный	импульсный	непрерывный
Система очистки воды	-	сетчатый фильтр	сетчатый фильтр	гидроциклон ГЦ-150Ф, фильтр (ФОГ-08-0,37)
Подводимый расход	л/с	до 0,4	до 1	2...4
Давление на входе в систему	МПа	0,025...0,036	0,08...0,012	0,25...0,30
Тип поливных трубопроводов	-	ПНД 25	полимерная труба, диаметр 25	полимерный рукав (лента) T-Tape TSX; или Eurodrip EOLOS
Тип водовыпусков	-	отверстия в стенке с автоматическим гашением струи	отверстия в стенке с гасителями	капельница (эмиттер)
Диаметры водовыпускных отверстий	мм	1,5...2,5	1,2...2,1	-
Расстояние между водовыпусками	м	0,6...0,9	3,5...6,6	0,5
Средний расход водовыпуска	л/ч	до 40	7,2...14,4	1*)
Интенсивность распределяемого расхода на 1 метр поливного трубопровода	л/ч .м	0,19	0,21	2,0
Тип запорных органов	-	сифон	клапан	вентиль
Система управления водоподдачей	-	гидравлическая, автономная	гидравлическая (электрогидравлическая), дистанционная от датчика	ручная

- КСП «Жегалово» Щелковского района Московской области на площади 0,5 га зимних блочных теплиц;
- на селекционном участке косточкового сада ВСТИСП на площади 0,3 га;
- в крестьянско-фермерском хозяйстве «Лежбер» Лиманского района Астраханской области на площади 0,3 га виноградника первого года.

УДК 631. 674

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МИКРООРОШЕНИЯ

М.Ю.Храбров, к.т.н.

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Капельное орошение – способ орошения, при котором увлажнение почвы осуществляется в зоне максимального развития корневой системы растений, что обеспечивает ее хорошую аэрацию. При этом способе вода равномерно падающими каплями подается непрерывно к каждому растению на протяжении всего вегетационного периода в количестве, соответствующем водопотреблению данной культуры.

Капельное орошение по сравнению с другими способами орошения имеет ряд преимуществ: экономное расходование воды (в 1,5-2 раза меньше) и повышение урожайности культур на 20-50%. Однако ввиду высокой стоимости системы капельного орошения применяют при возделывании высокорентабельных многолетних насаждений (сады, виноградники, ягодники) и ограниченных водных ресурсах.

Основными элементами систем капельного орошения являются водозаборные сооружения, насосные станции, узел приготовления удобрений, оросительная сеть, линии связи, система автоматизации, лесополосы, дороги. Оросительная сеть состоит из магистрального трубопровода, сети распределительных, участковых и поливных трубопроводов тупикового типа с арматурой и капельницами.

Капельница – специальное устройство, представляющее собой водовыпуск для увлажнения определенной поверхности почвы.

Показатели работы капельниц определяют работоспособность всей системы. Основные требования к капельницам: неизменность расходных характеристик на протяжении срока эксплуатации; независимость расхода воды от места расположения капельницы на трубопроводе, колебаний напора в сети и температуры окружающей среды; простота очистки капельниц без остановки работы системы; достаточно низкая стоимость изготовления; возможность устройства нескольких водовыпусков от одной капельницы.

Капельницы выполняются непрерывного и порционного действия с автоматическим режимом промывки. Расстояния между капельницами на поливных трубопроводах определяются в соответствии с впитывающей способностью корнеобитаемого слоя почвы и водопотреблением растений.

Режим работы капельницы, в том числе время работы в течение суток, задается агротехническими требованиями и осуществляется автоматически при помощи датчиков влажности с пульта управления системы.

Капельницы изготавливаются из полиэтилена, пропилена, поливинилхлорида на расходы воды от 1 до 15 л/ч. Для исключения закупорки капельниц корнями растений, а также замены вышедших из строя капельниц их обычно помещают на поверхности почвы.

Наиболее характерными конструкциями капельниц являются короткоходовые, длинноходовые, короткосопловые, вихревые, с компенсатором давления, самопромывающиеся, перфорированные, однокамерные и двухкамерные трубки, пористые трубки и др. Все эти конструкции могут быть объединены в две группы: точечные и линейные. Точечные капельницы устанавливаются на поливном трубопроводе на определенном расстоянии, в соответствии со схемой посадки растений или деревьев. Линейные капельные трубопроводы распределяют воду равномерно по всей своей длине. Точечные используются для орошения древесных культур, виноградников, декоративных насаждений и кустарников, линейные капельницы - для небольших фруктовых деревьев и овощных культур. Наилучшим способом изготовления точечных капельниц является экструзия и литье, линейных - использование многослойной обмотки и лазерной техники. Имеются также капельницы смешанного типа.

Наиболее простые капельницы выполнены из капиллярных трубок диаметром 0,6...1,0 мм. Широко применяются также устройства с лабиринтными каналами - длинными при ламинарном режиме и короткими при турбулентном режиме истечения. Вместо капельниц иногда применяют микропористые увлажнители (диаметром 6 – 10 мм), укладываемые в почву на глубину 7 – 50 см при расстоянии между ними 60 – 240 см. Вода из них под давлением просачивается через поры диаметром 1 – 2 микрона и увлажняет почву (число пор до 3000 на 1 погонный метр).

Во ВНИИГиМ разработана низконапорная система капельного орошения склоновых земель. Отличительной особенностью низконапорной системы является расположение поливных трубопроводов с положительным уклоном и эксплуатация их в самотечном, безнапорном режиме со скоростью воды, исключая отложение взвешенных наносов. Такое устройство поливных трубопроводов позволяет равномерно распределить поливную воду между растениями через простые нерегулируемые микроводовыпуски, имеющие относительно большие водовыпускные отверстия (рис. 1).

Самотечный безнапорный трубопровод для капельного орошения выполняется из полимерных труб с наружным диаметром 20 мм. Безнапорный режим работы трубопровода обеспечивается подбором его диаметра для строго дозированного расхода воды и уклона его укладки. Дозировка водоподачи осуществляется за счет установки в голове поливного трубопровода регулятора расхода. Безнапорный поливной трубопровод подвешивается к первой шпалерной проволоке. Поэтому необходимыми условиями применения такого типа трубопроводов является установка шпалер. Микроводовыпуски из безнапорного по-

ливного трубопровода выполнены в виде подвесных низконапорных емкостей с водовыпускными отверстиями в донной части.

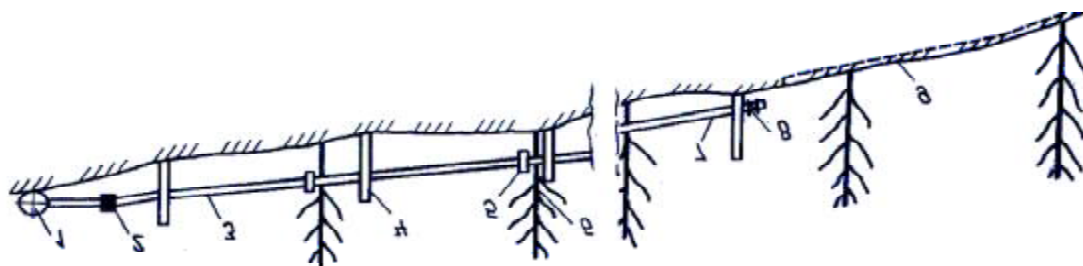


Рис. 1. Низконапорная оросительная сеть для полива склоновых земель по а.с. №1304785:

1-подводящий трубопровод; 2-регулятор расхода; 3-поливной трубопровод; 4-шпалерные столбы; 5-водовыпуск; 6-растение; 7-концевая часть поливного трубопровода; 8-перепускной вентиль; 9-короткая борозда

Стабильность водоподачи из них поддерживается постоянством напора над водовыпускным отверстием. Микроводовыпуски подключаются к трубопроводу при помощи продольной щели и сквозного поперечного отверстия, равного наружному диаметру трубопровода. Поливной трубопровод в местах подключения капельниц имеет в донной части водовыпускное, а в верхней - воздушное отверстия. Поливные трубопроводы подвешиваются к шпалерной проволоке на высоте 50...70 см. Для их подвески на боковых стенках водовыпусков предусмотрены специальные щели для введения проволоки. Водовыпуски, благодаря разрезу в верхней части, одевают как хомут на трубопровод, после чего ее сдвигают и закрепляют зажимным колпачком.

Подвеска трубопровода производится к шпалерной проволоке в местах водовыпусков и при необходимости между ними, с таким расчетом, чтобы расстояние между креплениями не превышало двух метров. При поливе вода поступает из напорного участкового трубопровода в поливной через регулятор расхода, где происходит гашение напора и дозирование водоподачи. Далее вода движется по уклону в трубопроводе в безнапорном режиме, заполняя по пути микроводовыпуски. Под напором 6...9 см вода поступает в почву через водовыпускные отверстия капельниц. Технологический сброс оросительной воды поступает в безнапорный водосборно-сбросной трубопровод и идет для полива нижележащих участков.

Для орошения многолетних садовых культур и виноградников на склоновых землях разработана оросительная сеть для полива склоновых земель (патент РФ №2215405). Конструкция оросительной сети позволяет создавать оптимальный режим орошения с учетом конкретных условий орошаемого участка – качества оросительной воды, рекомендованных поливных норм, воднофизических свойств почвы. Конструкция оросительной сети отличается простотой в монтаже, эксплуатации и высокой надежностью, поскольку практически

не имеет соединений. Благодаря безнапорному движению воды в трубопроводах не требуется больших энергозатрат.

Оросительная сеть для полива склоновых земель (рис. 2) включает распределительный трубопровод (РТ), гибкие поливные трубопроводы (ПТ), подключенные к (РТ) через регуляторы расхода и заканчивающиеся перепускными устройствами. В (ПТ) через заданный интервал по их длине выполнены воздуховыпускные и калиброванные (для капельного орошения) водовыпускные отверстия. Возле отверстий установлены фиксаторы (Ф). (ПТ) с помощью (Ф) подвешены между двумя линейными элементами (ЛЭ), размещенными между вертикальными опорами друг над другом в вертикальной плоскости с возможностью регулирования расстояния между ними и от поверхности почвы. При этом (Ф) у воздуховыпускных отверстий крепятся к верхнему (ЛЭ), а (Ф) у водовыпускных отверстий крепятся к нижнему (ЛЭ). Таким образом гибкий (ПТ) размещают между (ЛЭ) в виде синусоиды, нижние точки которой располагают над зоной распределения корневой системы орошаемых растений.

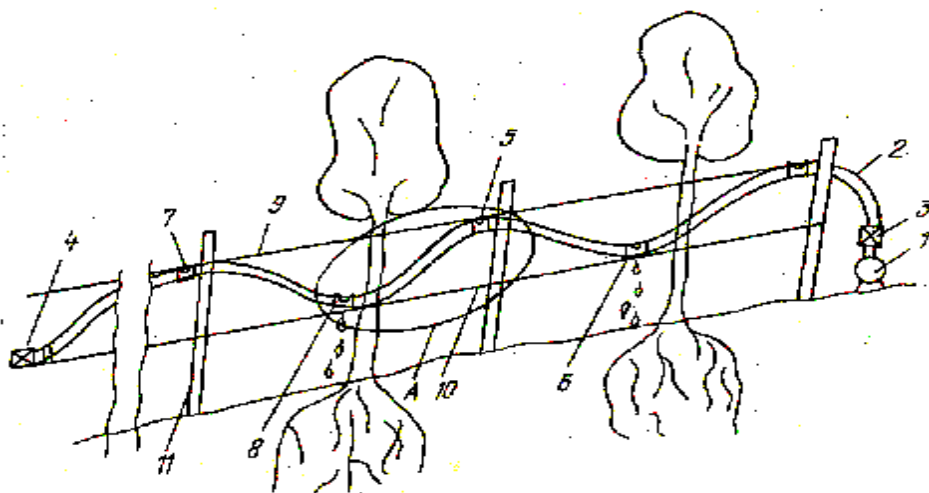


Рис. 2. Оросительная сеть для полива склоновых земель:

1-распределительный трубопровод; 2-гибкие поливные трубопроводы; 3-регулятор расхода; 4-перепускные устройства; 5-воздуховыпускные отверстия; 6-водовыпускные отверстия; 7-8-фиксаторы; 9-верхний линейный элемент; 10-нижний линейный элемент; 11-вертикальные опоры

Для полива овощных культур в закрытом грунте создана низконапорная капельница, снабженная группой водовыпускных патрубков (патент №2075287). Данное устройство (рис. 3) обеспечивает подачу воды к разноудаленным от корпуса устройства точкам полива с индивидуальной регулировкой расхода каждого водовыпуска в соответствии с потребностью растения. При установке капельницы на трубопроводе определяют требуемый режим работы. При поливе овощных культур капельницу настраивают на подачу к растениям одинакового расхода и компенсацию дополнительных потерь, создаваемых более длинными трубками. Настройка капельницы производится в соответствии с тарировочным графиком, отражающим зависимости расхода от напора. Уста-

новка патрубка производится по миллиметровым делениям, нанесенным на поверхности патрубков. Для подачи одинакового расхода длинные патрубки устанавливаются ниже, чем короткие. Короткие трубки устанавливаются у более близких растений, а длинные у дальних. После настройки водовыпусков в систему подают воду, которая из трубопровода поступает в корпус капельницы и вытекает через отверстие к растению, которое расположено непосредственно у капельницы, а по трубкам вода поступает к удаленным от капельницы растениям. Разный напор над отверстиями обеспечивает подачу одинакового расхода.

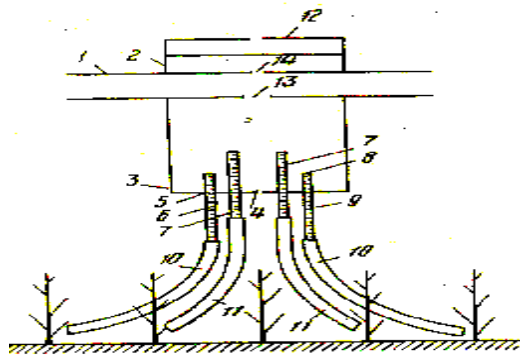


Рис. 3. Низконапорная капельница (пат. №2075287):

1-поливной трубопровод; 2-корпус; 3-дно капельницы; 4-калиброванное отверстие; 5- отверстие в дне капельницы; 6,7,8,9-градуированные патрубки; 10-гибкие патрубки; 11-растения; 12-крышка капельницы; 13-водовыпускное отверстие в поливном трубопроводе; 14- воздушное отверстие в поливном трубопроводе

Для орошения многолетних насаждений разработана низконапорная капельница (патент РФ №2220561), которая состоит из корпуса, установленного на подвешенном на проволоке трубопроводе (рис.4). К проволоке с помощью шарнирных подвесок с механизмом регулирования подвешен раздвижной конус с гофрами. Гофрированный раздвижной конус выполнен светонепроницаемым из полимерной пленки или фольги. Внутри конуса установлено подвижное кольцо-фиксатор. Вершина конуса направлена к выполненному в нижней части корпуса отверстию. При помощи кольца-фиксатора, раздвигая конус, обеспечивают регулирование диаметра орошаемой зоны в соответствии с распространением корней растения.

Низконапорная капельница значительно проще конструктивно, что повышает её надежность, ремонтпригодность и эффективность при орошении многолетних насаждений.

Система микродождевания включает те же элементы, что и система капельного орошения. Тип распылителя, подача через него расхода воды и площадь увлажнения почвы определяются исходя из требуемой доли увлажнения. Содержание взвесей в воде для роторных распылителей с радиусом действия более 1 м ограничивается 1 г/л, для центробежно-винтовых с радиусом дейст-

вия менее 1 м - не более 500 мг/л. Максимально допустимая крупность взвешенных частиц для первых - 1 мм, для вторых - 0,5 мм. Минерализация поливной воды не должна превышать 2 г/л. При внесении в поливную воду химмелиорантов необходимо, чтобы взвешенные частицы не растворившихся или частично растворившихся химикатов не превышали по размерам 500 мкм. Преимуществом конструкции микрождевателя перед капельницей является больший диаметр водовыпускного отверстия и, как следствие, меньшая их засоряемость, а также большая площадь увлажнения, что позволяет уменьшить количество водовыпусков на 1 гектар.

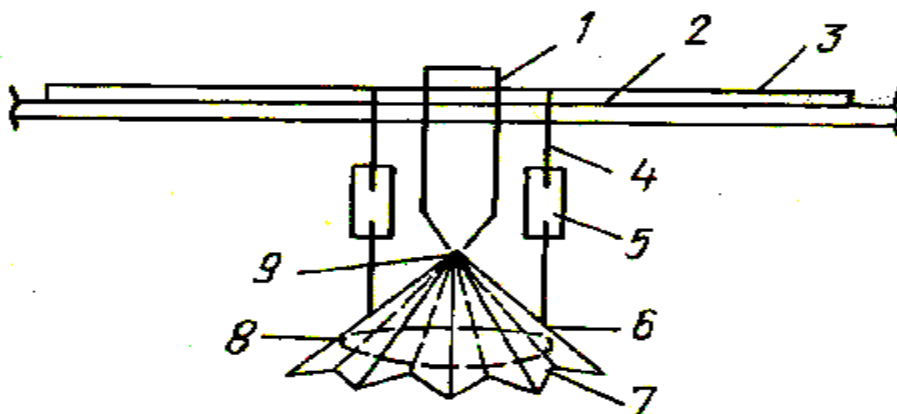


Рис. 4. Низконапорная капельница (пат. №2220561):

1-корпус; 2-трубопровод; 3-шпалерная проволока; 4-шарнирная подвеска; 5-регулятор; 6-гофрированный раздвижной конус; 7-гофры; 8-подвижное кольцо-фиксатор; 9-калиброванное отверстие

Основными недостатками микронасадок является то, что при колебаниях напора в сети более двух метров ухудшается (более чем на 10 %) равномерность раздачи воды. Неравномерность распределения воды по площади полива увеличивается при перекручивании поливного трубопровода от температурного воздействия. Для исключения этого явления нами предложена конструкция микрождевателя, благодаря которой положение выходного отверстия стабилизируется в вертикальной плоскости (а.с.№1568945). Микрождеватель выполнен в виде полой камеры с внутренним вкладышем, свободно перемещающимся в камере под действием силы тяжести. Сопло, установленное на вкладыше, постоянно находится в вертикальном положении. Система микрождевания может быть применена для полива сельскохозяйственных культур на почвах любой водопроницаемости.

Для получения наиболее эффективного почвоувлажнительного эффекта в сочетании с улучшением микроклимата нами разработано устройство для комбинированного микроорошения (пат. №2129775). Это устройство (рис.5) позволяет переключать подачу воды в разные водовыпускные отверстия (для капельного орошения или для микрождевания) посредством кратковременного повышения давления в оросительной сети.

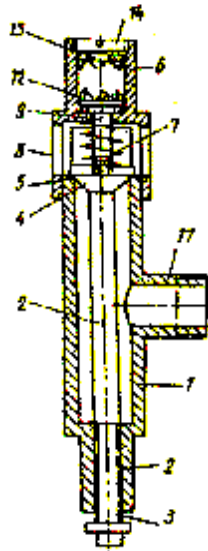


Рис. 5. Устройство для комбинированного микроорошения: 1 – корпус; 2 – шток; 3 – спиральный канал; 4 – конусный клапан; 5 – седло; 6 – корпус механизма фиксации; 7 – пружина; 8 – окно; 9 – стержень; 10 – диск; 11 – зубчатый венец; 12 – пазы; 13 – диск; 14 крышка; 15 – направляющие выступы; 16 – эластичный клапан; 17 - патрубок

Система мелкодисперсного дождевания

Стационарная система мелкодисперсного дождевания состоит из тех же элементов, что и микродождевания, за исключением конструкции водовыпусков, которые выполняются в виде мелкодисперсных распылителей воды, установленных на высоких стойках над поверхностью растительной массы или внутри кроны деревьев. Спектр диаметра капель воды, оседающих на листовом покрове, находится в пределах от 100 до 800 мкм. Средний объемно-поверхностный диаметр капель - 300...500 мкм. Поливная норма при проведении мелкодисперсного дождевания изменяется в пределах от 400 до 1200 л/га. Системы управления мелкодисперсным дождеванием обеспечивают возможность регулирования межполивного интервала в пределах от 0,5 до 2 час. Улучшение параметров микро- и фитоклимата, а также экономия оросительной воды достигается при использовании стационарной дождевальной установки для мелкодисперсного увлажнения листовой поверхности садовых культур (а.с. №1667740). Она позволяет уменьшить ожоги листовой поверхности и более экономно расходовать оросительную воду за счет увлажнения только ограниченного объема воздуха. Дождевальная установка мелкодисперсного дождевания состоит из подводящего трубопровода, мачты с основанием и установленными на мачте кольцевыми трубопроводами с распылителями. Распылители для дождевальной установки могут быть выполнены в виде щелевой насадки (пат. №2069106) с основными и дополнительными щелями (рис.б.), за счет которых увлажняется весь объем воздуха внутри кроны дерева.

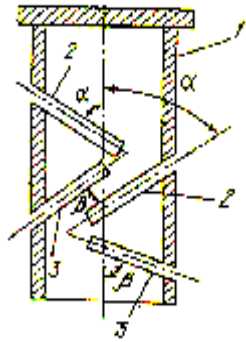


Рис.6. Щелевая насадка:
1-корпус, 2- основные щели, 3-дополнительные щели

Проектирование систем микроорошения выполняется с учетом климатических, почвенных, геологических и гидрогеологических, биологических, хозяйственных, водохозяйственных, экологических, экономических условий на ландшафтной основе. Для каждой природно-хозяйственной зоны применяется наиболее адаптированная к ландшафтным особенностям прогрессивная техника полива, в том числе предусматривающая возможность сочетания различных способов орошения путем создания систем, позволяющих работать в различных режимах.

Выбор варианта конструкции внутрихозяйственной оросительной сети основывается показателями экономии материальных и энергетических ресурсов с использованием как новых, так и известных материалов.

Разработанные новые технические устройства обеспечивают реализацию их для орошения сельскохозяйственных культур в разных почвенно-климатических, рельефных и хозяйственных условиях.

Литература

1. А.с. (СССР) №1667740. Дождевальная установка (в соавт.) БИ.1991. №29.
2. Патент РФ № 2075287. Низконапорная капельница (в соавт.). БИ. 1997.№8.
3. Патент РФ № 2069106. Щелевая насадка (в соавт.). БИ. 1996. №32.
4. Патент РФ №2129775. Устройство для комбинированного микроорошения. (в соавт.) 1999. БИ №13.
5. Патент РФ №2215405. Оросительная сеть для полива склоновых земель. (в соавт.) 2001. БИ №31.
6. Патент РФ №2220561. Низконапорная капельница (в соавт.) 2001. БИ №1.

УДК 631.6

СМОЛЕНСКИЙ ФИЛИАЛ ВНИИГиМ

В.А.Шаманаев, д.с.-х.н.

Смоленский СХИ, Смоленск, Россия

Смоленский филиал ВНИИГиМ им.А.Н. Костякова (СФ) образован в 1975 г., постановлением ГКНТ при СМ СССР № 66 от 03.12.1974г. «Об образовании Смоленского филиала ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова» и приказом ВНИИГиМ № 121от 26.02.1975г. «Об организации Смоленского филиала ВНИИГиМ» на базе Смоленской ЗОМС, которая существовала с 1966 г. (Постановление СМ СССР № 954 от 19.12.1966г. «Об образовании Смолен-

ской зональной опытно-мелиоративной станции (ЗОМС) в составе ВНИИГиМ им.А.Н.Костякова»). Директором филиала был назначен Н.К.Кашлев, бывший до этого директором Смоленской ЗОМС.

В создании Смоленской ЗОМС и СФ ВНИИГиМ, в организации опытных стационаров и лабораторий, в научных исследованиях и их внедрении активное участие в разное время принимали заместители директора по научной работе Маймусов Д.Ф., Новиков В.П., руководители лабораторий Лысенко А.П., Шаманаев В.А., Шкаликов В.А., Махотин Б.А., научные сотрудники Ковалевский П.Г., Ларченков Б.М., Новиков А.Н., Романович А.С., Вепренцева В.И., Грачева Л.Н., Яночкина Н.А., Лапина В.В., Ильиных Н.И., Стариков Х.Н., Марчук Р.Н., Бублик В.М., Назаров Ц.А., Хальненков М.И., Зенков В.П., Грищенко В.В., Шельмаков В.И., Новиков М.Ф., Шанин М.Е., Алексеенков В.Е., Коок В.А. (директор СФ с 1982г.). Калужским опорным пунктом руководили Лунев Л.Г., Преображенский А.Б. Последним (третьим) директором филиала (1989-1993 гг.) был Барашков В.И.

Большую работу по организации и становлению Смоленской ЗОМС провели директор ВНИИГиМ Коваленко И.И., его сотрудники Русинов И.Ф., Смирнов А.В., академики Аверьянов С.Ф., Маслов Б.С.

Основные задачи и направления деятельности СФ ВНИИГиМ - осуществлять разработку научных основ и прогнозов развития мелиорации земель и водохозяйственного строительства в Юго-Западной части Нечерноземной зоны РСФСР (Смоленская, Калужская, Орловская, Брянская области): режимов осушения почв и режимов увлажнения сельскохозяйственных культур на осушаемых минеральных и торфяных почвах, способов осушения тяжелых почв и пойменных земель, мелиорации природных и сеяных кормовых угодий, конструкций технически совершенных осушительно-увлажнительных систем, технологий первичного окультуривания почв и культуртехнических работ, способов повышения эффективности сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, экономической оценки и прогнозов развития мелиорации в зоне исследований, природоохранных и агро-мелиоративных мероприятий, способов комплексного регулирования водно-воздушного, теплового, пищевого режимов осушаемых минеральных и торфяных почв, приемов ускоренного освоения мелиорируемых земель, районирования Нечерноземной зоны РСФСР по режимам осушения и увлажнения.

Смоленским филиалом ВНИИГиМ изучалась эффективность осушительных мелиораций на опытно-производственных участках (площадь 110 га), охватывающих бассейны Волги (р. Ока, Вазуза), Западной Двины (р.Каспля, Жереспя, Удра) и Днепра. Осушительные системы располагались на почвах, требующих мелиорации и занимающих основной удельный вес в мелиоративном фонде региона (дерново-подзолистые заболоченные, болотно-подзолистые, болотные и др.). Конструкции экспериментальных осушительных систем и их параметры включали наиболее распространенные способы и методы осушения. Так, построенный в 1988 г. опытный участок в совхозе «Искра» Сафоновского района на типичных для Смоленской области лессовидных (покровных) почвообразующих породах с низким коэффициентом фильтрации ($K_f < 0,1$ м/сутки) включал 27 опытных систем пластмассового траншейного, узкотраншейного и бестраншейного дренажа с различными параметрами, агро-мелиора-

тивными обработками и фильтрующими материалами в качестве засыпок и присыпок (ПГС, щепа, шлак, опилки).

В тематическом плане филиала от 53 до 83 % в разные годы составляли темы, утвержденные ГКНТ СМ СССР, остальная тематика отраслевая по заданию Минводхоза СССР и хоздоговорная.

Многие научные исследования впервые для Центрального района РФ проводились в Смоленском филиале. К ним относятся разработка технологии строительства осушительных систем в зимних условиях, технологии планировки и выравнивания микрорельефа на осушенных землях, способов и режимов осушения тяжелых почв с применением глубокого рыхления и химмелиорантов (мела, извести и др.), методов прогнозирования урожайности на осушаемых почвах, комплексное регулирование факторов жизни растений на торфяных почвах (почвенных режимов), влияние крупных мелиоративных систем на водный режим и продуктивность прилегающих территорий (по плану СЭВ).

В последние годы (1990 -1992гг.) основное внимание уделялось исследованиям рациональных схем осушения слабоводопроницаемых почвогрунтов, систем земледелия на осушаемых почвах, режима использования осушительных систем в процессе ремонтно-восстановительных работ, технологии определения каменистости грунтов безраскопным методом, сбора и удаления камней в зоне осушения, совершенствования конструкции закрытой "регулирующей сети в слабоводопроницаемых почвогрунтах с применением промышленных фильтрующих элементов и глубокого рыхления, формирования моделей прогноза водного режима почв для автоматизированной системы управления водным режимом осушаемых земель, обеспечивающих высокий уровень почвенного плодородия, нормативов урожайности и прибавки урожая от осушения, определения эффективности систем обработки осушаемых минеральных почв, рациональной системы удобрений с-х культур на осушаемых минеральных и торфяных почвах, почвенному и агрохимическому обследованию осушаемых почв, созданию рациональных систем использования кормовых угодий на мелиорируемых землях в хозяйствах Смоленской, Орловской и других областей юго-запада Нечерноземной зоны РСФСР.

Для повышения качества и глубины исследований в СФ постоянно практиковалась совместная работа 2-4 лабораторий. Кроме того, научно- методическое руководство по многим темам постоянно осуществляли ведущие ученые ВНИИГиМ и других НИУ. На протяжении всего периода деятельности Смоленского филиала большое внимание организации НИР уделял академик РАСХН Маслов Б.С. В филиале проводили исследования сотрудники ВНИИГиМ Черненко В.Я., Станкевич В.С., Панов Е.П., Митин В.Ф., Попов Л.Г, Михалева А.Е. и др. Смоленский филиал тесно сотрудничал с Сев-НИИГиМ, БелНИИМиВХ, ВНИИМЗ, ВИУА и другими НИУ Минводхоза и Минсельхоза РСФСР и СССР.

Квалифицированные кадры, хорошая опытная база (стационары, лаборатории, ОПХ, наличие мелиоративной и сельскохозяйственной техники), актуальная тематика и её комплексное изучение позволяли внедрять проводимые исследования в сельскохозяйственное производство и мелиоративное строительство уже на стадии завершения (после производственной проверки).

Результаты НИР Смоленского филиала широко использовались организациями Главнечерноземелиоводхоза, Смоленскмелиорации, Калугамелиорации, Смоленского АПК, хозяйствами Смоленской и Орловской областей.

Материалы исследований широко освещались в центральных и региональных журналах, местной периодической печати, сборниках ВНИИГиМ и СФ, в листках ЦНТИ, докладывались на конференциях, съездах, семинарах, совещаниях. Так, уже через год после образования опубликовано 10 статей в Смоленской областной газете «Рабочий путь», 44 статьи в различных научных изданиях, выпущен первый сборник научных трудов «Мелиорация земель юго-запада Нечерноземной зоны РСФСР».

Численность и структура филиала изменялись в зависимости от выполняемой тематики, которая корректировалась по мере необходимости каждые 3-5 лет или ежегодно. Так, в 1978-1986 гг. исследовали влияние подтопления, построенной в 1968-1977гг., Вазузской гидротехнической системы на состояние естественной и культурной растительности, плодородие почв (водно-воздушного, питательного режимов), возможности и способы использования земельных угодий в разных поясах подтопления. С этой целью в СФ в эти годы функционировала лаборатория Вазузской ГТС (руководитель Стариков Х.Н.). В 1976 г. организован Калужский опорный пункт (на базе Перемышльской мелиоративной системы в пойме р. Оки), в 1986 г. Орловский опорный пункт (г. Орел), в 1987г. - лаборатория специсследований (радиологии) для наблюдений в зоне Смоленской АЭС.

В 1987 г. в структуре филиала действовало 7 лабораторий и 2 сектора. С 1988 г. в связи с переводом прикладной сельскохозяйственной науки на самоокупаемость большинство лабораторий преобразовано в сектора с уменьшением числа сотрудников и объема работ. В 1990г. в филиале работало 86 человек (1981г. - 140), в т.ч. 25 научных сотрудников, из них 8 руководителей, 3 ведущих, 5 старших, 4 научных, 5 младших научных сотрудников (кандидатов наук 13). К 1992 г. осталось только 49 сотрудников, из них 33 выполняли НИР.

В 1993г. на базе Смоленского филиала, а также филиалов ВИУА им. Д.Н.Прянишникова, ВИЖа, ВНИИЭСХа, областной сельскохозяйственной опытной станции им. А.Н. Энгельгардта, станции по многолетним травам и кормовым корнеплодам образован НИИ сельского хозяйства Смоленской области. Филиал вошел в него сектором гидротехники и мелиорации в составе 6 человек.

УДК:631.413

ОБОСНОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА БУРЫХ ПОЛУПУСТЫННЫХ ПОЧВ КАЛМЫКИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ SWAP

В.М. Яшин, к.т.н., В.Г. Белослудцева

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия;

Э.Б. Дедова, к.с.-х.н.

КФ ВНИИГиМ, Элиста, Республика Калмыкия

Республика Калмыкия расположена на юго-востоке Европейской части России в пределах Прикаспийской низменности и частично на возвышенности

Ергени. Основные площади сельскохозяйственных земель Калмыкии сосредоточены на Прикаспийской низменности. Обладая высоким термическим потенциалом, Прикаспийская низменность характеризуется большими запасами солей в почвах, грунтах и грунтовых водах, слабой естественной дренированностью, широким распространением комплексных солонцовых и засоленных почв [2].

Экстремальные климатические условия и низкое плодородие почв обуславливают необходимость проведения оросительных мелиораций для успешного ведения сельскохозяйственного производства.

Дополнительное поступление оросительной воды в агроландшафты нарушает природное равновесие водного баланса и часто приводит к увеличению инфильтрационного питания грунтовых вод и подъему их уровня [2,5]. Подъем грунтовых вод приводит к переходу воды и питательных элементов из почвы в грунтовые воды, и выносу этих элементов и веществ из биологического круговорота. Для обоснования водно-солевого и питательного режимов орошаемых почв требуется выполнение прогнозных расчетов.

Воднобалансовые расчеты без описания динамики влаги и растворов в почве не позволяют учесть взаимодействие статей водного баланса и оценить в динамике водообмен между почвенным слоем и подстилающим его грунтами и грунтовыми водами. Накопленный к настоящему времени богатый объем научной информации, включающий набор математических моделей и современную вычислительную технику, позволяет прогнозировать на качественном и количественном уровнях параметры мелиоративных режимов и составлять долгосрочные прогнозы для различных сценариев сельскохозяйственного использования земель.

Экологические требования к мелиоративным режимам на локальном уровне (орошаемые земли, поля) связаны с введением ограничений на объем и интенсивность водоподачи и водоотвода с орошаемых земель для обоснования величины инфильтрационного питания грунтовых вод.

Для расчетов водного и солевого режимов почв, подверженных засолению, выбрана математическая модель SWAP [6], позволяющая оценить заданный режим орошения, рассчитать нормы и сроки поливов, динамику влажности и легкорастворимых солей в почве, водообмен между почвенными и грунтовыми водами, теплообмен, транспирацию растений и накопление урожая.

Исследования проведены в полупустынной зоне Республики Калмыкия, расположенной на юго-востоке европейской части России. Климат района характеризуется резкой континентальностью, возрастающей с запада на восток. Характеристика климатических условий приведена в таблице 1.

Территория получает от 115 ккал/см² до 120 ккал/см² суммарной солнечной радиации. Продолжительность солнечного сияния составляет 2180 - 2250 час за год. По условиям теплообеспеченности в этом районе можно выращивать большинство сельскохозяйственных культур. Основная часть пахотных и пастбищных угодий сосредоточена на Прикаспийской низменности.

Гидрогеологические условия Прикаспийского региона характеризуются как очень сложные. Прикаспийская низменность – молодой приморский бас-

сейн аккумуляции солей. Грунтовые воды в большей части территории залегают глубоко, и до орошения не принимают участия в современном почвообразовательном процессе. Прикаспийская низменность пережила несколько морских трансгрессий, поэтому ранние морские отложения здесь характеризуются высоким уровнем минерализации грунтовых вод (8-20 г/л) [2].

Таблица 1. Характеристика природно-климатических условий Калмыкии

Параметры	Природно-сельскохозяйственные зоны			
	Степная	Сухо- степная	Полупустынная	Пустынная
Площадь, млн. га	0,24	2,18	1,73	2,24
Безморозный период	175-180	160-185	150-200	175-200
Осадки (Р), мм/год	423	291-400	243-278	209-259
Осадки теплого периода, мм/год	250-270	200-220	120-190	120
Испаряемость (Е ₀), мм/год	970	1000-1100	1100-1180	850-1200
Сумма активных температур ($\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$)	3380	3260-3380	3330-3500	3480-3650
Коэффициент увлажнения ($K_y = P/E_0$)	0,44	0,28-0,40	0,20-0,26	0,18-0,25
Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	> 0,70	0,5-0,7	0,3-0,5	< 0,30
Средняя летняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	23,5-24,0	23,5-25,5	23,5-26,0	24,5-26,0
Средняя зимняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-4,-5	-5,-8,5	-4,-9	-6,-8
$\frac{\text{Глубина (м)}}{\text{минерализация (г/л)}} \text{ грунтовых вод}$	$\frac{5,0-15,0}{3-10}$	$\frac{5,0-20,0}{1-10}$	$\frac{2,0-5,0 \text{ (до 15,0)}}{3-15 \text{ (до 30 и >)}}$	$\frac{5,0-10,0}{5-15 \text{ (до 30 >)}}$

В центральной и восточной природно-сельскохозяйственной зонах, для которой выполнялись прогнозные расчеты, почвенный покров представлен как светло-каштановыми почвами, так и бурыми полупустынными почвами в комплексе с солонцами. Почвы имеют природное засоление. Бурые полупустынные почвы обладают весьма низким потенциальным плодородием, совокупный почвенный балл их 33,5 - 46,1. Содержание гумуса в верхних горизонтах этих почв колеблется от 1,10-2,0% (среднесуглинистые почвы) до 0,56—0,77% (супесчаные и песчаные почвы) [1].

Территория характеризуется очень низким естественным увлажнением (50-60 мм в метровом слое почвы), недостаточным для выращивания сельскохозяйственных культур. Дефицит влаги в вегетационный период составляет для озимой пшеницы - 50%, для ячменя – 60, для кукурузы 70%. Недостаточное количество влаги может быть восполнено только орошением .

Для обоснования водно-солевого режима почв при орошении проводили численное моделирование с использованием модели SWAP. Исследования выполнены в два этапа. Задачей первого этапа явилась адаптация модели SWAP для конкретных почвенных условий региона. На втором этапе выполнялись прогнозные расчеты водно-солевого режима почв при различных уровнях водообеспеченности с учетом ограничений по засоленности почв при возделывании люцерны.

1. Адаптация модели SWAP

Исходные данные для адаптации модели получены на основе лабораторных и полевых исследований, выполненных на землях хозяйства «Комсомольский» на Черноземельской оросительной системе в полупустынной зоне Калмыкии. На орошаемых землях возделывается люцерна. Полив осуществляется дождевальными машинами ДКШ-64 «Волжанка».

В качестве условий на верхней границе почвенного профиля задавались: метеорологические данные, принятые по метеостанции Адык; фактический режим орошения (табл. 2); минерализация поливной воды и осадков (табл. 3).

Таблица 2. Сроки укосов, поливов и определения влажности люцерны 2-го года жизни СПК «Первомайский», 2002 г.

Виды работ	Сроки проведения									
	1		2			3			4	
Укосы	21-24.05		25-27.06			22-23.08			25-26.09	
Даты поливов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	29-30.04	11-12.05	28-29.05	11-12.06	21-22.06	4-5.07	21-22.07	13-14.08	30-31.08	11-12.09
Поливные нормы, м ³ /га	500	600	600	600	600	660	600	600	600	600

За начальную эпюру влажности почвы принято равновесное распределение почвенной влаги при глубине грунтовых вод 2,0 м. Зависимость капиллярно-сорбционного потенциала от влажности почвы определена в полевых условиях тензиометрами и в лабораторных опытах на капилляриметре ВНИИГиМ. Параметр гидродисперсии $L_{dis}(\lambda) = 5$ см определяли методом промывки монолитов, искусственно засоленных хлоридами натрия.

Таблица 3. Минерализация оросительной воды и осадков

Дата отбора	Минерализация воды, г/л	pH	Преобладающие ионы
Июль 2002 г.	1,426	8,2	Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺ Mg ²⁺
Сентябрь 2002 г.	1,583	8,2	Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺
Май 2003 г.	1,254	8,0	Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺
Осадки			
Лето 2002 г.	0,179	7,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺ Na ⁺

На нижней границе расчетного профиля принималось изменение уровня и минерализация грунтовых вод (табл. 4).

Таблица 4. Режим грунтовых вод на ключевом участке СПК «Первомайский» Черноземельского района

Дата отбора	Глубина залегания УГВ, м	Минерализация воды, г/л	pH
Май 2002 г.	2,10	5,372	7,9
Июнь 2002 г.	2,20	5,895	8,2
Июль 2002 г.	2,10	6,347	8,3
Сентябрь 2002 г.	2,00	7,475	8,2
Май 2003 г.	2,20	4,954	8,0

Результаты моделирования представлены на рисунке 1.

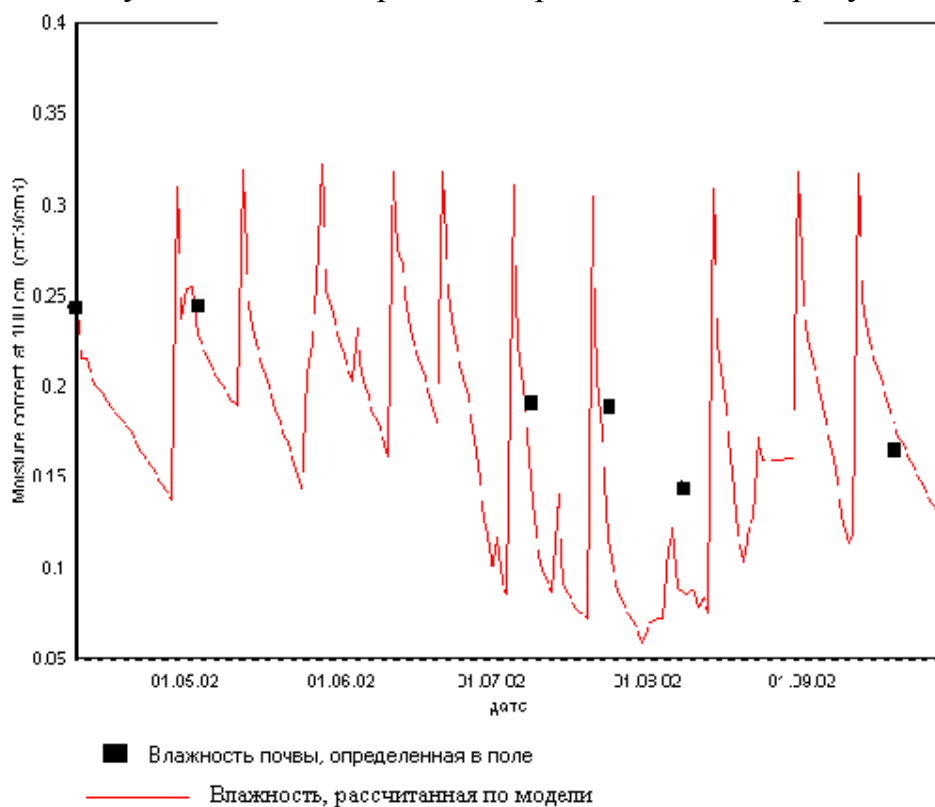


Рис. 1. Динамика влажности в слое 0-100 см

Полученные результаты расчетов показывают, что значения влажности почв, рассчитанные по модели, достаточно хорошо согласуются с полевыми наблюдениями. Это позволяет использовать данную модель для прогнозирования водного режима орошаемых почв в регионе.

2. Прогноз водно-солевого режима

Прогноз водно-солевого режима орошаемых почв для условий Калмыкии выполнен на пятилетний период, характерный для периода произрастания многолетней травы – люцерны. На основе ретроспективного анализа был выбран типичный ряд лет по погодным условиям для метеостанции в г. Элиста. Репрезентативным оказался период с 1.04.1968 по 31.03.72.

По погодным условиям на верхней границе задавались данные за указанный выше период. Потенциальное суммарное испарение поля с посевами люцерны определяли по формуле Н.Н.Иванова с учетом биологических коэффициентов, предложенных Л.В.Рудневой [3].

Режим орошения назначался по критерию истощения общедоступных для растения запасов влаги f_3 :

$$U_a - U_{h4} \leq f_3 (U_{field} - U_{h4});$$

где U_{h4} – запасы почвенной влаги соответствующие влажности завядания (для каждой культуры);

U_a – запасы почвенной влаги, соответствующие текущей влажности почвы;

U_{field} – запасы почвенной влаги, соответствующие наименьшей влагоемкости.

Начальное распределение солей по глубине почвенного профиля задавалось по полевым данным опытного участка.

На нижней границе почвенного профиля задавалось дренирование на глубине 2м.

В качестве основных ограничений на выбор прогнозного режима орошения были:

- ограничение по засоленности почв;
- минимизация расхода оросительной воды.

Выполнены расчеты по 3 вариантам:

1. Поливы назначались при $f_3 = 0,30$;
2. Поливы назначались при $f_3 = 0,50$;
3. Поливы назначались при $f_3 = 0,70$;

Поливные нормы соответственно по вариантам составили 350, 550 и 650 м³/га.

Критерий орошения назначался исходя из условия, что в заданном диапазоне изменения влажности почв наблюдается наибольшая биохимическая активность микроорганизмов, что способствует процессу гумусообразования.

Результаты расчета приведены в таблицах 5, 6 и на рисунке 2.

Таблица 5. Баланс почвенной влаги (мм) за пятилетний период

Гидрологические	Начальный годовой запас	Осадки влаги	Оросительная норма	Суммарное водопотребл	Водообмен	Конечный запас влаги
$f_3 = 0,30; m=35$ мм.						
1	287.4	268.4	984.0	979.8	-267.5	292.5
2	292.5	374.9	867.6	801.1	-430.4	303.5
3	303.5	306.7	988.8	956.4	-345.0	297.6
4	297.6	276.0	866.5	801.0	-360.5	278.6
5	278.6	253.0	971.0	1009.3	-205.0	288.3
$f_3 = 0,50; m=55$ мм						
1	287.4	268.4	781.1	951.7	-95	290.2
2	290.2	374.9	556.6	789.3	-121	311.4
3	311.4	306.7	709.8	926.4	-103	298.5
4	298.5	276.0	585.5	766.9	-115	278.1
5	278.1	253.0	827.2	971.5	-96	290.8
$f_3 = 0,60; m=65$ мм						
1	287.4	26.84	69.80	89,36	-70.3	290.2
2	290.2	37.49	46.55	76,52	-54.1	311.4
3	311.4	30.67	59.87	85,13	-67.4	298.5
4	298.5	27.60	52.75	74,09	-83.0	278.1
5	278.1	25.30	80.67	92,92	-155	290.6

Таблица 6. Баланс суммы легкорастворимых солей (т/га) за пятилетний период по третьему варианту моделирования

Расчетные годы	Начальный запас солей	Поступление солей с осадками	Поступление солей с оросительной водой	Отток солей в результате водообмена	Конечный запас солей
$f_3 = 0,60; m=65$ мм					
1	87.02	4.639	64.34	-2.947	152.9
2	152.9	6.544	45.77	-5.180	199.2
3	199.2	5.345	54.73	-4.774	254.3
4	254.3	4.782	45.66	-3.095	301.4
5	301.4	4.269	64.34	-8.505	370.1

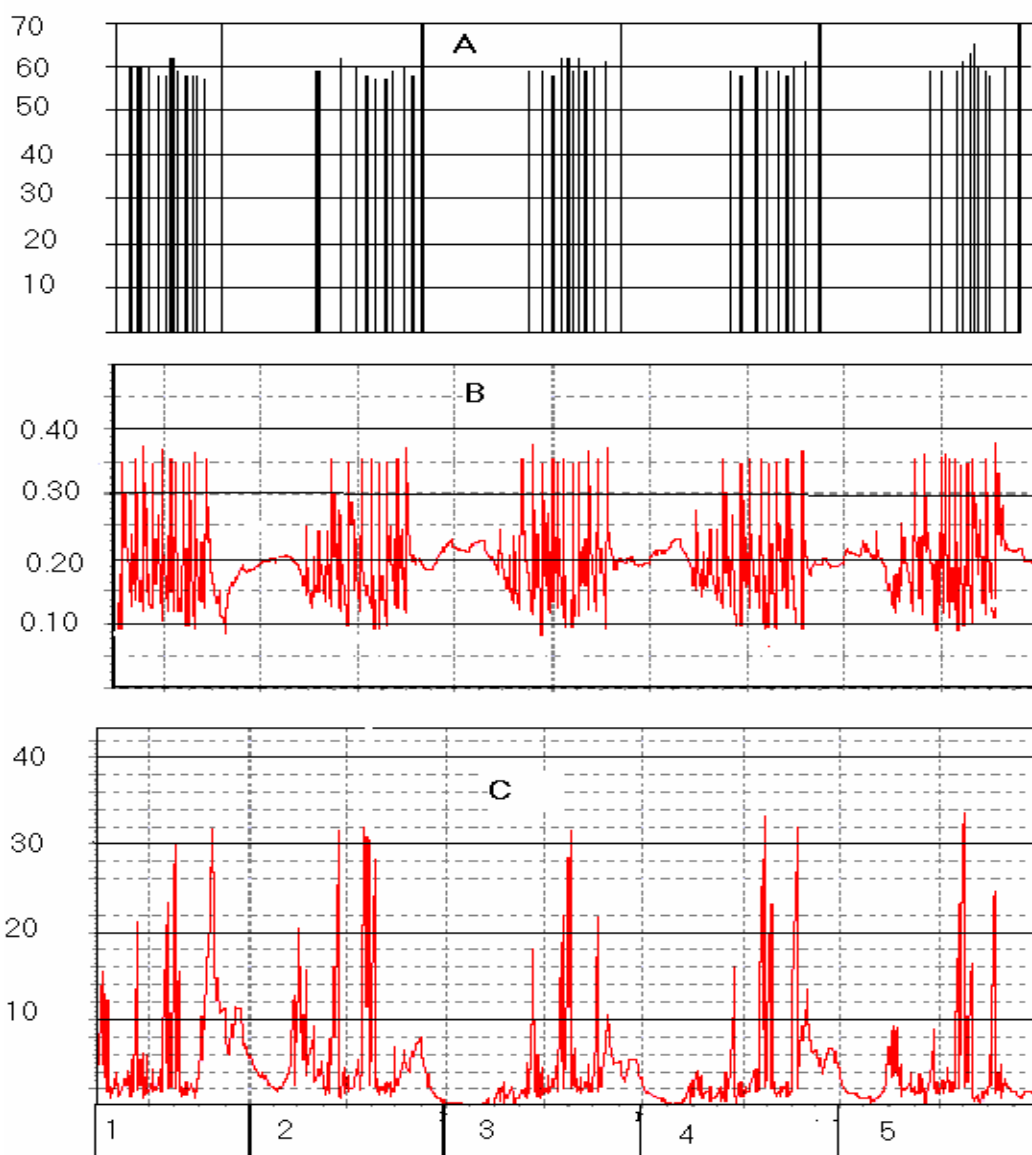


Рис. 2. Результаты расчета: А – режим орошения (мм); В и С – динамика влажности (cm^3/cm^3) и солей (mg/cm^3) в расчетном слое почвы 100 см

Выводы

1. Проведенные полевые, лабораторные исследования и имитационные расчеты показали, что динамика влажности почвы, рассчитанная по модели SWAP хорошо согласуется с данными, полученными в полевых условиях, что позволяет использовать эту модель для прогнозных расчетов.
2. Выполненные прогнозные расчеты водно-солевого режима за 5 лет при различных режимах орошения показали, что режим орошения, рассчитанный по третьему варианту, позволяет минимизировать водообмен. Для создания благоприятного солевого режима в метровом слое почвы необходимо в дополнение к осадкам вневегетационного периода проведение промывочных поливов, приуроченных к первой половине октября.