

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРЕНАЖА

Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Мозоль Т.Е., Омелько А.А.

Брестский политехнический институт

Брест, Республика Беларусь

В работе представлены компьютерные технологии моделирования материального дренажа на основе предлагаемого пакета программ "Дренаж"

Ключевые слова: дренаж, фильтрация, расстояние, дрена, моделирование.

Тип, расположение и размеры дренажной сети - расстояние между дренами, глубина заложения, уклоны, длины и поперечные сечения дренажных линий - должны быть таковы, чтобы они: 1) создавали и поддерживали на осушаемой площади нужный водный, воздушный, термический и пищевой режимы почвы; 2) не препятствовали бы механизации сельскохозяйственных работ на осушенной площади. Естественно, что они должны соответствовать определенным требованиям сельскохозяйственного использования осушаемой площади, ее почвенным и гидрогеологическим условиям.

Глубина дрен в настоящее время принимается в зависимости от оптимальной нормы осушения (положения зеркала подземных вод относительно поверхности земли) и изменяется в пределах от 1,0 до 1,4 метра.

Необходимые расстояния между регулируемыми дренами зависят от многих сложных факторов, наиболее точно определяются по опытным данным, приближенно - по эмпирическим зависимостям, но в проектной практике - по теоретическим методам, основанным на использовании положений теории фильтрации, учитывающих комплекс природных и хозяйственных факторов и применимым ко всякому объекту мелиорации (исключение составляют земли с тяжелыми минеральными почвами).

Алгоритм фильтрационных расчетов дренажа, включает [1]: выбор расчетной фильтрационной схемы; вычисление исходных параметров (расчетного напора, коэффициентов водоотдачи, интенсивности инфильтрационного питания); определение фильтрационных сопротивлений дрен по характеру и степени вскрытия пласта; вычисление проводимости водоносного пласта; собственно определение расстояния между дренами по стандартным программам, написанным на языке Фортран - IV для ЭВМ типа ЕС [4]. При этом, технические решения проектировщик принимает постфактум, а не в процессе необходимого диа-

лога, при оперативном поэтапном контроле и корректировке результатов расчетов.

Использование современных компьютерных технологий позволило нам реализовать задачу в среде программирования VB 5 и Access 7, стандартных программ фирмы Microsoft, иллюстративных и других возможностей ПЭВМ. Созданный пакет прикладных программ "Дренаж" используется для моделирования и оптимизации параметров горизонтального материального дренажа в условиях Белорусского Полесья. Основываясь на нормативных требованиях, мы приняли методику А.И. Мурашко, согласно которой расстояние между дренами определяется по формулам [1, 2, 3]:

$$a_d = 4 \cdot \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H_p \cdot T}{2 \cdot q}} - L_{нд} \right), \quad (1)$$

при неустановившемся режиме фильтрации -

$$a_d = 4 \cdot \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{\tau \cdot T}{2 \cdot \mu}} - L_{нд} \right), \quad (2)$$

где $L_{нд}$ - суммарное фильтрационное сопротивление по степени и характеру вскрытия пласта; H_p - расчетный напор, м; T - проводимость пласта, м²/сут; q - интенсивность инфильтрационного питания (средний за расчетный период приток воды к дренам), м/сут; τ - время стабилизации, сут; μ - коэффициент водоотдачи. Определение междренных расстояний выполняется для двух расчетных периодов: весеннего и летне-осеннего. Весенний период является основным, его длительность 10...15 суток после окончания снеготаяния; летне-осенний - поперечный. При использовании формул, основанных на закономерностях установившейся фильтрации, в весенний период необходимо обеспечить оптимальную норму осушения к началу полевых работ и вегетации растений с выделением двух вариантов: при отсутствии затопления поверхности земли за счет удержания уровня грунтовых вод (УГВ) к началу расчетного периода на некоторой (адекватной) глубине; при полном насыщении пор почвы водой и затоплении поверхности расчетным слоем. Вариантами поперечных расчетов на летне-осенний период являются: обеспечение оптимальной нормы осушения в этот период при выпадении интенсивных дождей; обеспечение необходимой скорости освобождения пахотного слоя почвы от гравитационной воды за период времени, равный 1...3 сут

кам. При использовании формул, в основе которых заложены закономерности неустановившейся фильтрации, расчеты ведутся для условия допустимого подъема УГВ; в случае положения УГВ к началу снеготаяния на большой глубине, расчеты выполняются, исходя из недопущения подъема УГВ к началу полевых работ выше оптимальной для данного периода нормы осушения. В летне-осенний период главным условием при расчетах является недопущение подъема УГВ от интенсивных дождей, выше нормы осушения в этот период или недопущение затопления корнеобитаемого слоя почвы.

Таким образом, разработанный, апробированный и предлагаемый производственным организациям к массовому использованию программный комплекс "Дренаж" позволяет автоматизировать в едином контексте процессы решения следующих инженерных задач:

1. моделирование условий работы дренажа: а) по режиму грунтовых вод - установившийся, неустановившийся; б) по характеру изменения УГВ - заданное понижение, допустимый подъем; в) по литологическому строению - однородные, двухслойные, трехслойные грунты;
2. многовариантное моделирование конструктивных решений дрен по материалу труб и фильтров и по схеме их укладки (семнадцать вариантов);
3. прогнозирование эффективности работы дренажа в процессе его эксплуатации с учетом заиливания труб и фильтров, изменений водно - физических свойств почвогрунтов в процессе мелиорации;
4. автоматизированное проектирование элементов гидромелиоративных систем (САПР ГМС) и оснащение автоматизированного рабочего места (АРМ) проектировщика модулем "Дренаж"; принятие инженерных решений в диалоговом режиме путем многовариантной проработки, наглядного представления расчетных схем, динамического моделирования и корректировки расчетных методик с использованием материалов полевых изысканий и исследований для реальных условий ГМС;
5. обеспечение высокой производительности проектных расчетов и наглядности представления результатов, а также многократную корректировку полученных результатов в процессе принятия решений.

Литература

1. Мурашко А.И. Сельскохозяйственный дренаж в гумидной зоне. - М., 1982. - 126 с.

2. Руководство по проектированию и изысканиям объектов мелиоративного и водохозяйственного строительства в Белорусской ССР. (РПИ-82). Часть II. Сушительные и осушительно-увлажнительные системы. Книга 1. Сушительные системы самотечные. - Мн.: Белгипроводхоз, 1985. - 280 с.
3. СНиП 2.06.03-85: Мелиоративные системы и сооружения / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 60 с.
4. Установление расстояний между дренами: Дополнение №1 к Руководству по проектированию осушительных систем сельскохозяйственного назначения. - Мн.: Ураджай, 1981. - 70 с.

НЕСОВМЕСТНЫЕ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Дереченник В.С.

Брестский политехнический институт

Исследованы несовместные системы линейных алгебраических уравнений; разработана программа на языке Pascal для нахождения наилучшего в смысле среднего квадратичного отклонения решения переопределенных несовместных систем по методу наименьших квадратов.

Ключевые слова: линейные уравнения; несовместная система; определитель

Грама; квадратичное отклонение;

Пусть дана некоторая несовместная система линейных уравнений вида

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{im}x_m = b_i, \quad i = 1, n \quad (1)$$

Если вместо неизвестных x_j ($j=1, m$) подставить какие-либо числа ξ_j ($j=1, m$), то мы получим результаты $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$, отличные от чисел b_1, b_2, \dots, b_n .

Возникает задача: при известных значениях чисел a_{jk} и b_j ($k=1, m, j=1, n$) найти такие числа $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m$, чтобы квадратичное отклонение δ^2 результатов $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ от нужных величин b_1, b_2, \dots, b_n оказалось наименьшим $\delta^2 = \sum_{j=1}^n (\gamma_j - b_j)^2$,

а также найти это минимальное отклонение.

Системы вида (1) возникают в практических задачах обработки результатов измерений, в которых коэффициенты ξ_j линейной зависимости b от величин a_j ($j=1, m$)

$$b = \xi_1 a_1 + \xi_2 a_2 + \dots + \xi_m a_m$$

должны быть найдены из результатов измерений величин a_j ($j=1, m$) и соответствующих значений b_i

$$b_i = \xi_1 a_{i1} + \xi_2 a_{i2} + \dots + \xi_m a_{im}, \quad \text{где } i = 1, n.$$