

3) в соответствии со сроками начала и окончания ледовых явлений длительность безледного периода для водоемов северной части республики может быть принята 223 дня (7,5 месяцев), а для южной и юго-восточных частей республики 233 дня (8 месяцев). Для приближенных расчетов длительность безледного периода может быть принята для всей территории республики одинаковой - 7,5 месяцев (с 15 апреля по 1 декабря);

4) методика определения сроков начала и окончания ледовых явлений на озерах и водохранилищах, приведенная в работе В.В.Пiotровича [5], дает удовлетворительную сходимость с данными натуральных наблюдений.

Резюме. Для расчета переработки берегов водохранилищ, расположенных на территории БССР, длительность безледного периода может быть принята равной 7,5 месяцев (с 15 апреля по 1 декабря).

Л и т е р а т у р а

1. Богословский Б.Б. Озероведение. М., 1960.
2. Булатов С.Н., Пиотрович В.В. Расчеты и прогнозы дат очищения от льда водохранилищ. - "Труды координационных совещаний по гидротехнике. Ледотермический режим свободных рек и подпертых бьефов и его регулирование". 1968, вып. 42.
3. Гидрологические ежегодники. Т. II., вып. 2,3. Бассейн р. Днепр. Л., 1958 - 1971.
4. Гидрологические ежегодники. Т. 1, вып.4. Бассейн р. Зап. Двина. Л., 1957 - 1971.
5. Пиотрович В.В. Образование и стаивание льда на озерах-водохранилищах и расчет сроков ледостава и очищения. М., 1958.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР, Т. 5. Белоруссия и верхнее Поднепровье. Ч. 1. Л., 1966.
7. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Температура воздуха и почвы. М., 1965.
8. Шуляковский Л.Г. Появление льда и начало ледостава на реках, озерах и водохранилищах. М., 1960.

УДК 626.86.003.1

А.И.Алтунин, канд.техн.наук, С.В.Валицкий

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Современные методы организации, планирования и управления строительством основываются на разработке и анализе

различного вида моделей, которые имитируют производственно-хозяйственную деятельность строительных организаций (ПМК, трестов) или организационно-технологическую последовательность строительных процессов на объектах.

Для моделирования строительных процессов в большинстве случаев используются графические модели в виде линейных и сетевых графиков или циклограмм. Модели в виде линейных графиков и циклограмм недостаточно выявляют взаимосвязь и динамику строительных процессов, не удовлетворяют современным требованиям технико-экономического анализа для принятия оптимальных решений и в связи с неизбежными изменениями в ходе производства требуют многократного пересоставления их и соответственно значительных непроизводительных затрат труда [2]. Сетевые модели (рис. 1), напротив, позволяют четко отразить организационные и технологические зависимости работ строительного процесса любой сложности, выделить главные из них, которые определяют продолжительность и конечный срок строительства объекта, а также позволяют наиболее эффективно произвести технико-экономический анализ организации строительства с применением ЭВМ.

Организация строительного процесса, даже строго детерминированного (при переустройстве осушительных систем на различных объектах), допускает некоторые вариации случайного характера. Это – выполнение отдельных видов работ зимой или летом, трудно учитываемые климатические, геологические, гидрогеологические и гидрологические условия, техническое состояние механизмов, квалификация механизаторов и рабочих, степень изученности объектов, качество плановых документов и т.д. Все эти факторы определяют продолжительность выполнения работ, что влечет за собой необходимость минимизации или максимизации критического пути, т.е. оптимизацию построенного реального сетевого графика по времени. Оптимизация по времени осуществляется, главным образом, на основе перераспределения ресурсов.

Задача о рациональном распределении ресурсов до сих пор не имеет удовлетворительного для практики решения и четкой математической постановки. Обычно она рассматривается при распределении ресурсов вдоль потока однородных работ [5]. Подобная постановка задач обусловлена автоматизированным методом поточной организации работ (АМПОР) [6]. Сущность его состоит в формировании потоков однородных работ и параллельном ведении работ по всем сформированным потокам.

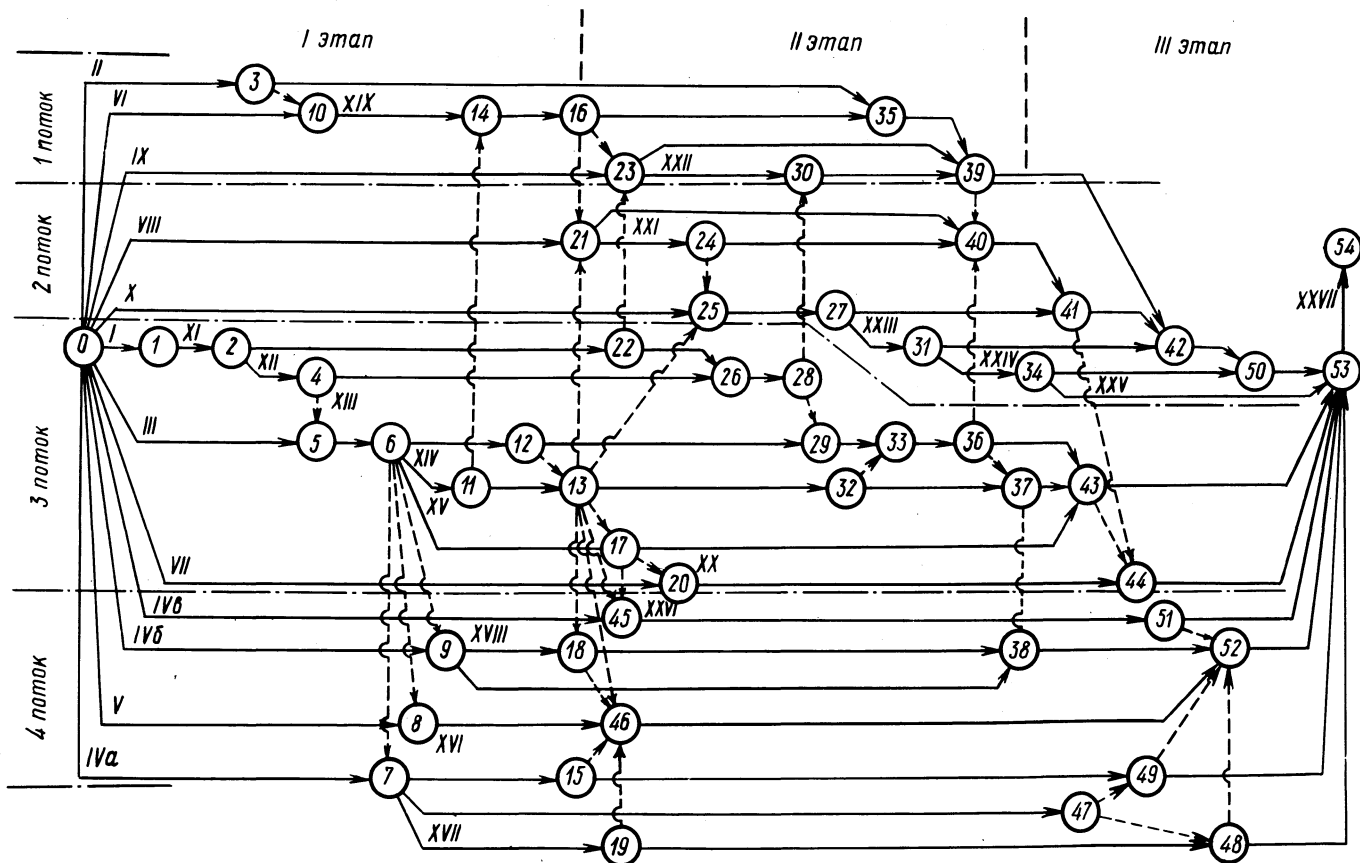


Рис. 1. Организационно-технологическая сетевая модель.

Положительно оценивая идею формирования потоков, необходимо заметить, что на практике нередко работы из разных потоков требуют для своего выполнения одних и тех же ресурсов. Следовательно, задача о распределении ресурсов вдоль потока однородных работ должна быть дополнена задачей о распределении ресурсов между работами, лежащими в разных потоках (возможное распределение ресурсов поперек потока – РРПП). Изложенные положения приняты за основу моделирования строительных процессов в гидромелиоративном строительстве.

Разработанная авторами типовая организационно-технологическая модель (ОТМ) представляет собой логическую сетевую модель, отображающую технологию гидромелиоративных работ, их взаимозависимость и последовательность выполнения на объектах переустройства осушительных систем. Она также учитывает последовательность и взаимозависимость участия исполнителей в поточном выполнении комплекса работ с возможным перераспределением ресурсов вдоль и поперек потока.

В результате привязки к конкретному объекту типовая модель становится реальным сетевым графиком. Имеющиеся работы на объекте получают количественные оценки, а отсутствующие на данном объекте работы можно считать фиктивными (логические связи), при этом топология остается постоянной. Анализ объектов мелиоративного строительства показывает, что таких фиктивных работ может быть около 20% от общего количества работ на ОТМ. Представленная ОТМ разработана таким образом, что ее можно применять для вновь начинаемых, переходящих и пусковых объектов, а также на отдельных комплексах (этапах) строительства. Для мелиоративных объектов с открытой сетью потребуется другая ОТМ.

Основными условиями разработки ОТМ являются: 1) охват полного перечня гидромелиоративных работ (табл. 1); 2) формирование или совмещение технологической последовательности выполнения отдельных видов работ с учетом наличия определенных ресурсов (отдельных механизмов) (рис. 1, табл. 1); 3) формирование нескольких видов работ в комплексные специализированные потоки с учетом выполнения их определенными ресурсами; 4) формирование логических связей между отдельными видами работ и комплексными специализированными потоками с учетом возможного перераспределения ресурсов в ходе строительства вдоль и поперек комплексных специализированных потоков в целях рационального их использования.

Организационно-технологическая модель состоит из 74 действительных работ и 35 логических связей (фиктивных работ). Все работы отличны друг от друга. Представленная модель дает возможность выполнять работы полностью и по частям в технологической последовательности и взаимозависимости.

Входящие в ОТМ 74 гидромелиоративные работы разделены на 27 видов работ (табл. 1) с учетом распределения и использования ресурсов в технологической последовательности вдоль потока (рис. 1). Большинству видов работ соответствуют отдельные горизонтальные линии, которые на рис. 1 обозначены римскими цифрами (римские цифры соответствуют порядковому номеру табл. 1).

Таблица 1.

№ п/п	Код работ	Наименование работ
1	2	3
1	0 - 1	Разбивка и выноска осей в натуру
2	0 - 3; 3 - 35	Срезка древесно-кустарниковой растительности с последующим сгребанием ее на мелиорируемых площадях
3	0 - 5	Изготовление и транспортировка сланей
4	0 - 7; 7 - 47; 0 - 9; 9 - 38; 0 - 45	Транспортировка материалов для строительства: а) шилов-регуляторов и мостов; б) труб-регуляторов и труб-перезодов; в) пешеходных мостиков, скотоперегонов и воронок
5	0 - 8; 8 - 46; 46 - 52; 52 - 53	Строительство дорог различной капитальности и назначения
6	0 - 10	Срезка и вывозка деревьев
7	0 - 20	Изготовление и транспортировка фашин до начала крепления откосов
8	0 - 21; 21 - 40	Транспортировка и распределение гончарных трубок по диаметрам и площадям дренирования
9	0 - 23; 23 - 39	Подготовительные работы для уничтожения древесно-кустарниковой растительности на мелиорируемых площадях
10	0 - 25; 25 - 27; 27 - 41; 41 - 42	Засыпка старой мелкой сети и дренажных траншей на мелиорируемых площадях
11	1 - 2; 2 - 22; 22 - 26	Срезка и сгребание древесно-кустарниковой растительности по трассам канала
12	2 - 4; 4 - 26; 26 - 28	Корчевка пней и удаление камней по трассам каналов

1	2	3	
13	5 - 6; 6 - 12; 12 - 29; 29 - 33; 33 - 36; 36 - 43	Разработка магистральных каналов и каналов I порядка с повторной подчисткой	
14	6 - 11; 11 - 13; 13 - 32; 32 - 37; 37 - 43	Разработка каналов II порядка с повторной подчисткой	
15	6 - 17; 17 - 43; 43 - 53	Разравнивание отвалов каналов I и II порядков до и после повторной подчистки	
16	7 - 15; 15 - 49; 49 - 53	Строительство шлюзов-регуляторов на всех каналах	
17	7 - 19; 19 - 48; 48 - 53	Строительство мостов на всех каналах	
18	9 - 18; 18 - 38; 38 - 52	Строительство труб-регуляторов и труб-переездов на всех каналах	
19	10 - 14; 14 - 16; 16 - 35; 35 - 39	Корчевка пней и удаление камней на мелиорируемых площадях	
20	20 - 44; 44 - 53	Крепление откосов и устройство дренажных устьев с заготовкой материалов	
21	21 - 24; 24 - 40; 40 - 41	Дренаживание площадей	
22	23 - 30; 30 - 39; 39 - 42	Уничтожение древесно-кустарниковой растительности на площадях дренаживания	
23	27 - 31; 31 - 42; 42 - 50	Подъем целины	
24	31 - 34; 34 - 50; 50 - 53	Дискование, планировка и прикатывание	
25	34 - 53	Ручная сборка корчей и камней с вывозкой	
26	45 - 51; 51 - 53	Строительство пешеходных мостиков, скотоперегонов, водопоев, открытых и закрытых воронок с одновременной транспортировкой материалов	
27	53 - 54	Подготовка к сдаче (ввод площадей)	
28	3 - 10; 4 - 5; 6 - 7; 6 - 9; 11 - 14; 12 - 13; 13 - 17; 13 - 18; 13 - 25; 13 - 45; 13 - 46; 15 - 46; 16 - 21; 16 - 23; 17 - 20; 17 - 45; 18 - 46; 19 - 46; 22 - 23; 24 - 25; 28 - 29; 28 - 30; 32 - 33; 36 - 37; 36 - 40; 37 - 38; 39 - 40; 41 - 44; 43 - 44; 47 - 48; 47 - 49; 48 - 52; 49 - 52; 51 - 52.		Логические связи

Из 27 видов работ сформированы 4 комплексных специализированных потока (на рис. 1 они отделены друг от друга горизонтальными пунктирными линиями): первый - свodka древесно-кустарниковой растительности на мелиорируемых площадях; второй - дренаживание площадей и оборот пласта; тре-

тий – подготовка трасс и разработка каналов всех порядков; четвертый – строительство сооружений.

Равнение отвалов и крепление откосов каналов отнесены к третьему потоку. Все потоки связаны между собой логическими связями. Первый поток связан с третьим, так как основная часть сводки древесно-кустарниковой растительности зависит от разработки каналов (11 – 14). Дренажные площади и оборот пласта по технологии зависят от разработки каналов (13 – 21) и от сводки древесно-кустарниковой растительности на площадях дренажного (16 – 21), и поэтому этот поток связан с первым и третьим. Третий комплексный поток связан со всеми потоками, так как он открывает фронт работы для всех остальных потоков (связи 6 – 7, 6 – 8, 6 – 9, 11 – 14, 13 – 21 и т. д.)

Весь срок строительства объекта делится на три этапа (рис. 1): первый – развертывание строительства и подготовительный период, который возможно осуществлять как в летний, так и в зимний периоды; второй – основной, когда на объекте максимальная запараллеленность выполняемых работ; третий – заключительный, когда производится свертывание строительства и подготовка объекта (этапа) к сдаче в эксплуатацию.

Второй этап строительства по продолжительности и по трудоемкости составляет основную часть модели.

В основу разработки топологии ОТМ были положены точность выполнения видов и комплексов гидромелиоративных работ и основные правила построения сетевых графиков. При разработке ОТМ авторами принято расчленение отдельных видов работ в потоке на три части (рис. 2).

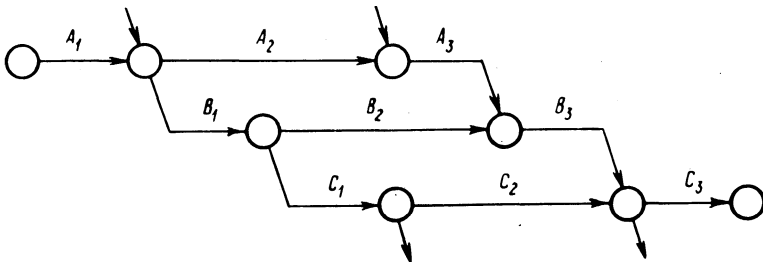


Рис. 2. Схема поточного выполнения работ: A_1, B_1, C_1 – начало отдельных видов работ в потоке или открытие фронта для каждого последующего вида работы в потоке; A_2, B_2, C_2 – параллельно выполняемые работы в потоке; A_3, B_3, C_3 – окончание работ или открытие фронта для завершения каждого последующего вида работы в потоке.

В качестве примера поточного выполнения отдельных видов работ в гидромелиоративном строительстве взята часть

сетевому графику (рис. 3). Введение события 25 внешне является как бы отклонением от классической схемы изображения поточного способа выполнения работ. На самом деле, оно не нарушает принципиальной схемы поточности, а является необходимым в целях отображения зависимости продолжения засыпки старой мелкой сети от разработки каналов и наличия фронта работ для засыпки траншей. Конечная, завершающая работа – ручной сбор корчей (работа 34 – 53) – изображена в ОТМ без расчленения, так как от нее не зависят никакие другие работы.

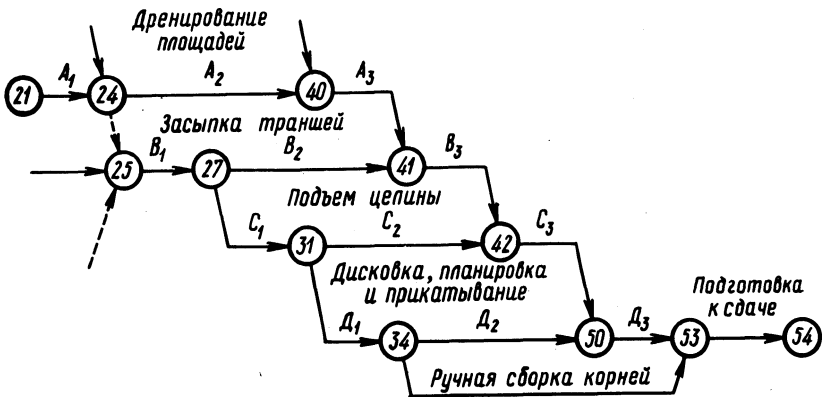


Рис. 3. Фрагмент сетевой модели: 21 – 24; 24 – 40 – укладка дрен до начала засыпки траншей (открытие фронта работ для засыпки траншей); 40 – 41 – окончание укладки дрен после сводки древесно-кустарниковой растительности на площадях дренирования (открытие фронта работ для окончания засыпки траншей) и т.д.

В третьем потоке, как и в других потоках, имеются дополнительные события и работы. Так, событие 11 введено для выделения отдельным кодом разработки части каналов второго порядка, необходимой для корчевки пней на площадях дренирования. Событием 14 работа 10 – 16 разбивается на две работы: 10 – 14 – возможная корчевка пней без разработки каналов, 14 – 16 – корчевка пней, возможная только после прокладки открытой сети. Событие 12 показывает, что работа 6 – 12 необходима для начала разработки каналов второго порядка, последующего дренирования площадей, выравнивания отвалов, крепления откосов и т.д.

В конечном итоге введение такого рода дополнительных событий есть ни что иное, как разбивка работ на части при организации поточного выполнения работ (рис. 4). Замыкающий вид работы "крепление откосов" расчленен на две рабо-

ты: 20 - 44 - крепление откосов каналов параллельно с их разработкой, разравниванием отвалов и заготовкой материалов и 44 - 53 - окончание крепления откосов и устройства дренажных устьев после повторной подчистки каналов и завершения укладки дрен. Такую постановку задачи диктует технология строительного процесса, обеспечивающая лучшие условия труда для качественного и производительного выполнения данного вида работы.

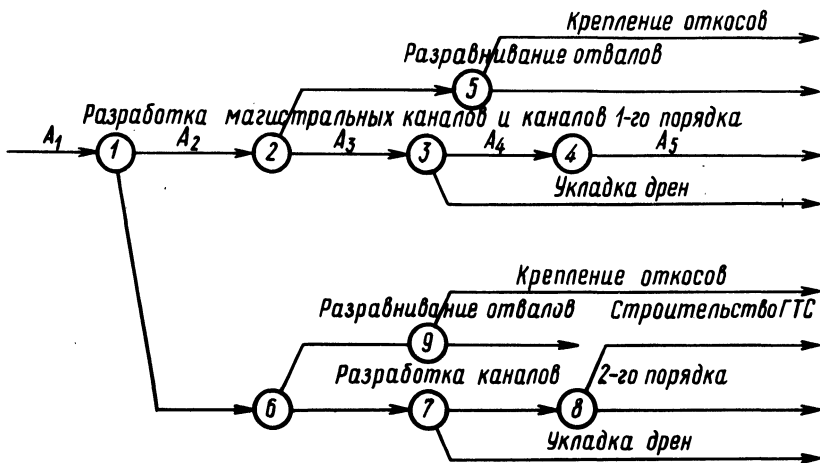


Рис. 4 Разделение работ на части при организации поточного выполнения работ.

Дополнительное событие 20 потребовалось для ввода зависимости возможной заготовки материалов до начала крепления откосов. В противном случае можно было бы привязать начало крепления откосов к событию 17. На ОТМ зависимость начала крепления откосов от разравнивания отвалов показана логической связью 17 - 20. Аналогичная интерпретация относится к событиям 7, 8, 9 и 45 и логическим связям 6 - 7; 6 - 8; 6 - 9 и 17 - 45 и т.д.

Разработка каналов и повторная подчистка их расположены на одной горизонтальной линии, так как последняя работа является продолжением первой с использованием тех же ресурсов. Аналогичное описание возможно и для остальных потоков, но из-за краткости изложения оно опускается.

Совмещение технологической последовательности с соответствующим обеспечением ресурсами отдельных видов работ позволило сократить объем ОТМ в целом. Этим достигается уменьшение объема подготовки информации.

При выполнении гидромелиоративных работ принимают уча-

стие различные исполнители (табл. 2). Выполнение 27 видов работ 11-ю исполнителями дает возможность при оптимизации сетевых графиков по ресурсам перераспределять их внутри объектов вдоль и поперек потоков. Принятие конкретных решений зависит от объемов работ, сроков их выполнения, наличия ресурсов и интенсивности их использования.

Таблица 2

№ п/п	Виды работ (табл. 1)	Исполнители	Механизмы
1	2	3	4
1	I, XXII	Прорабы, мастера и техники-геодезисты	Геодезические приборы, автотранспорт
2	II, XI, XII, XIX	Бригады сводки древесно-кустарниковой растительности на мелиорируемых площадях и по трассам каналов	Корчеватели, корчеватели-собиратели (сменное оборудование)
3	III, VII	Бригады заготовителей (строительные бригады) сланей, фашин и дерна с транспортировкой	Малая механизация и автотранспорт
4	IУа, б, в; XIII	Бригады шоферов (трактористов) и такелажников	Автотранспорт, тракторы с прицепными тележками
5	У, X, XV, XXII	Бригады бульдозеристов	Бульдозеры, корчеватели-собиратели (сменное оборудование)
6	У.XУI, XУII, XУIII	Комплексные бригады по строительству ГТС на каналах и сооружений на дорогах	Экскаваторы, краны, бульдозеры; насосные установки и т.д.
7	УI, XVУ	Бригады по срезке и вывозке деревьев и сборке корчей	Малая механизация, автотранспорт, тракторы
8	IX, XIII, XIУ	Бригады экскаваторщиков по разработке каналов и котлованов	Одноковшовые экскаваторы
9	XX, XXVI	Бригады крепления откосов каналов и строительства мелких сооружений на них	Автотранспорт, тракторы, малая механизация
10	XXI	Бригады дренирования площадей	Многоковшовые экскаваторы
11	XXIII, XXIV	Бригады трактористов на обороте пласта	Тракторы с прицепным оборудованием

Для расчета ОТМ разработана нормативно-справочная база (НСБ), алгоритмы и программа с использованием ЭВМ "Минск-22".

Резюме. Типовая организационно-технологическая модель (ОТМ) достаточно полно отражает весь комплекс работ строительства гидромелиоративного объекта; многократно может быть использована и в связи с этим значительно снижает трудоемкость подготовки исходных данных [3, 4]. Типовая ОТМ требует незначительных затрат времени для привязки ее к конкретному объекту.

ОТМ и комплекс программ [1] с доработкой авторов могут быть использованы в планировании объема работ мелиоративной организации, в оперативном управлении производством гидромелиоративных работ, а также в создании накопительной информации выполнения плана подрядных работ.

Л и т е р а т у р а

1. Батечко В.В. Сетевое планирование. (Алгоритмы и программы). Минск, 1971. 2. О'Брайн Д.Е. Применение метода критического пути в строительстве. М., 1971. 3. Кулибанов В.С., Бузырев В.В. Опыт разработки плановых нормативов для оптимального планирования в строительных организациях. Л., 1970. 4. Панков П.И. Научные основы управления водохозяйственным строительством. Рига, 1973. 5. Разулихин Б.С. Задача об оптимальном распределении ресурсов. - Автоматика и телемеханика", 1965, №7. 6. Шейнюк Л.Ю., Иванов Ю.А., Хорт Л.П. Автоматизированные методы поточной организации работ (АМ ПОР). М., 1963.

УДК 627.8:41

Е.С. Ленартович

ЗАЩИТА БЕРЕГОВ И ОТКОСОВ ДАМБ НА ВОДОЕМАХ ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ*

Для защиты откосов земляных сооружений и берегов от волнового воздействия на крупных водохранилищах используют каменные, бетонные, асфальто-бетонные, цементно-грунтовые,

* Работа выполнена под руководством проф. В.М. Зубец.