



Войтенко Олег Новомирович — выпускник НИИЖТа 1972 г. Окончил факультет «Мосты и тоннели». Прошел путь от инженера до заместителя генерального директора крупного мостостроительного треста. В послужном списке работа в трестах «Мостострой-2», «Мостострой-11», «Ульяновскмостострой», ОАО «Сибмост» — заместитель генерального директора. Доктор Российской академии транспорта, опубликовал 5 научных работ. Основные научные интересы — «Теория рисков в мостостроении».

УДК 624.21.05

О.Н. ВОЙТЕНКО

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СООРУЖЕНИЯ МОСТОВ

Управление проектами сооружения мостов в сочетании с новыми организационно-технологическими моделями обеспечивает рентабельную работу мостостроительной организации в жестких рыночных условиях, что требует научно-практического подхода к его разработке и обоснованию применительно к конкретным условиям строительства.

Для повышения эффективности производства требуется улучшение использования трудовых ресурсов, строительной техники и материалов. Это можно реализовать путем углубления специализации и оптимизации мощности подразделений, разработкой типовых технологических процессов, унификацией конструкций. Нами выполнен анализ длин мостовых переходов в Сибирском федеральном округе (СФО) при строительстве новых и реконструкции мостов (рис. 1). Ряд районов строительства характеризуется суровым, резко континентальным климатом, сложными инженерно-геологическими условиями, аналогичными районам БАМа. Поэтому целесообразно обратиться к опыту строительства мостов на БАМе. На направлении Тынды — Чара из общего количества искусственных сооружений (ИС) одну треть составляли водопропускные трубы, около 40 % — свайно-эстакадные мосты, остальные ИС — большие и средние мосты. Анализ конструктивных решений, принятых в проектах мостов, позволил

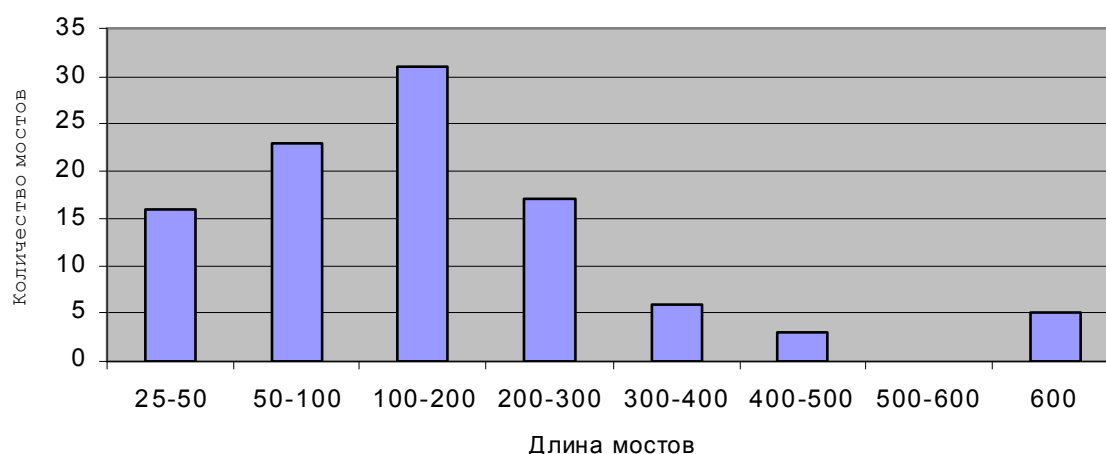


Рис. 1. Количественное распределение мостов в зависимости от длин мостовых переходов

выделить 8 типов мостов. Для них были разработаны типовые технологические сетевые модели (рис. 2–9). Каждый график состоит из нескольких частей — фрагментов, описывающих выполнение работ по отдельным конструктивным элементам: опоры, пролетные строения, конусы, укрепление русла. Количество фрагментов определяется количеством опор. В типовой сетевой модели выполнение работ сильно запараллелено. При необходимости рассматривались варианты с последовательным производством работ на отдельных опорах.

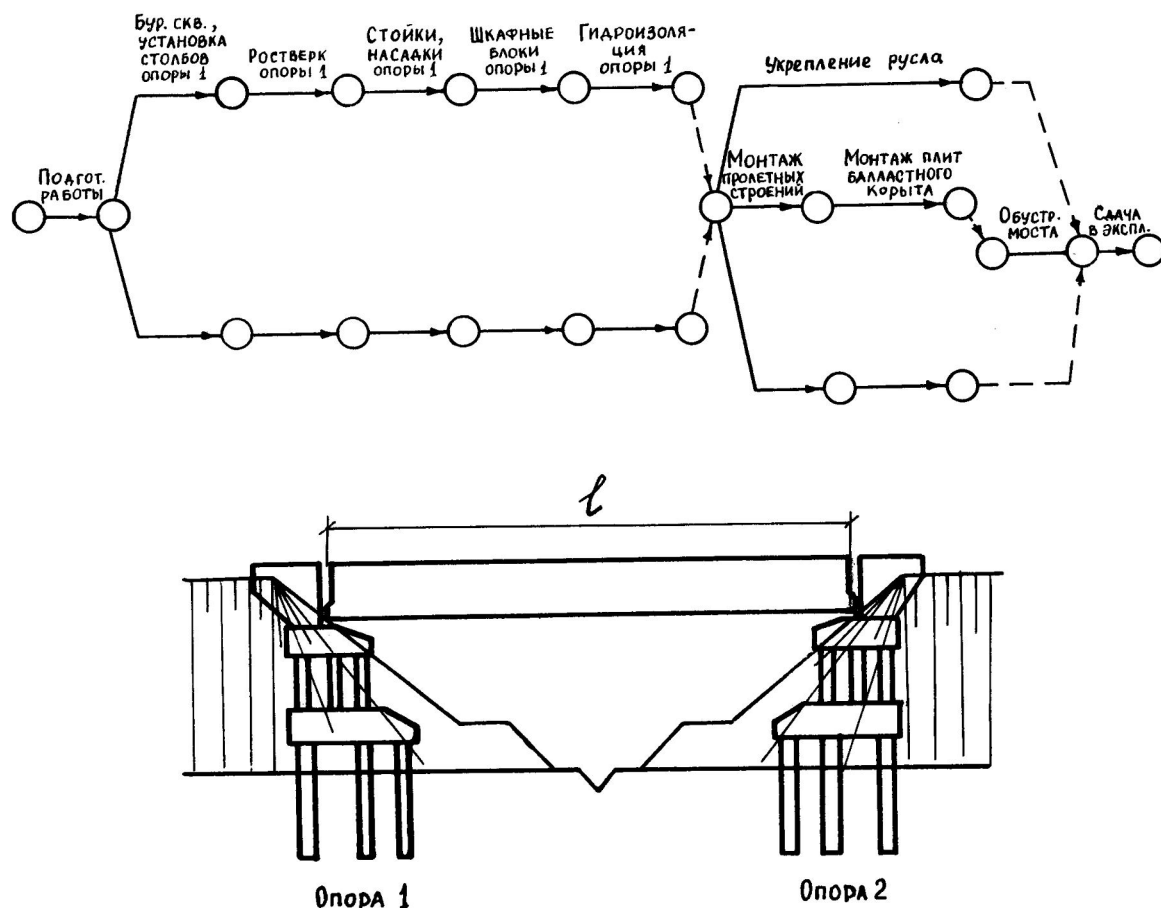


Рис. 2. Технологические модели строительства мостов первого типа
($l = 9,3; 11,5; 13,5; 16,5; 23,5; 27,6$)

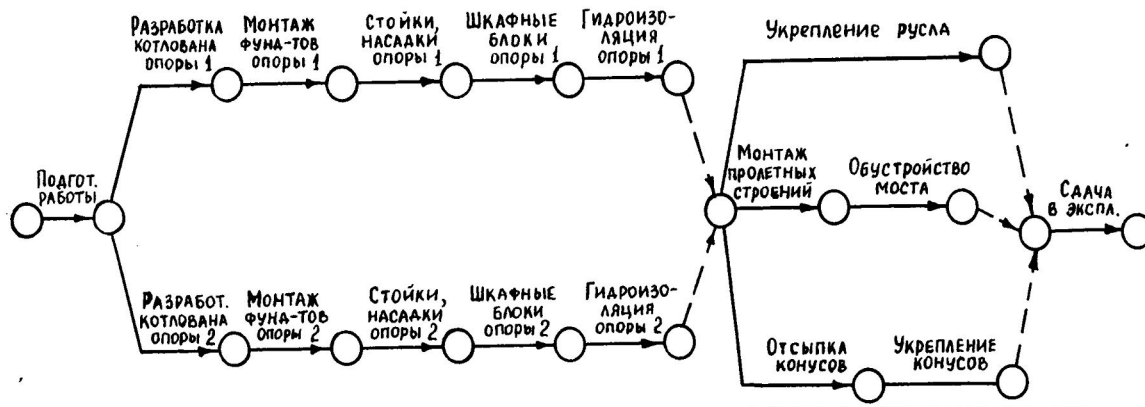


Рис. 3. Технологические модели строительства мостов второго типа
($l = 9,3; 11,5; 13,5; 16,5$)

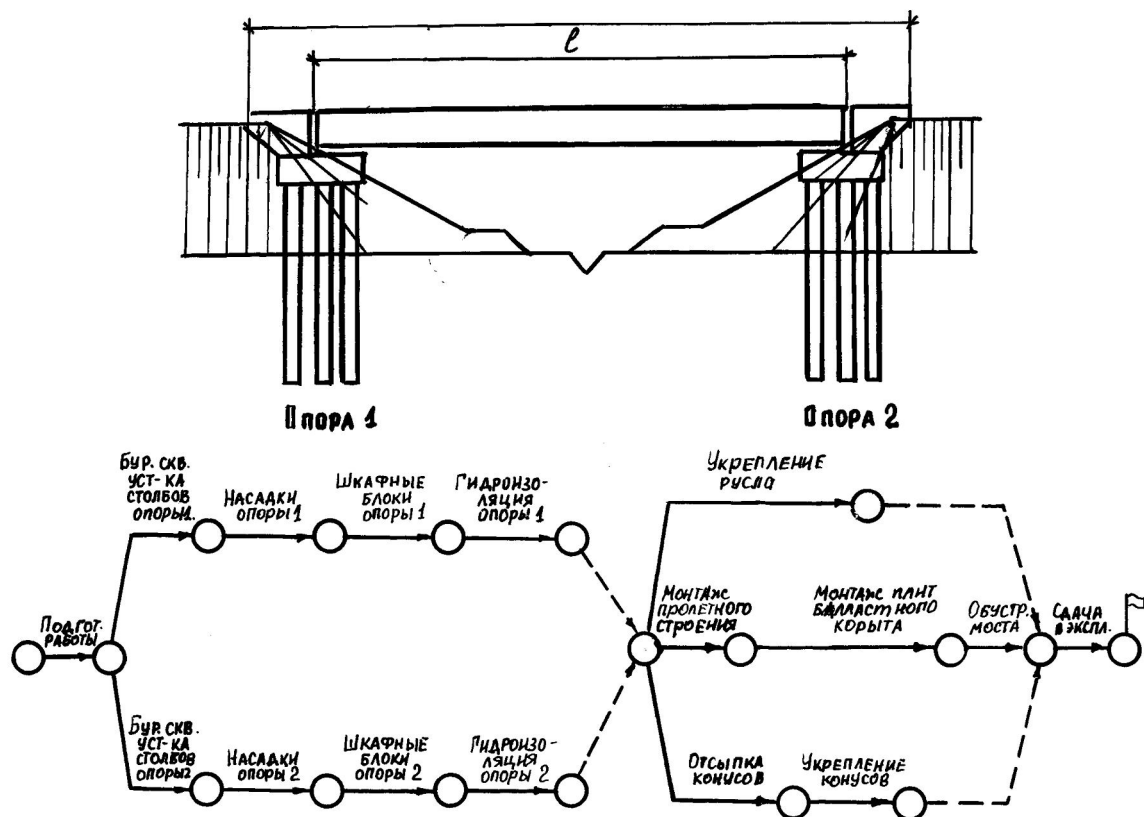


Рис. 4. Технологические модели строительства мостов третьего типа
($l = 9,3; 13,5; 16,5; 23,6; 27,6; 34,2$)

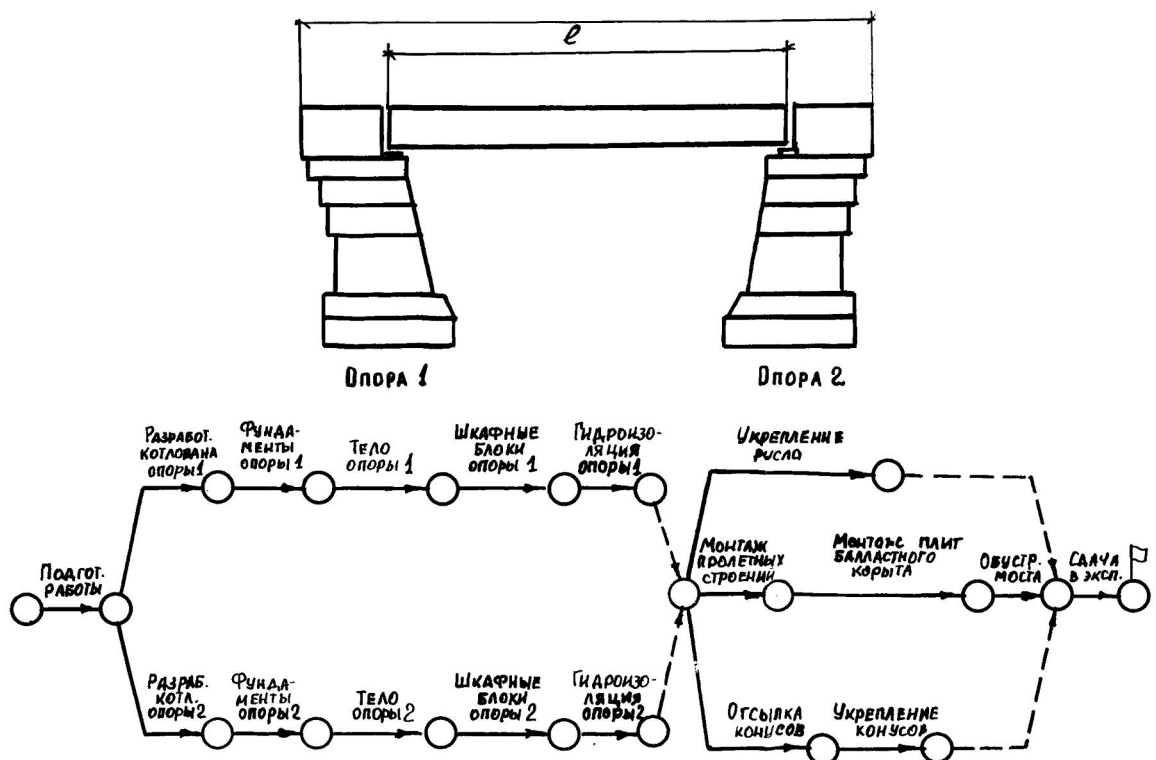


Рис. 5. Технологические модели строительства мостов четвертого типа
($l = 9,3; 11,5; 15,5; 16,5; 23,6; 27,6; 34,2$)

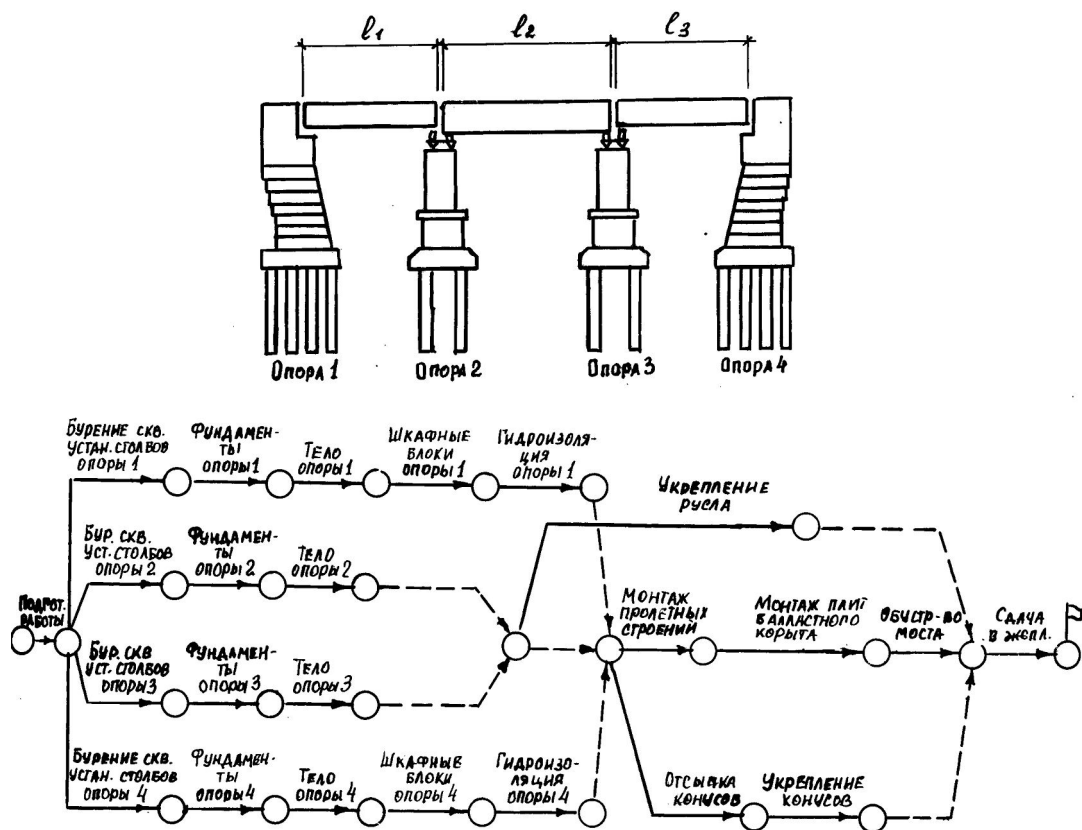


Рис. 6. Технологические модели строительства мостов пятого типа

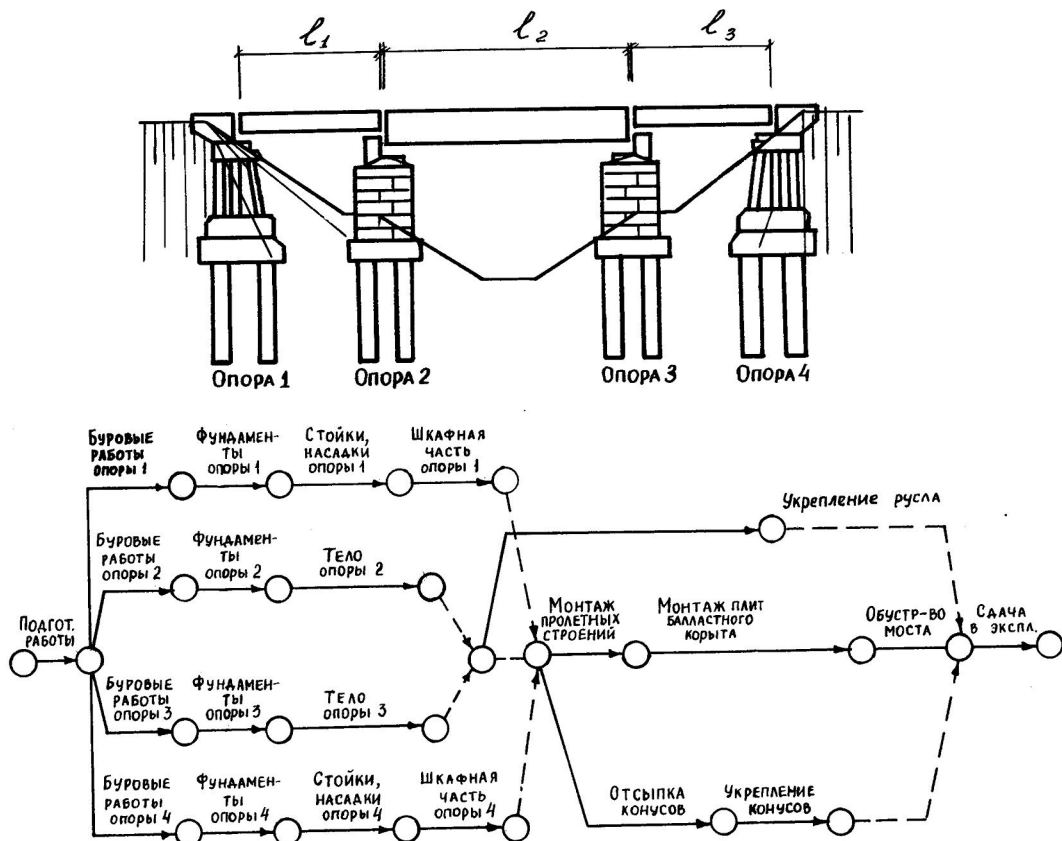


Рис. 7. Технологическая модель строительства мостов шестого типа

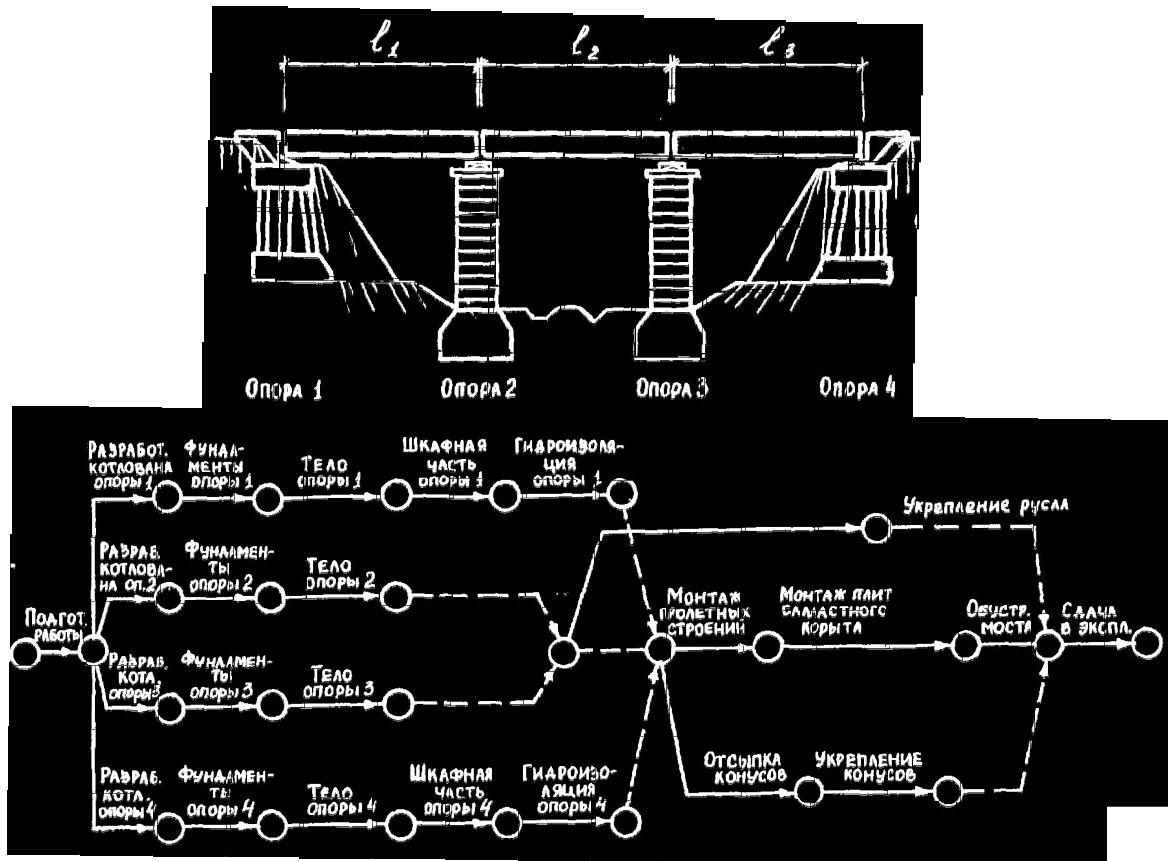


Рис. 8. Технологическая модель строительства мостов седьмого типа

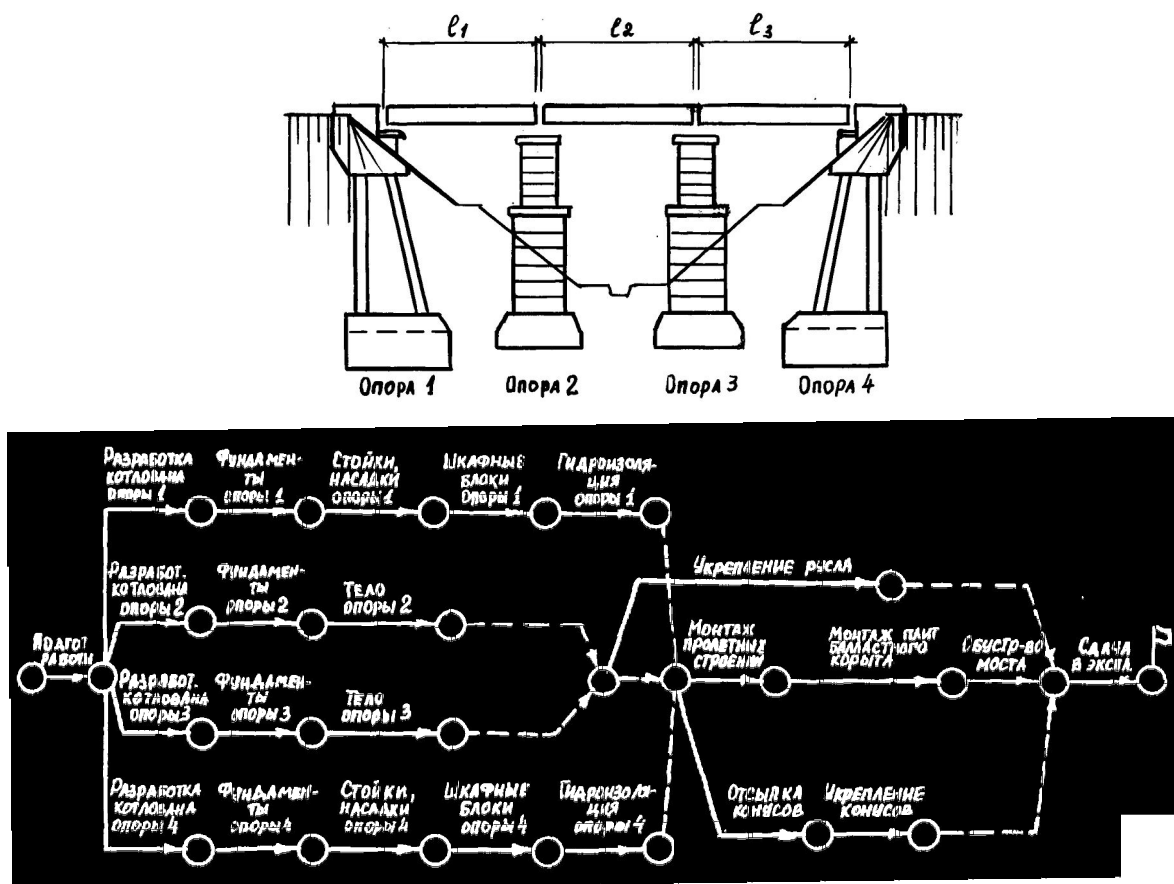


Рис. 9. Технологическая модель строительства мостов восьмого типа

При рассмотрении конкретного объекта следует, во-первых, определить тип моста, во-вторых, определить основные параметры сетевой модели и, в-третьих, назначить порядок сооружения опор. В плановых расчетах используется типовая сеть со скорректированными с учетом конкретных условий временными оценками и связями между фрагментами. Наличие типовых моделей существенно облегчало решение задач планирования. Безусловно, они будут также полезны при реализации программы развития сети автомобильных дорог СФО.

Уровень организации работ на объектах, темпы их выполнения в значительной мере зависят от четкости работы системы управления. Ее совершенствование нам представляется на пути перехода к методам проектного управления.

До настоящего времени в мостостроении под термином «проект» подразумевается комплект документации, содержащий конструктивные решения по мостовому сооружению, мероприятия по технологии и организации работ, технико-экономические расчеты и обоснования (проект организации строительства, проект производства работ, проект организации работ).

В зарубежной практике (США) с середины 50-х гг. прошлого века при строительстве сложных и крупных объектов начали применяться интегрированные методы управления как вид деятельности, связанный с целенаправленными изменениями материальной среды. Основанная на системном подходе организация строительства конкретного объекта от обоснования инвестиций до начала эксплуатации называется управлением проектом. ОАО «Сибмост» осуществлен ряд крупных проектов, хотя управление проектами как самостоятельная область исследований и практического применения ранее не рассматривалась. Вместе с тем элементами методов управления проектами являлись сетевое планирование и управление. Современная методология управления проектами сформировалась в ходе развития программно-целевых методов планирования.

Управление проектами в ходе своего развития и распространения превращаются в сферу профессиональной деятельности. В Европе в 1965 г. создана Международная ассоциация управления проектами (International Project Management Association — IPMA, первое название — INTERNET). В США в 1969 г. основан Институт управления проектами (Project Management Institute — PMI). В 1990 г. образована Российская ассоциация по управлению проектами «СОВНЕТ», входящая в состав IPMA.

Разработан национальный нормативный документ «Управление проектами: Основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов».

Рыночные условия развития экономики, жесткая конкуренция в мостостроении, выход ОАО «Сибмост» на международный рынок делают актуальными проблемы формирования современной методологии управления проектами и сертификации специалистов.

Введем отдельные термины и определения проектного управления.

Проект (Project) — четко определенная последовательность состояний объекта, обеспечивающих достижение некоторой цели путем перевода системы из исходного состояния в конечное при заданных временных, материальных и финансовых ограничениях.

Цель проекта — результат деятельности, определяемый ведущим замыслом проекта.

Дерево целей — иерархическая совокупность целей (подцелей), определяющих дополнительные и промежуточные результаты реализации проекта в фазовом пространстве состояний.

Жизненный цикл проекта (Project Life Cycle) — период времени от момента инициирования проекта до достижения поставленных целей.

Фазы проекта (Project Phase) — совокупность логически взаимосвязанных действий, переводящих проект из одного состояния в другое, в котором достигаются промежуточные результаты, определенные деревом целей.

Предынвестиционная фаза (начальная или концептуальная — Project Concept Phase) — совокупность действий по разработке концепции проекта, предпроектного и технико-экономического обоснования инвестиций, принятия решений об инвестициях.

Фаза планирования и разработки проекта (Project Development Phase) — совокупность действий, выраженных в этапах планирования работ по проекту, разработки проектной документации, формирования бюджета проекта, выбора участников проекта, заключения договоров на выполнение работ по реализации проекта.

Фаза реализации проекта (Project Implementation Phase) — совокупность действий, включающих организацию и выполнение работ по реализации проекта.

Участники проекта (Project Stakeholders) — физические и юридические лица, непосредственно вовлеченные в проект, а также лица, интересы которых затрагиваются в ходе осуществления проекта.

В качестве примера приведем применение метода управления проектом по демонтажу металлического пролетного строения моста через р. Бердь.

1. Управление содержанием проекта

Процесс Инициация (Initiation)

Процесс инициации заключается в формулировании замысла проекта, признании его существования в компании и назначении руководителя. Проект является средством реализации стратегии. Анализ осуществимости проекта выполняется на стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) с предварительным бизнес-планированием.

Содержание проекта определяется его назначением. Нами рассмотрен проект по демонтажу металлического и железобетонных пролетных строений моста через р. Бердь. В состав проекта производства работ входят следующие работы:

- подготовительные работы;
- демонтаж дорожной одежды и железобетонной плиты проезжей части;
- демонтаж металлического пролетного строения $L = 87,6$ м;
- демонтаж железобетонных пролетных строений $L = 28,8$ м.

Настоящий проект производства работ разработан в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- СНиП 3.01.01–85* «Организация строительного производства»;
- СНиП 3.06.04–91 «Мосты и трубы»;
- СНиП 12-03–2001 «Безопасность труда в строительстве».

На этапе подготовительных работ выполняется подготовка плавсистемы для демонтажа металлического пролетного строения, вынос коммуникаций и устройство строительной площадки и рабочего поселка.

Для демонтажа металлического пролетного строения используется плавсистема, состоящая из четырех барж грузоподъемностью 1000 т. Баржи оборудованы временными опорами.

Временные опоры на баржах № 1, 2 выполняются из элементов фермоподъемника ФП-500М. Обустройство барж № 1, 2 временными опорами выполняется применительно к чертежам проекта «Демонтаж пролетного строения $L = 110$ м в пролете 5–6; 6–7; 7–8 моста через р. Обь на 222–223 км в г. Барнауле».

Временные опоры на баржах № 3, 4 выполняются применительно к чертежам 6/1705-4 л. 1, 2 «Опорная конструкция», разработанным АО «Инженерный центр судостроения». Работы по обустройству барж № 3, 4 выполняются применительно к чертежам проекта «Демонтаж пролетного строения $L = 110$ м в пролете 5–6; 6–7; 7–8 моста через р. Обь на 222–223 км в г. Барнауле».

Работы по обстройке барж ведутся на строительной площадке опоры ц 8 моста через р. Обь у пос. Красный Яр. Монтаж металлоконструкций ведется краном Hitachi КН-300 г/п 63 т, установленном на барже г/п 2800 т.

Металлоконструкции временных опор и элементов фермоподъемника автотранспортом доставляются к месту монтажа, затем краном перегружаются на обстраиваемую баржу и устанавливаются в проектное положение.

По окончании обстройки очередная баржа теплоходом транспортируется к месту производства работ. Перед установкой барж под демонтируемый пролет и сборкой плавсистемы производится подтопление барж до необходимых отметок (в настоящей статье поясняющие рисунки и чертежи не приводятся).

Строительная площадка устраивается на левом (со стороны г. Бердска) и правом (со стороны г. Новосибирска) берегах р. Бердь. На левом берегу устраивается рабочий поселок из временных зданий контейнерного типа.

Временные опоры № 1, 2 устраиваются из элементов фермоподъемника ФП-500. На правом берегу планируется горизонтальная площадка для устройства сборного стапеля и площадки для складирования элементов нового металлического пролетного строения.

Демонтаж металлического пролетного строения $L = 87,6$ м проводится следующим образом.

Собранная плавсистема устанавливается под демонтируемым пролетным строением и раскрепляется за опоры железнодорожного и автодорожного мостов, расположенных выше и ниже по течению.

Отрыв и подъем пролетного строения производится путем откачки балласта из барж плавсистемы. Откачка ведется одновременно в двух крайних баржах, и производится отрыв пролетного строения от опорных частей; осуществляется откачка двух средних барж и опирание пролетного строения на четыре временные опоры.

Работы по демонтажу пролетного строения ведутся в следующей технологической последовательности.

Э т а п 1. Производится разборка двух крайних панелей ферм с обеих сторон. Кран устанавливается на береговых железобетонных пролетных строениях сначала со стороны г. Новосибирска, затем со стороны г. Бердска.

Э т а п 2. Плавсистема перемещается к промежуточной опоре со стороны г. Бердска тяговыми лебедками барж № 3, 4 и в данном положении раскрепляется. Производится разборка двух панелей фермы, кран установлен на береговом железобетонном пролетном строении со стороны г. Бердска.

Э т а п 3. Производится передача нагрузок с лебедок баржи № 4 на запасные лебедки баржи № 2. Лебедки баржи ц 4 переставляются на баржу № 1. Учалки барж № 2, 4 демонтируются, и баржа ц 4 выводится из зоны производства работ. Плавсистема перемещается к промежуточной опоре со стороны г. Бердска и раскрепляется тяговыми лебедками барж № 3, 2.

Э т а п 4. Производится разборка двух панелей фермы, кран установлен на береговом железобетонном пролетном строении со стороны г. Бердска.

Э т а п 5. Производится передача нагрузок с лебедок баржи № 2 на запасные лебедки баржи № 1. Лебедки баржи № 2 переставляются на баржу № 3. Учалки барж № 1, 2 демонтируются, и баржа № 2 выводится из зоны производства работ. Плавсистема перемещается к промежуточной опоре со стороны г. Бердска и раскрепляется тяговыми лебедками барж № 3, 1.

Э т а п 6. Производится разборка двух панелей фермы, кран установлен на береговом железобетонном пролетном строении со стороны г. Бердска.

Э т а п 7. Производится передача нагрузок с лебедок баржи № 1 на запасные лебедки баржи № 3. Учалки барж № 3, 1 демонтируются, и баржа № 1 выводится из зоны производства работ. Плавсистема перемещается к промежуточной опоре со стороны г. Бердска и раскрепляется тяговыми лебедками баржи № 3.

Э т а п 8. Производится разборка оставшейся части фермы.

Демонтаж железобетонных пролетных строений $L = 87,6$ м осуществляется в следующей последовательности.

Разборка железобетонных пролетных строений ведется краном РДК-400 г/п 40 т, установленном непосредственно на разбираемом пролетном строении. Разборка ведется в направлении от промежуточной опоры к берегу. Конец консоли пролетного строения подклинивается.

Разборка железобетонных пролетных строений производится в следующей последовательности:

- снятие дорожной одежды с пролетного строения (асфальтобетонное покрытие, слой гидроизоляции и выравнивающий слой);
- демонтаж перильного ограждения;
- отделение тротуарных консолей от плиты (балок) пролетного строения продольными и поперечными швами;
- отделение плит тротуарных консолей;
- демонтаж плиты проезжей части между главными балками с вывозкой в отвал;
- демонтаж главных балок.

Блоки пролетного строения краном РДК-400 грузятся в автосамосвалы и транспортируются в отвал.

2. Управление временем проекта

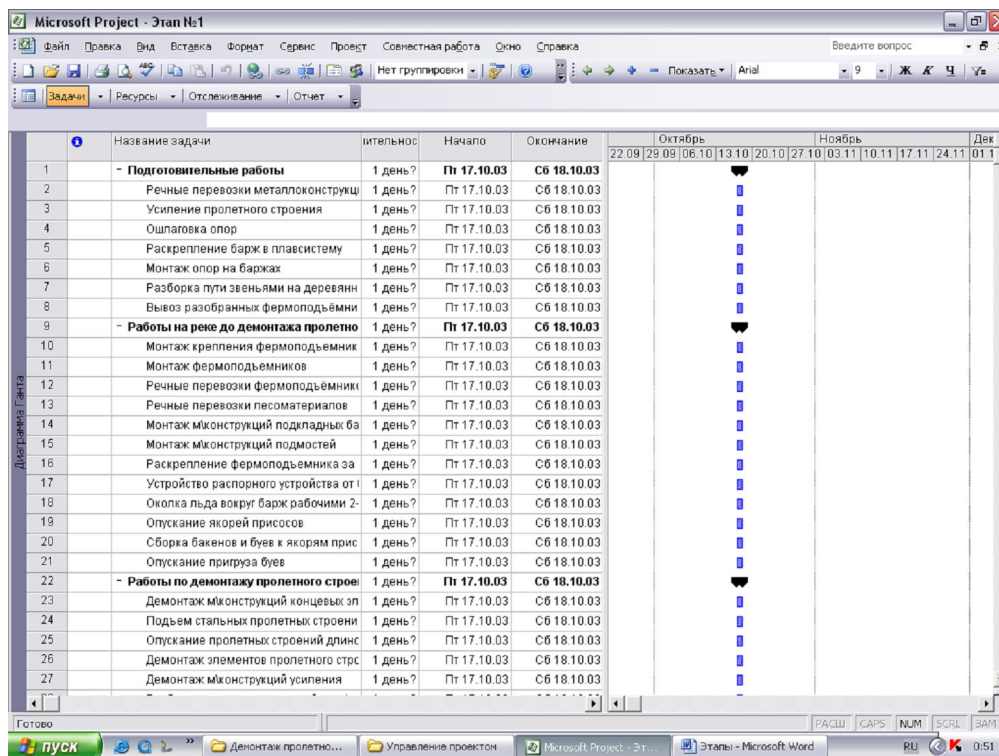
Процесс Определение состава работ (Activity Definition)

Подсчет объемов работ осуществляется отдельно для подготовительного и основного периодов возведения объекта.

Ниже приведены фрагменты примененного программного комплекса Microsoft Office Project по этапам.

Этап 1. Внесение работ и определение их уровня.

Процесс Определение продолжительности работ (Activity Duration Estimation)



Продолжительность выполнения работ, в которых преобладают ручные операции, определяется следующим образом:

$$t_i = \frac{R_i}{N_i n_{\text{см}} \alpha}, \quad i = \overline{1, K}, \quad (1)$$

где R_i — трудоемкость i -го вида работ, чел.-дн.; N_i — состав бригады (сменный) на i -м виде работ; $n_{\text{см}}$ — число смен работы в сутках; α — коэффициент перевыполнения норм; K — число работ.

Продолжительность механизированных работ определяют, исходя из сменной эксплуатационной производительности строительных машин и механизмов $\Pi_{\text{э, см}}$:

$$t_{i \text{ мех}} = \frac{P_i}{\Pi_{\text{э, см}} n_{\text{см}} \alpha}, \quad (2)$$

где P_i — объем i -го вида работ в физических единицах измерения.

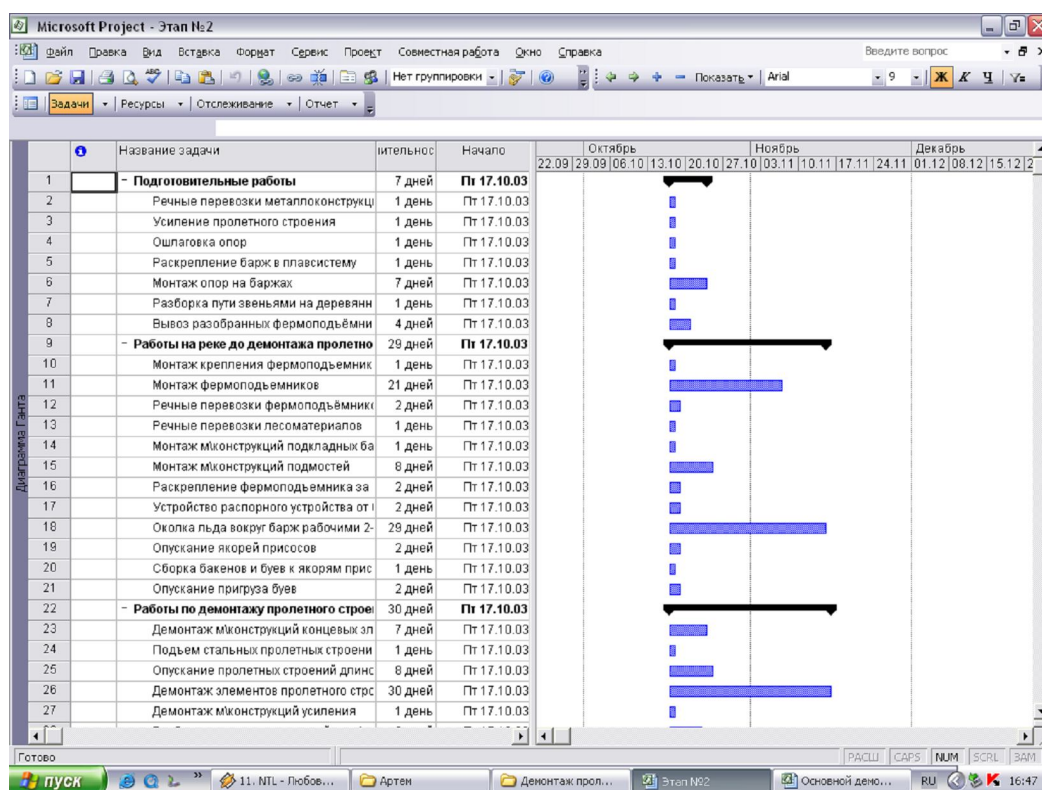
Процесс Определение последовательности работ (Activity Sequencing)

Последовательность работ проекта может быть представлена набором работ, линейной моделью Ганта, сетевой моделью, обобщенной сетевой моделью. Между парой работ (предшествующая работа — последующая работа) могут быть установлены связи: «конец — начало», «начало — начало», «конец — конец». По соотношению между связываемыми событиями можно установить:

- связи непосредственного следования;
- связи с задержкой;
- связи с опережением.

Связи с опережением можно установить по времени t , расстоянию r , объему V .

Э т а п 2. Определение длительности работ (из расчета 2 см /сут и количества рабочих на каждом виде работ). Исключение составляет демонтаж элементов пролетного строения, который ведется в три смены.



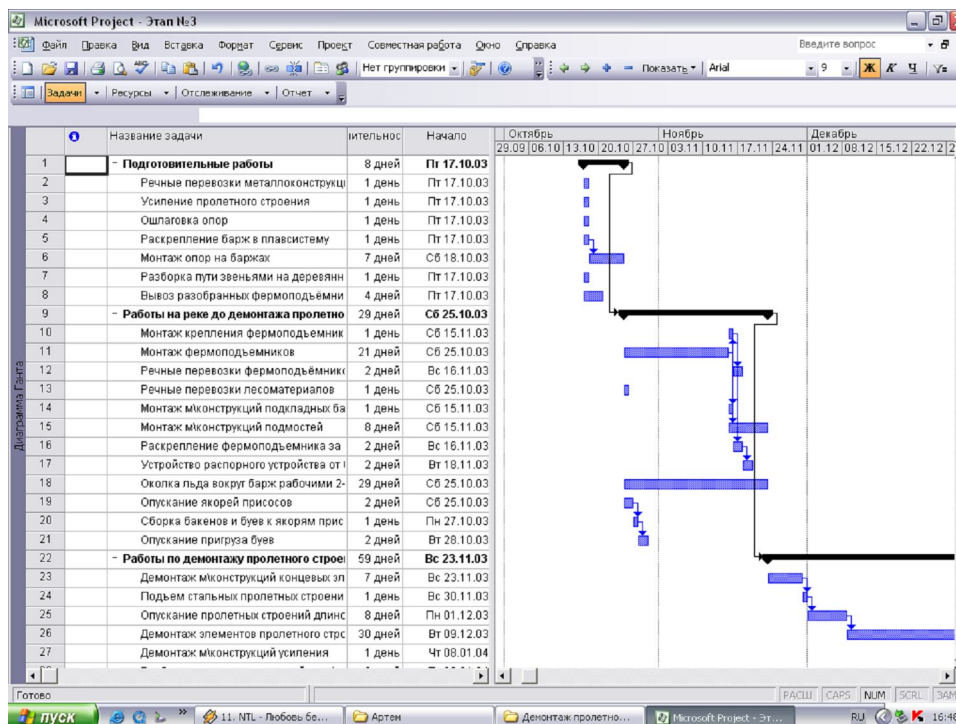
Процесс Разработка расписания (Schedule Development)

Расписание работ определяется сроками их начала и окончания, на которые могут накладываться временные ограничения: «не раньше», «не позже», «точно в срок».

3. Управление стоимостью проекта

Стоимость проекта определяется суммарной стоимостью материальных ресурсов, стоимостью и продолжительностью работ. Сумма затрат по проекту эквивалентна его общей стоимости.

Этап 3. Установление связей.



Управление стоимостью проекта представляет собой процессы обеспечения его реализации в соответствии с поставленными целями и ограничениями (условиями). Цель управления стоимостью (затратами) состоит в разработке политики, процедур и методов планирования ресурсов и контроля затрат. Управление стоимостью включает следующие процессы:

- оценку стоимости проекта;
- бюджетирование;
- контроль стоимости;
- стоимостной анализ проекта.

Процесс Планирование ресурсов проекта (Resource Planning)

Ресурсы проекта подразделяют на два основных типа: невозпроизводимые (складируемые): финансовые, материальные, энергетические; воспроизводимые (нескладируемые): трудовые ресурсы, машины и механизмы, оборудование.

По способу использования ресурсы делятся на делимые и неделимые; по времени потребления — на начало работы, на проектный объем, равномерно, порциями.

Планирование ресурсов проекта выполняется в три этапа:

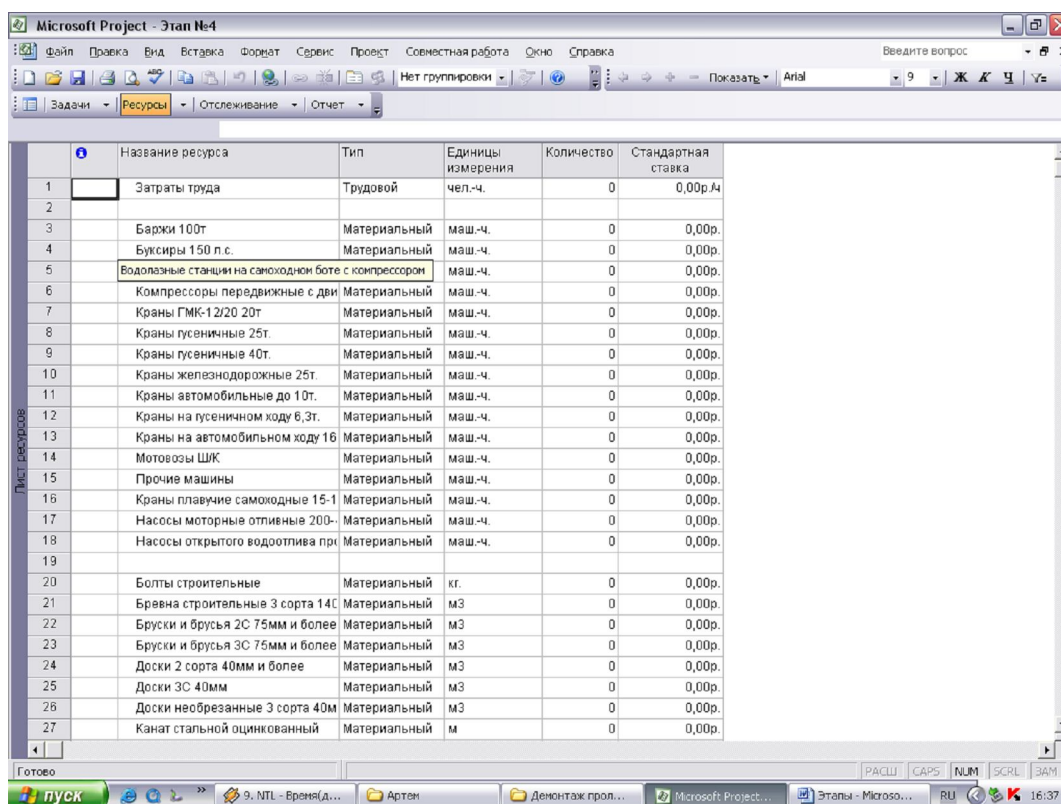
- определение потребности ресурсов и затрат;
- назначение ресурсов и затрат на работы;
- анализ расчетов на модели расписания работ и разрешение возникших противоречий.

Определение потребности трудовых ресурсов при заданной продолжительности работы рассчитывается по формуле (3).

$$N_i = \frac{R_i}{t_i n_{cm} \alpha}, \quad i = \overline{1, K}. \quad (3)$$

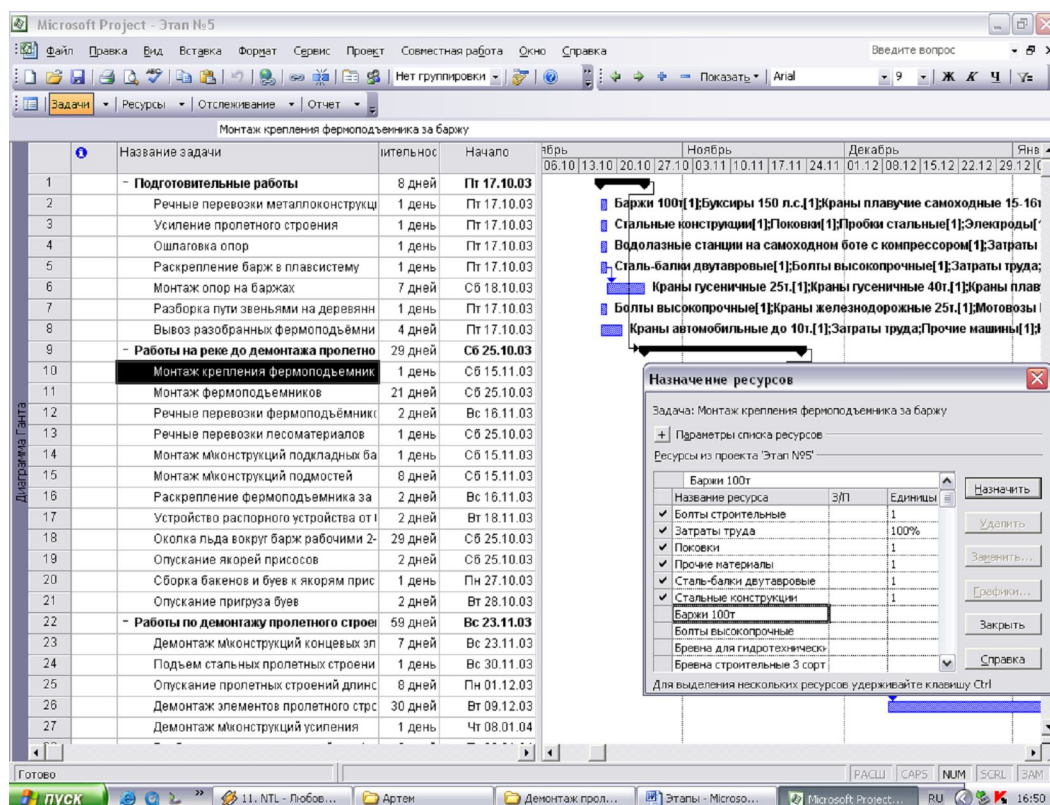
Потребность в материальных ресурсах обычно определяется из проектно-сметной документации.

Этап 4. Ввод ресурсов.



	Название ресурса	Тип	Единицы измерения	Количество	Стандартная ставка
1	Затраты труда	Трудовой	чел.-ч.	0	0,00р./ч
2					
3	Баржи 100т	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
4	Буксиры 150 п.с.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
5	Водолазные станции на самоходном боте с компрессором	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
6	Компрессоры передвижные с дви	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
7	Краны ГМК-12/20 20т	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
8	Краны гусеничные 25т.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
9	Краны гусеничные 40т.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
10	Краны железнодорожные 25т.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
11	Краны автомобильные до 10т.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
12	Краны на гусеничном ходу 6,3т.	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
13	Краны на автомобильном ходу 16	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
14	Мотовозы ШЖ	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
15	Прочие машины	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
16	Краны плавучие самоходные 15-1	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
17	Насосы моторные отливные 200-	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
18	Насосы открытого водоотлива пр	Материальный	маш.-ч.	0	0,00р.
19					
20	Болты строительные	Материальный	кг.	0	0,00р.
21	Бревна строительные 3 сорта 14с	Материальный	м3	0	0,00р.
22	Бруски и брусья 2С 75мм и более	Материальный	м3	0	0,00р.
23	Бруски и брусья 3С 75мм и более	Материальный	м3	0	0,00р.
24	Доски 2 сорта 40мм и более	Материальный	м3	0	0,00р.
25	Доски 3С 40мм	Материальный	м3	0	0,00р.
26	Доски необрезанные 3 сорта 40м	Материальный	м3	0	0,00р.
27	Канат стальной оцинкованный	Материальный	м	0	0,00р.

Этап 5. Присвоение ресурсов.



Название задачи	Длительность	Начало	Конец
1 - Подготовительные работы	8 дней	Пт 17.10.03	
2 Речные перевозки металлоконструкц	1 день	Пт 17.10.03	
3 Усиление пролетного строения	1 день	Пт 17.10.03	
4 Ошлаговка опор	1 день	Пт 17.10.03	
5 Раскрепление барж в плавсистему	1 день	Пт 17.10.03	
6 Монтаж опор на баржах	7 дней	Сб 18.10.03	
7 Разборка пути звеньями на деревянн	1 день	Пт 17.10.03	
8 Вывоз разобранных фермоподъемни	4 дней	Пт 17.10.03	
9 - Работы на реке до демонтажа пролетн	29 дней	Сб 25.10.03	
10 Монтаж крепления фермоподъемник	1 день	Сб 15.11.03	
11 Монтаж фермоподъемников	21 дней	Сб 25.10.03	
12 Речные перевозки фермоподъемник	2 дней	Вс 18.11.03	
13 Речные перевозки лесоматериалов	1 день	Сб 25.10.03	
14 Монтаж миконструкций подкладных ба	1 день	Сб 15.11.03	
15 Монтаж миконструкций подмостей	8 дней	Сб 15.11.03	
16 Раскрепление фермоподъемника за	2 дней	Вс 16.11.03	
17 Устройство распорного устройства от	2 дней	Вт 18.11.03	
18 Окопка льда вокруг барж рабочими 2-	29 дней	Сб 25.10.03	
19 Опускание якорей присосов	2 дней	Сб 25.10.03	
20 Сборка бакенов и буйв к якорям прис	1 день	Пн 27.10.03	
21 Опускание пригруза буйв	2 дней	Вт 28.10.03	
22 - Работы по демонтажу пролетного стро	58 дней	Вс 23.11.03	
23 Демонтаж миконструкций концевых зп	7 дней	Вс 23.11.03	
24 Подъем стальных пролетных строени	1 день	Вс 30.11.03	
25 Опускание пролетных строений длинс	8 дней	Пн 01.12.03	
26 Демонтаж элементов пролетного стр	30 дней	Вт 09.12.03	
27 Демонтаж миконструкций усиления	1 день	Чт 08.01.04	

Название ресурса	Э/П	Единицы	Назначить
Баржи 100т			
Болты строительные		1	
Затраты труда		100%	
Поковки		1	
Прочие материалы		1	
Сталь-балки двутавровые		1	
Стальные конструкции		1	
Болты высокопрочные			
Бревна для гидротехническо			
Бревна строительные 3 сорт			

Процесс Оценка стоимости (Cost Estimating)

Управление стоимостью проекта осуществляется на протяжении всего жизненного цикла. На каждой его стадии в зависимости от цели проекта могут применяться разные виды и методы оценки стоимости проекта.

На стадии разработки рабочей документации целью оценки является получение основы для расчетов и управления стоимостью проекта, источник оценки — сметная документация. Погрешность составляет 3–5 %.

На стадии реализации проекта цель оценки заключается в определении стоимости выполненных работ (по фактическим затратам на реализованные работы) и прогнозировании стоимости по предстоящим работам. Соответственно погрешность оценки составляет 0 % и 3–5 %.

Аналогичные оценки стоимости проводятся на стадиях сдачи в эксплуатацию и завершения проекта.