

**9/17/3**

**Одобрено кафедрой  
«Эксплуатация железных дорог»**

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями  
для студентов V курса**

**специальности**

**190701 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ НА  
ТРАНСПОРТЕ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ) (Д)**

**РОАТ**

**Москва – 2010**

С о с т а в и т е л и : канд. техн. наук, доц. Кузнецова Т.Г.;  
канд. техн. наук, ст. преп. Сухогозова И.В.;  
ст. преп. Буракова А.В.

Р е ц е н з е н т : д-р техн. наук, проф. Апатцев В.И.

---

## УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями

Редактор *П.В. Елистратова*  
Корректурa *Д.Н. Тихоныхев*  
Компьютерная верстка *А.Ю. Байкова*

---

Тип. зак.	Изд. зак. 135	Тираж 1 000 экз.
Подписано в печать 09.11.10	Гарнитура NewtonС	Ризография
Усл. печ. л. 2,5		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Редакционный отдел  
Информационно-методического управления РОАТ,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РОАТ,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Управление предприятием» студенты должны выполнить контрольную работу, состоящую из двух задач.

*Цель контрольной работы* – проверить умение студентов применять на практике основные положения дисциплины.

В первой задаче требуется на основе анализа степени влияния факторов внешней среды на технологический процесс производственной организации, в которой работает студент, сформировать перечень конфликтных ситуаций, оказывающих возмущающее воздействие на устойчивую работу предприятия. Данный анализ позволит выявить источник возникновения проблемных ситуаций, составить прогноз развития событий и составить обоснованный план действия.

Во второй задаче необходимо, используя метод сетевого планирования, разработать оптимальный график обслуживания подъездных путей грузовой станции.

Исходные данные для выполнения задачи 2 определяются по учебному шифру студента. Контрольная работа, выполненная по исходным данным, не соответствующая шифру студента, зачету не подлежит.

**На титульном листе должны быть подпись студента и дата сдачи контрольной работы.**

**В начале задачи необходимо указать данные, что требуется в задаче и лишь затем выполнять решение.**

**В конце контрольной работы необходимо указывать список литературы.**

## ЗАДАЧА 1

### АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Дано:** организация, в которой работает студент.

**Требуется:** на основе анализа технологического процесса производственной организации сформировать перечень объектов, деятельность которых необходимо учитывать при выработке управленческих решений (указать среду прямого воздействия: вышестоящий орган, поставщики, потребители и конкуренты). С помощью косоугольной матрицы технологических взаимосвязей подразделений производственной организации и объектов внешней среды разработать список конфликтных ситуаций, оказывающих возмущающее воздействие на устойчивую работу производственной организации. Дать описание конфликтных ситуаций.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В курсе «Управление предприятием» центральное место принадлежит теории принятия решений. Производственная организация не сможет эффективно и устойчиво функционировать, т.е. достигать стоящих перед ней целей, если управляющая подсистема не будет вырабатывать своевременных и адекватных сложившейся ситуации управленческих воздействий. Основой процесса управления является информация: от ее полноты, достоверности и времени поступления зависит качество принимаемых решений. Сегодняшняя экономическая ситуация характеризуется высокой динамичностью протекающих процессов. Это вынуждает руководителей расширять спектр требующих учета факторов внешней среды производственной организации, чтобы успешно адаптироваться к происходящим изменениям. По характеру влияния на производственную организацию факторы подразделяют на относящиеся к среде косвенного или прямого воздействия.

Среда косвенного воздействия обычно не оказывает немедленного влияния на деятельность организации. Тем не менее

руководители должны учитывать ее, пытаясь спрогнозировать возможные последствия для организации. Значимыми факторами среды косвенного воздействия являются:

1. Общие изменения состояния экономики (текущее и прогнозируемое), влияющие на стоимость ресурсов и способность потребителей покупать определенные товары и услуги – темпы инфляции и дефляции, уровень занятости населения, международный платежный баланс, стабильность валют за рубежом, налоговая ставка.

2. Политическая стабильность – политические документы местных органов и правительства, кредиты федерального правительства, соглашения по тарифам и торговле с зарубежными государствами.

3. Международные – легкость доступа к сырьевым базам зарубежных государств, деятельность иностранных производителей, изменение валютного курса и политических решений в странах, выступающих в роли инвестиционных объектов.

4. Технологические нововведения в отрасли, влияющие, в частности, на то, какого рода услуги ожидают потребители от производственной организации.

5. Социокультурные факторы, отражающие меняющиеся ожидания, отношения и нравы общества – отношение общества к предпринимательству, роль женщины и национальных меньшинств в обществе, движение в защиту прав потребителей.

6. Рыночные факторы – изменяющиеся демографические условия, жизненные циклы различных изделий и услуг, легкость проникновения на рынок, распределение доходов населения, уровень конкуренции в отрасли.

Среда прямого воздействия включает факторы, которые, с одной стороны, непосредственно и немедленно влияют на технологический процесс организации, а, с другой стороны, сами испытывают на себе прямое влияние организации. К этим факторам относятся:

1. Поставщики основных видов ресурсов-материалов, оборудования, энергии, рабочей силы и капитала;

2. Потребители, которые решают какие товары и услуги и по какой цене для них желательны;

3. Конкуренты – фактор, влияние которого в условиях рыночной экономики невозможно оспаривать. О своих конкурентах необходимо знать: удовлетворен ли конкурент сегодняшним своим положением; какие вероятные шаги или изменения в стратегии предпримет конкурент; в чем уязвимость конкурента; что может спровоцировать самые крупные и наиболее эффективные меры конкурента.

4. Состояние законодательства (трудового и налогового) и деятельность органов государственного регулирования.

При рассмотрении влияния внешнего окружения на организацию важно учитывать следующие характеристики:

- взаимосвязанность факторов, т.е. степень их взаимовлияния;
- вариативность или скорость изменения факторов (подвижность среды);
- количество и достоверность информации о влиянии выбранных факторов на организацию (неопределенность среды).

Самой большой проблемой при изучении внешнего влияния является преодоление неопределенности, которая является неизбежной характеристикой условий хозяйствования. Однако, существуют аналитические приемы снижения неопределенности. К ним относится процедура составления косоугольной матрицы технологических взаимосвязей производственной организации с объектами внешней среды. **Целью построения матрицы является выявление как можно более полного перечня возмущающих воздействий внешней среды на устойчивую работу организации.**

С помощью указанной матрицы могут быть выявлены конфликты, возникающие на этапе заключения договоров с внешними организациями в результате несовпадения интересов договаривающихся сторон; на этапе внедрения новых технологий и другие. Однако наибольший интерес представляет изучение оперативных ситуаций, оказывающих непосредственное и немедленное влияние на устойчивую работу производственной организации. Источниками таких ситуаций являются факторы среды прямого воздействия.

Алгоритм построения косоугольной матрицы складывается из последовательности этапов.

## 1 ЭТАП

### ФОРМИРОВАНИЕ СТРОК МАТРИЦЫ

В строки матрицы записываются все организации среды прямого действия, которые являются источниками внешних конфликтных ситуаций. **Под внешними конфликтными ситуациями понимаются сбои, возникающие между объектами внешней среды в процессе их взаимодействия или внутри них.** Такие ситуации фиксируются в косоугольной части матрицы, относящейся к строкам, обозначаются буквой «В» и имеют одно- или двухзначный индексы. При указании двухзначного индекса первой ставится цифра строки, соответствующей объекту, который является причиной возникновения данной ситуации.

Внешняя среда производственной организации подразделяется на директивную и равноправную среды. Директивная среда – это вышестоящая организация, находящаяся на высшем уровне структуры. К равноправной среде относятся поставщики, потребители и конкуренты.

В контрольной работе достаточно указать 5 объектов внешней среды и описать 5 конфликтных ситуаций на 4 этапе в табл. 1.1.

Первыми выявляются те конфликтные ситуации, которые возникают внутри указанных организаций и являются начальным звеном в цепочке взаимосвязанных сбоев в технологическом процессе рассматриваемой организации станции.

Затем, анализируя возможные взаимодействия указанных объектов внешней среды, выявляют конфликтные ситуации между ними.

## 2 ЭТАП

### ФОРМИРОВАНИЕ СТОЛБЦОВ МАТРИЦЫ

Всякая производственная организация с точки зрения функций, реализуемых в ней, может рассматриваться как состоящая из трех подсистем: производственной (ПП), обеспечивающей (ОП) и управляющей (УП).

**Целью производственной подсистемы является выполнение**

**операций в соответствии с технологическим процессом организации (выработка продукции, услуги), целью обеспечивающей – создание благоприятных условий для эффективного функционирования организации как во внешней, так и во внутренней среде (обеспечение кадрами, ресурсами, оборудованием и технологией), целью управляющей – выработка управленческих воздействий и решений, обеспечивающих устойчивое функционирование и целенаправленное развитие организации.**

На этом этапе необходимо проанализировать, к какой подсистеме относится то или иное структурное подразделение организации. Затем строится косоугольная часть матрицы, относящаяся к столбцам, в которой фиксируются внутренние конфликтные ситуации. Источником этих ситуаций может выступать любая из подсистем организации: производственная – сбои в технологическом процессе, обеспечивающая – сбои в обеспечении функционирования производственной подсистемы, управляющая – сбои в ходе процесса управления или недостаточность процесса управления. Такие ситуации обозначаются буквой «С» и имеют одно- или двухзначный индексы.

В контрольной работе достаточно указать 5 структурных подразделений внутренней среды и описать 5 конфликтных ситуаций на 4 этапе в табл. 1.1.

Для облегчения процесса выявления внутрипроизводственных ситуаций предлагается отслеживать всевозможные сбои на последовательных стадиях технологического процесса.

### **3 ЭТАП**

#### **ФОРМИРОВАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ЧАСТИ МАТРИЦЫ**

На пересечении строк и столбцов прямоугольной части матрицы фиксируются ситуации, возникающие в результате сбоев технологического взаимодействия между организациями внешней среды и подсистемами производственной организации (рис. 1.1). Им соответствует буквенное обозначение «ВС» и всегда двухзначный индекс.

В контрольной работе достаточно описать 5 конфликтных ситуаций на 4 этапе в табл. 1.1.

## 4 ЭТАП

### ОПИСАНИЕ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ

Описание конфликтных ситуаций осуществляется по следующим признакам: условное обозначение, источник возникновения, содержательная характеристика, причина возникновения.

**Необходимо дать описание 15 ситуаций, наиболее актуальных и часто повторяющихся.**

Таблица 1.1

#### Описание конфликтных ситуаций, возникающих в работе организации

Условное обозначение	Источник возникновения	Содержательная характеристика	Причина возникновения
1	2	3	4

Анализ внешней среды является плохо формализуемым этапом процесса принятия управленческих решений. Его должен выполнять человек, используя свой личный опыт руководства и опыт своих коллег. Чем меньше неизученных воздействий внешней среды на Вашу производственную организацию останется, тем более уверенным и точным станет Ваше управление ею и тем эффективнее и стабильнее будет функционировать Ваша организация.

В конце задачи необходимо выбрать одну из вышеперечисленных конфликтных ситуаций, наиболее часто повторяющуюся ситуацию, связанную непосредственно с рабочим местом студента, сделать наиболее полный анализ и дать свои предложения по решению данной конфликтной ситуации.

#### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

**Дано:**

Выберем в качестве производственной организации одно из основных линейных предприятий Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) – Российскую

открытую академию транспорта (РОАТ), в состав которой входят 5 факультетов, объединяющих 21 кафедру.

**Необходимо разобрать полную структуру организации – МИИТ.**

В состав университетского комплекса МИИТ входят: 37 филиалов высшего профессионального образования (ВПО) и среднего профессионального образования (СПО), это филиалы институты и колледжи, находящиеся в разных городах России (Воронеж, Нижний Новгород, Ярославль, Брянск, Смоленск и т. д.) и 2 представительства в г. Лабитнанги и г. Мичуринске.

В Москве в состав МИИТ входят два колледжа, 9 институтов и 2 академии: железнодорожный колледж и медицинский; Институт пути, строительства и сооружений (ИПСС); Институт систем управления телекоммуникаций и электрификации (ИСУТЭ); Институт транспортной техники и организации производства (ИТТОП); Институт управления и информационных технологий (ИУИТ); Институт экономики и финансов (ИЭФ); Гуманитарный институт (ГИ); Институт комплексной безопасности (ИКБ); Русско-немецкий институт (РНИ); Юридический институт (ЮИ); Российская академия путей сообщения (РАПС) и РОАТ, в состав которых входят соответствующие факультеты и кафедры.

Учредителем МИИТ является Федеральное агентство железнодорожного транспорта (ФАЖТ), а непосредственным органом государственного регулирования Министерство образования и науки.

**Необходимо определить продукт выработки организации или перечень предоставляемых ею услуг.**

РОАТ не производит продукции, а представляет различные образовательные услуги: обучение абитуриентов на подготовительных курсах; подготовка специалистов СПО и ВПО; а также реализует программы дополнительного профессионального образования (ДПО) для сотрудников ОАО «РЖД» и других предприятий; осуществляет обучение по программам послевузовского профессионального образования (аспирантура и докторантура).

Подразделения, которые непосредственно выполняют данные услуги (продукцию) и будут относиться к ПП организации.

### **Требуется:**

- выполнить анализ технологического процесса РОАТ;
- сформировать перечень организаций – объектов среды прямого воздействия (вышестоящий орган, поставщики, потребители и конкуренты);
- с помощью косоугольной матрицы технологических взаимосвязей подразделений РОАТ и объектов внешней среды разработать список конфликтных ситуаций, оказывающих возмущающее воздействие на устойчивую работу РОАТ;
- дать описание конфликтных ситуаций.

## **1 этап**

### **Формирование строк матрицы**

К органам государственного регулирования или объектам внешней директивной среды (ДС) РОАТ относятся:

1 строка. Министерство образования и науки РФ – разрабатывает законодательную базу об образовании, разрабатывает государственные образовательные стандарты, осуществляет контроль за деятельностью образовательных учреждений, выдает лицензии на право ведения образовательной деятельности, выдает аккредитацию на право выдачи дипломов об образовании государственного образца, определяет контрольные цифры приема студентов, аспирантов.

2 строка. ФАЖТ является учредителем образовательных учреждений, готовящих специалистов для ОАО «РЖД», осуществляет корректировку профессиональных образовательных стандартов, контрольных цифр приема для подведомственных учебных заведений.

3 строка. МИИТ – головной вуз университетского комплекса. Администрация осуществляет общее руководство комплексом, определяет стратегию его развития, распределение контрольных цифр поступления, систему оплаты труда, трудовой и образовательной деятельности.

#### **3.1. Ректорат**

- ректор университета контролирует расходы и доходы, определяет обязанности сотрудников и отделов, несет полную ответственность за деятельность университета;

- первый проректор является исполнительным руководителем университета, формирует структуру университета, назначает руководителей подразделений, разрабатывает плановый бюджет, планы развития университета;

- первый проректор по учебной работе осуществляет организацию учебного процесса, разработку учебных планов, графиков сессий, распределение средств, полученных за образовательные услуги;

- проректор по учебно-методической работе контролирует методическое обеспечение учебной деятельности, разработку планов издания;

- проректор по организационно-производственной работе осуществляет организационную деятельность, касающуюся содержания зданий и сооружений университета;

- проректор по информатизации осуществляет обеспечение учебной и административной работы АСУ и новыми информационными технологиями;

- проректор по социально-экономической политике и развитию осуществляет руководство планово-экономической деятельностью университета;

- проректор по дополнительному профессиональному образованию осуществляет организацию образовательной деятельности для сотрудников предприятий в соответствии с договором;

- проректор по научной работе осуществляет тематическое планирование, организацию комплексных договоров с другими организациями, курирует работу аспирантуры и докторантуры.

3.2. Управление кадров осуществляет планирование и руководство сотрудниками (набор, отбор, повышение квалификации, прием, увольнение и планирование штата).

3.3. Управление финансов и бухгалтерского учета ведет учет и выплату заработных плат сотрудникам, учет и передвижение материальных ценностей, учет доходов и расходов.

3.4. Юридическое управление осуществляет контроль и выполнение оформления необходимых документов: договоров, приказов и т.п.

3.5. Управление мониторинга лицензионных нормативов и методического обеспечения учебного процесса осуществляет

контроль исполнения нормативных документов, организует внутривузовский контроль в части соблюдения лицензионных требований и нормативов выполнения ими показателей государственной аккредитации, осуществляет сбор, подготовку и предварительную экспертизу документов, представляемых к лицензионной и аккредитационной экспертизам по комплексу, участвует в формировании планов издания учебников, учебных пособий и учебно-методической литературы.

3.6. Филиалы МИИТ осуществляют образовательную деятельность: обучение абитуриентов на подготовительных курсах; подготовку специалистов СПО и ВПО; а также реализуют программы дополнительного профессионального образования (ДПО) для сотрудников ОАО «РЖД» и других предприятий.

Поставщиками основных видов оборудования и материалов для академии, необходимых для ведения образовательной деятельности, являются:

4 строка. Администрация города.

4.1. Администрация:

- управление Северного административного округа (САО) сдает в аренду земельный участок, на котором располагаются административные, учебные и общежитские корпуса;

- ОАО «Мосгорэнергосбыт» является поставщиком электроэнергии;

- МГУП «Мосводоканал» обеспечивает водоснабжение корпусов академии;

- ОАО «Московская объединенная энергетическая компания» (МОЭК) обеспечивает отопление корпусов;

- госпожарнадзор осуществляет контроль и выдает заключение о соответствии зданий в противопожарном отношении для ведения образовательной деятельности;

- санэпидстанция (СЭС) осуществляет контроль и выдает заключение о соответствии зданий в санитарно-гигиеническом отношении для ведения образовательной деятельности;

- ОАО «Московская городская телефонная сеть» предоставляет услуги связи МГТС.

5 строка. Фирмы, магазины, строительные организации — поставщики оборудования и необходимых материалов.

5.1. Фирмы, магазины, поставляющие оборудование (книги, электронное оборудование, мебель, канцелярские товары).

5.2. Строительные организации, выполняющие ремонт и строительство зданий и сооружений.

Для обеспечения поставок в академии проводятся торги. В Интернете на официальном сайте заблаговременно размещается информация о необходимых для академии товарах и услугах. Компании, желающие участвовать в конкурсе, делают заявки. Далее на конкурсной основе комиссия определяет организации, допущенные к участию в аукционе. Организации, выигравшие тендер, будут являться поставщиками товаров и услуг для академии.

Потребителями выступают учащиеся и организации.

6 строка. Учащиеся (абитуриенты, студенты, аспиранты, докторанты и соискатели) проходят обучение по подготовительной программе, по программам ВПО, по программам послевузовского профессионального образования.

7 строка. Слушатели, за обучение которых платят организации, как правило, филиалы ОАО «РЖД», заключающие договора на повышение квалификации своих сотрудников по программам ДПО.

Таким образом, косоугольная часть матрицы, относящаяся к строкам, принимает вид, указанный на рис. 1.1.

## 2 этап

### Формирование столбцов матрицы

*Необходимо выполнить анализ функций, выполняемых в структурных подразделениях академии, который позволит определить к какой из 3 подсистем относится тот или иной отдел.*

#### УП

1 столбец. Администрация академии:

1.1. Директорат:

- директор академии осуществляет руководство академией по доверенности ректора университета, определяет стратегию развития академии, обеспечивает образовательную и административно-хозяйственную работу;

- заместитель директора по учебно-методической работе осуществляет руководство учебной работой, планирование

учебной нагрузки, графика командировок преподавателей, учебного процесса, плана издания методической литературы;

- заместитель директора по научной работе осуществляет планирование и руководство научной деятельностью в академии: заключение договоров с ОАО «РЖД» и другими организациями на выполнение научных разработок, повышение квалификации их сотрудников;

- заместитель директора по экономическим и социальным вопросам планирует смету доходов и расходов академии, учет бюджетных и внебюджетных средств, осуществляет организацию воспитательной работы.

1.2. Учебное управление организует деятельность факультетов и кафедр, конкурсный отбор и учет нагрузки профессорско-преподавательского состава (ППС), методическое обеспечение, учебный процесс, организует прием студентов, составляет план издания и издает методическую литературу.

1.3. Отдел планирования и развития осуществляет планирование расходов и доходов академии, составление смет, подготовку отчетов по финансовой деятельности академии.

## **ОП**

*Так как необходимо выделить всего 5 структурных подразделений, то следует указать самые основные структурные подразделения, обеспечивающие выработку продукции, т.е. образовательный процесс.*

2 столбец. Факультеты: «Управление процессами перевозок», «Транспортные сооружения и здания», «Транспортные средства», «Экономический», «Информатизация, экономика и управление», которые организуют подготовку и реализацию учебных планов, программ, составляют расписание учебных занятий, ведут учет успеваемости, а также выполняют все необходимые работы по обеспечению учебного процесса.

3 столбец. Научно-техническая библиотека (НТБ) осуществляет обеспечение учащихся и преподавателей необходимой литературой, формирует заказы на необходимую литературу и производит их закупку.

4 столбец. Информационно-вычислительный центр (ИВЦ) обеспечивает программное обеспечение учебного процесса и

административной работы, осуществляет телефонную связь подразделений между собой и внешней телефонной сетью.

### ПП

5 столбец. Сектор довузовской подготовки (СДП) обеспечивает подготовку абитуриентов для академии, осуществляет набор групп, составление договоров, составляет расписание.

6 столбец. Кафедры, в штат которых входит ППС, производящий непосредственный продукт – образовательные услуги по соответствующим специальностям и дисциплинам, утвержденным учебным планом. Кафедры имеют соответствующие лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием для проведения практических и лабораторных занятий.

7 столбец. Центр дополнительного профессионального образования (ЦДПО) организует курсы повышения квалификации сотрудников ОАО «РЖД» и других профильных организаций, организует сессии, составление договоров, поселение в общежитие, составляет программы обучения и набор ППС.

8 столбец. Отдел аспирантуры и докторантуры (ОАД) организует подготовку по программам послевузовского профессионального образования, осуществляет прием аспирантов, докторантов и соискателей, организует их ежегодный отчет на кафедрах, планирует сессии и осуществляет их проведение, ведет учет нагрузки научных руководителей и ППС, работающего с данным контингентом. Отдел также осуществляет организацию повышения квалификации ППС академии.

Косоугольная часть матрицы, относящаяся к столбцам, приведена на рис. 1.1.

Внутренняя среда										
УП			ОП				ПП			
1	2	3	ИВЦ	СДП	Кафедры	ЦДПО	ОАД	8	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	7	8	
Внешняя среда (ВС)	ДС	1	Министерство образования и науки							
		2	ФАЖТ							
		3	МИИТ							
	РС	4	Администрация города							
		5	Фирмы, магазины, организации	ВС <sub>51</sub>						
		6	Учащиеся					ВС <sub>66</sub>		
		7	Слушатели							

## 4 этап

### Описание конфликтных ситуаций

Таблица 1.1

#### Описание конфликтных ситуаций, возникающих в работе РОАТ

Условное обозначение	Источник возникновения	Содержательная характеристика	Причина возникновения
1	2	3	4
<b>Внешняя среда</b>			
1. В <sub>6</sub>	Слушатели	Невозможность посещения сессионных занятий, а соответственно, невыполнение учебного плана	Непредставление учебных отпусков организацией-работодателем, в том числе филиалами ОАО «РЖД»
2. В <sub>23</sub>	ФАЖТ	Малое количество бюджетных мест для обучения программам СПО, ВПО и послевузовского профессионального образования	Бюджетные места, выделенные Министерством образования и науки РФ, распределяются ФАЖТ по всем подведомственным учебным заведениям в разных городах России
3.			
4.			
5.			
<b>Внутренняя среда</b>			
6. С <sub>6</sub>	Кафедры	Большое количество командировок, невысокая заработная плата	Обучение студентов проводится на филиалах ППС кафедры. Заработная плата определяется контингентом бюджетных и внебюджетных студентов
7. С <sub>26</sub>	Факультеты	Отсутствие аудиторий для проведения занятий или предоставление несоответствующей учебному плану аудитории	В последнее время наблюдается тенденция увеличения контингента студентов, количество учебных аудиторий не увеличилось
8.			
9.			
10.			

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4
<b>Внешняя и внутренняя среды</b>			
11. ВС <sub>66</sub>	Учащиеся	Отсутствие на занятиях, невыполнение в срок зачетных работ, сдачи экзаменов	Причиной может быть конфликтная ситуация В6, а так же маленькая заработная плата и невозможность своевременной оплаты обучения
12. ВС <sub>51</sub>	Фирмы, магазины, организации	Неполная поставка товаров, нарушение сроков выполнения работ.	Текучесть кадров, неквалифицированное выполнение обязанностей.
13.			
14.			
15.			

Я работаю доцентом на кафедре РОАТ. Самой большой проблемой на моем рабочем месте является низкая посещаемость занятий и несвоевременная сдача экзаменационных сессий, оплата обучения, ситуация ВС<sub>66</sub>. Это происходит, отчасти, из-за непредоставления учебных отпусков студентам их работодателями, а в основном, из-за халатности и безответственного отношения к учебе, из-за безнаказанности. Необходимо предъявлять более строгие взыскания за невыполнение учебного плана в установленные сроки, осуществлять отчисления студентов, и взимать оплату за дополнительное время, затраченное на прием задолженностей.

## ЗАДАЧА 2

### МЕТОД СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ

**Дано:** на грузовую станцию (рис. 2.1) прибывают вывозные поезда с вагонами назначением на четыре подъездных пути, которые обслуживаются одним маневровым локомотивом. После обработки на грузовых фронтах (погрузка, выгрузка) из этих вагонов формируют также вывозные поезда назначением на ближайшую техническую станцию.



Рис. 2.1. Схема грузовой станции

Нормы времени:

- время расформирования состава вывозного поезда на грузовой станции  $t_p = 0,5$  ч;
- время формирования состава вывозного поезда  $t_\phi = 0,3$  ч;
- продолжительность подачи (уборки) вагонов на подъездном пути  $t_n = t_y$  (табл. 2.1);
- продолжительность грузовой операции на подъездном пути  $t_{гр}$  (табл. 2.2.).

Для решения задачи эффективного управления работой грузовой станции необходимо:

- 1) определить очередность подачи вагонов на подъездные пути;
- 2) определить очередность уборки вагонов с подъездных путей;
- 3) определить интервал времени между отправлением и при-

бытием вывозного поезда на грузовую станцию;

4) указать номер **лимитирующего подъездного пути, от которого зависит время простоя вагонов на грузовой станции;**

5) рассчитать параметры сетевого графика: ранние и поздние сроки начала и окончания всех технологических операций по обслуживанию подъездных путей, возможные резервы времени на каждом подъездном пути для выполнения грузовых операций;

6) определить время, на которое можно сократить простой всех вагонов на станции, если ускорить выполнение грузовых операций на лимитирующем подъездном пути.

Таблица 2.1

**Продолжительность подачи (уборки) вагонов на подъездные пути**

Номер подъездного пути	Последняя цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Время на подачу (уборку) вагонов, ч									
1	0,39	0,17	0,51	0,38	0,47	0,21	0,15	0,29	0,14	0,37
2	0,52	0,48	0,13	0,22	0,35	0,27	0,12	0,50	0,19	0,29
3	0,11	0,36	0,18	0,44	0,20	0,43	0,23	0,54	0,16	0,31
4	0,34	0,40	0,30	0,45	0,25	0,32	0,10	0,49	0,33	0,55

Таблица 2.2

**Продолжительность грузовой операции на подъездных путях**

Номер подъездного пути	Предпоследняя цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Время на грузовую операцию, ч									
1	2,5	4,0	3,3	4,0	2,7	3,7	4,5	3,1	2,8	3,0
2	4,6	3,6	2,6	3,8	4,1	2,7	2,9	3,5	2,5	4,2
3	2,8	4,3	3,2	2,8	4,2	3,9	4,8	2,9	4,4	2,6
4	3,1	2,7	4,0	4,1	2,8	3,0	3,4	3,3	4,7	3,6

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Метод сетевого планирования или критического пути был разработан в 50-е годы XX века в фирмах «Дюпон» и «Ремингтон Рэнд Юнивак» для руководства выполнением крупных проектов по модернизации заводов фирмы «Дюпон». **Основная цель метода заключалась в сокращении до минимума продолжительности работ по проектам и, следовательно, времени приостановки производства.**

Использование метода позволяет:

- изобразить наглядную и понятную картину последовательности работ, которая четко указывает на очередность выполнения операций;
- составить обоснованный план выполнения комплекса работ;
- сосредоточить внимание руководителя на выполнении работ, лежащих на критическом пути, т. е. не имеющих резервов времени на их выполнение;
- оценить последствия запаздывания любой операции с точки зрения времени реализации всего комплекса работ;
- проводить многовариантный анализ различных технологических решений.

В основе алгоритма **определения очередности подачи вагонов на подъездные пути лежат оценки суммарных затрат времени на подачу вагонов и продолжительности грузовой операции ( $t_n + t_{гр}$ )**. При этом в первую очередь вагоны подаются на тот подъездной путь, где сумма затрат времени на подачу и выполнение грузовой операции максимальна. Очередность подач вагонов на другие подъездные пути формируется в порядке убывания суммарных затрат времени.

Для определения дальнейшей последовательности работ и их временных оценок используется метод сетевого планирования, основой которого является график процесса, представляющий собой стрелочную диаграмму – схематически отображенную последовательность реализации всех операций и их взаимосвязей. **Основными элементами графика являются работа и событие.** Работа может выражать:

1. Реальную работу, требующую затрат времени и ресурсов, в

этом случае она графически изображается сплошной стрелкой, соединяющей два события, над стрелкой указывают наименование работы, под ней – ее продолжительность;

2. Работу-ожидание, требующую лишь затрат времени (ожидание нитки графика, ожидание уборки вагонов и др.), графически изображается как реальная работа;

3. Фиктивную работу, не требующую ни затрат времени, ни затрат ресурсов, ожидающую правильную взаимосвязь между работами, графически изображается в виде пунктирной стрелки.

Событие – это промежуточный или окончательный результат одной или нескольких работ. Оно должно быть четко сформулировано.

Любая работа сетевого графика соединяет два события, одно из которых для данной работы является начальным, а другое – конечным. Код работы – это разделенные черточкой номера начального и конечного событий, например, 1-2.

Событие не может совершиться, пока не будут выполнены все непосредственно предшествующие ему работы. Если одним событием фиксируется окончание двух или нескольких работ, то такое событие будет считаться совершившимся после окончания самой длительной из работ, входящих в данное событие. Таким образом, событие имеет двойственное значение: с одной стороны, оно означает факт выполнения входящих в него работ, с другой – свидетельствует о возможности начала следующих за ним работ. Кроме описанных в сетевой график входят особые события – исходное и завершающее. Исходное событие обозначает наличие условий для начала работ. Оно не имеет в рамках рассматриваемого сетевого графика предшествующих работ. Завершающее событие обозначает факт достижения конечной цели, предусмотренной всем комплексом операций. Оно не имеет следующих за ним работ.

Для верного отражения взаимосвязей между работами, включенными в сетевой график, при его построении необходимо соблюдать ряд правил.

1. Направление стрелок в сетевом графике следует принимать слева направо.

2. Форма графика должна быть простой, не иметь лишних пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями.

3. Если те или иные работы выполняются последовательно, то на графике они должны быть изображены следующими одна за другой.

4. Работы на сетевом графике не должны иметь одинаковых кодов, поэтому при изображении параллельных работ вводят фиктивные работы и дополнительные события.

5. Сетевой график не должен иметь замкнутых контуров (циклов), т.е. цепочек работ, возвращающихся к тому событию, из которого они вышли.

6. В одноцелевом сетевом графике не должно быть «тупиков», т.е. событий, которые не являются началом следующих работ, кроме завершающего события, не должно быть также «хвостов», которые не являются результатом каких-либо предшествующих работ, не считая исходного события.

Непрерывная технологическая последовательность работ, ограниченная исходным и завершающим событиями, называется путем.

**Путь максимальной продолжительности называется критическим.**

Работы и события, лежащие на критическом пути, называются критическими. Работы, не попавшие на критический путь, считаются некритическими и имеют резервы времени.

**К параметрам сетевого графика относятся:** продолжительность работ, раннее начало и окончание работы, позднее начало и окончание работы, общий и частный резервы времени. В процессе расчета сетевого графика применяют следующие обозначения параметров:

$i - j$  — код данной работы;

$i$  — код начального события;

$j$  — код конечного события;

$h - i$  — код предшествующей работы;

$h$  — код предшествующего события;

$j - k$  — код последующей работы;

$k$  — код последующего события;

- $l$  — код исходного события;
- $n$  — код завершающего события;
- $t_{i-j}$  — продолжительность работы;
- $t_{i-j}^{\text{PH}}$  — ранний срок начала работы;
- $t_{i-j}^{\text{PO}}$  — ранний срок окончания работы;
- $t_{i-j}^{\text{ПН}}$  — поздний срок начала работы;
- $t_{i-j}^{\text{ПО}}$  — поздний срок окончания работы;
- $T_{\text{кр}}$  — продолжительность критического пути;
- $R_{i-j}$  — общий резерв времени данной работы;
- $r_{i-j}$  — частный резерв времени данной работы.

**Расчет ранних сроков начала работ.** Расчет параметров сетевого графика начинают с расчета ранних сроков работ. Ранний срок начала работы — это самый ранний из возможных сроков, в который можно начать данную работу.

Раннее начало всех работ, выходящих из исходного события, принимается равным нулю

$$t_{1-2}^{\text{PH}} = 0. \quad (1)$$

Все работы, выходящие из одного события, будут иметь одинаковое раннее начало. В общем случае раннее начало работы определяется продолжительностью самого длинного пути от исходного события до начала рассматриваемой работы по формуле:

$$t_{i-j}^{\text{PH}} = \max \sum_{k=1}^{i-1} t_{k-(k+1)}. \quad (2)$$

**Расчет ранних сроков окончания работ.** Раннее окончание работы — это срок окончания работы при условии ее начала в самый ранний из возможных сроков. Раннее окончание работы определяется путем суммирования раннего начала и продолжительности работы по формуле:

$$t_{i-j}^{\text{PO}} = t_{i-j}^{\text{PH}} + t_{i-j}. \quad (3)$$

По раннему окончанию предшествующих работ определяют раннее начало последующих работ, причем, если событием оканчивается одна работа, то значение ее раннего окончания

будет являться ранним началом для работ, выходящих из этого события:

$$t_{i-j}^{po} = t_{i-j}^{pn}. \quad (4)$$

Если одним событием заканчивается несколько работ, то раннему началу работы, выходящей из этого события, будет соответствовать максимальная из величин ранних окончаний.

Если событие является началом двух или более работ, то все ранние сроки начала этих работ равны раннему окончанию максимальной предшествующей работы.

Раннее окончание работы, входящей в завершающее событие, определяет величину продолжительности критического пути. Если в завершающее событие входят две и более работ, то максимальная из величин раннего окончания работ будет определять продолжительность критического пути. Эта величина будет представлять и самый поздний срок окончания всех работ, входящих в завершающее событие.

**Расчет поздних сроков начала работ.** Расчет поздних сроков начала и окончания работ выполняют после определения всех ранних сроков обратным ходом от завершающего события к исходному, последовательно по всем путям сетевого графика.

Позднее начало работы – это самый поздний срок, при котором может быть начата работа без нарушения продолжительности критического пути, т.е. общего срока выполнения программы. Позднее начало равно разности между длиной критического пути и суммой продолжительности данной работы ( $t_{i-j}$ ) и самого длинного пути от завершающего события ( $n$ ) до события ( $j$ ), стоящего у конца данной работы:

$$t_{i-j}^{pn} = T_{kp} - (t_{i-j} + \max \sum_{k=j+1}^n t_{j-k}), \quad (5)$$

где  $\sum_{k=j+1}^n t_{j-k}$  – продолжительность максимального пути от конечного события данной работы до завершающего события.

**Расчет позднего срока окончания работ.** Позднее окончание работы – это предельно допустимый срок, в который может

быть закончена данная работа без увеличения продолжительности критического пути. Позднее окончание равно сумме позднего начала и продолжительности данной работы:

$$t_{i-j}^{\text{по}} = t_{i-j}^{\text{пн}} + t_{i-j}. \quad (6)$$

Позднее окончание любой работы может быть определено по значению позднего начала последующей работы:

$$t_{i-j}^{\text{по}} = t_{i-j}^{\text{пн}}. \quad (7)$$

Если последующих работ несколько, то позднее окончание работы может быть определено по минимальному значению позднего начала последующих работ. Поздние сроки окончания работ, входящих в одно событие, равны между собой. Ранние и поздние сроки начала и окончания работ, лежащих на критическом пути, равны между собой.

**Расчет резервного времени.** После расчета ранних и поздних сроков начала и окончания работ нетрудно определить резервы времени, которые имеются при выполнении отдельных работ.

Общий резерв времени для выполнения данной работы – это время, на которое можно перенести начало выполнения работ или увеличить ее продолжительность, не нарушая общего срока выполнения программы. Общий резерв определяется разностью позднего и раннего сроков начала или позднего и раннего сроков окончания работы по формулам:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{\text{по}} - t_{i-j}^{\text{ро}}, \quad (8)$$

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{\text{пн}} - t_{i-j}^{\text{рн}}. \quad (9)$$

Частный резерв времени – это время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ. Частный резерв определяется как разность между ранним началом последующей работы и ранним окончанием данной работы:

$$r_{i-j} = t_{j-k}^{\text{рн}} - t_{i-j}^{\text{ро}}. \quad (10)$$

**Построение сетевого графика.** По установленной выше очередности подачи вагонов строится часть сетевого графика, от-

ражающая развоз вагонов. По графику определяют фактические моменты окончания работ и после этого устанавливают очередность уборки вагонов с подъездных путей. Начинать уборку вагонов следует с подъездного пути, на котором они будут обработаны раньше. В соответствии с очередностью уборки вагонов строят продолжение сетевого графика и определяют критический путь ( $T_{кр}$ ). Зная величину критического пути, интервал между отправлением и прибытием вывозного поезда на грузовую станцию определяют по формуле:

$$T = T_{кр} + t_p + t_{ф}. \quad (11)$$

На основе анализа сетевого графика устанавливается *номер лимитирующего подъездного пути, от которого зависит время простоя всех вагонов на грузовой станции*; время раннего и позднего начала и окончания всех технологических операций по обслуживанию подъездных путей; возможные резервы времени на подъездных путях для выполнения грузовых операций; время, на которое можно сократить простой всех вагонов на станции, если ускорить выполнение грузовых операций на лимитирующем подъездном пути.

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Исходные данные для решения конкретной задачи приведены в табл. 2.3. По изложенной выше методике определяется очередность подачи и уборки вагонов с подъездных путей (см. табл. 2.3).

По установленной очередности подачи вагонов составляется последовательность работ, выполняемых локомотивом. В соответствии с табл. 2.3 вагоны в первую очередь подаются на подъездной путь № 3.

Полный перечень и условное обозначение всех работ, связанных с подачей вагонов на подъездные пути, приведены в табл. 2.4.

**Построение части сетевого графика**, соответствующей подаче вагонов.

В соответствии с табл. 2.4 строится часть сетевого графика, отражающая развоз вагонов (рис. 2.2). Содержание работы записывается над стрелкой, обозначающей работу, а время ее выполнения

Таблица 2.3

**Характеристики подъездных путей, очередность подачи и уборки вагонов с подъездных путей**

Номер подъездного пути	Продолжительность подачи вагонов, ч	Продолжительность грузовой операции, ч	Сумма затрат времени на подачу вагонов и грузovou операцию, ч	Очередность подачи вагонов, ч	Раннее окончание работ по подаче вагонов, ч	Фактическое окончание грузových операций, ч	Очередность уборки
1	0,2	4,0	4,2	2	0,4	4,4	3
2	0,5	2,5	3,0	3	1,7	4,2	2
3	0,1	4,5	4,6	1	0,1	4,6	4
4	0,3	3,0	3,3	4	0,9	3,9	1

Таблица 2.4

**Перечень и условное обозначение работ при подаче вагонов на подъездные пути**

№ п/п	Условное обозначение работы	Содержание работы	Продолжительность работы, ч
1	1-2	Подача вагонов на подъездной путь № 3	0,1
2	2-3	Возвращение локомотива на станцию	0,1
3	3-4	Подача вагонов на подъездной путь № 1	0,2
4	4-5	Возвращение локомотива на станцию	0,2
5	5-6	Подача вагонов на подъездной путь № 4	0,3
6	6-7	Возвращение локомотива на станцию	0,3
7	7-8	Подача вагонов на подъездной путь № 2	0,5

– под стрелкой. Так, стрелка, соединяющая события 1 и 2, означает подачу вагонов со станции на подъездной путь номер 3 (см. табл. 2.4), а время выполнения этой работы – 0,1 ч. Аналогичным образом расшифровываются оставшиеся работы сетевого графика, отражающие развоз вагонов по подъездным путям (см. рис. 2.2).

Расчет ранних сроков начала работ на части сетевого графика, соответствующей подаче вагонов. На части сетевого графика, отражающей развоз вагонов по подъездным путям, определяем раннее начало работ. В соответствии с формулой (1) раннее начало работ, выходящих из исходного события, равно нулю, т.е. раннее начало работы 1-2 равно нулю.

В общем случае раннее начало работ определяется продолжительностью самого длинного пути от исходного события до начала рассматриваемой работы – формула (2). Следовательно, раннее начало:

$$\text{работы 2-3 } t_{2-3}^{\text{PH}} = t_{1-2} = 0,1;$$

$$\text{работы 3-4 } t_{3-4}^{\text{PH}} = t_{1-2} + t_{2-3} = 0,1 + 0,1 = 0,2;$$

$$\text{работы 4-5 } t_{4-5}^{\text{PH}} = t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} = 0,1 + 0,1 + 0,2 = 0,4;$$

$$\text{работы 5-6 } t_{5-6}^{\text{PH}} = t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 = 0,6;$$

работы 6-7

$$t_{6-7}^{\text{PH}} = t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-6} = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 = 0,9;$$

работы 7-8

$$t_{7-8}^{\text{PH}} = t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-6} + t_{6-7} = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 = 1,2.$$

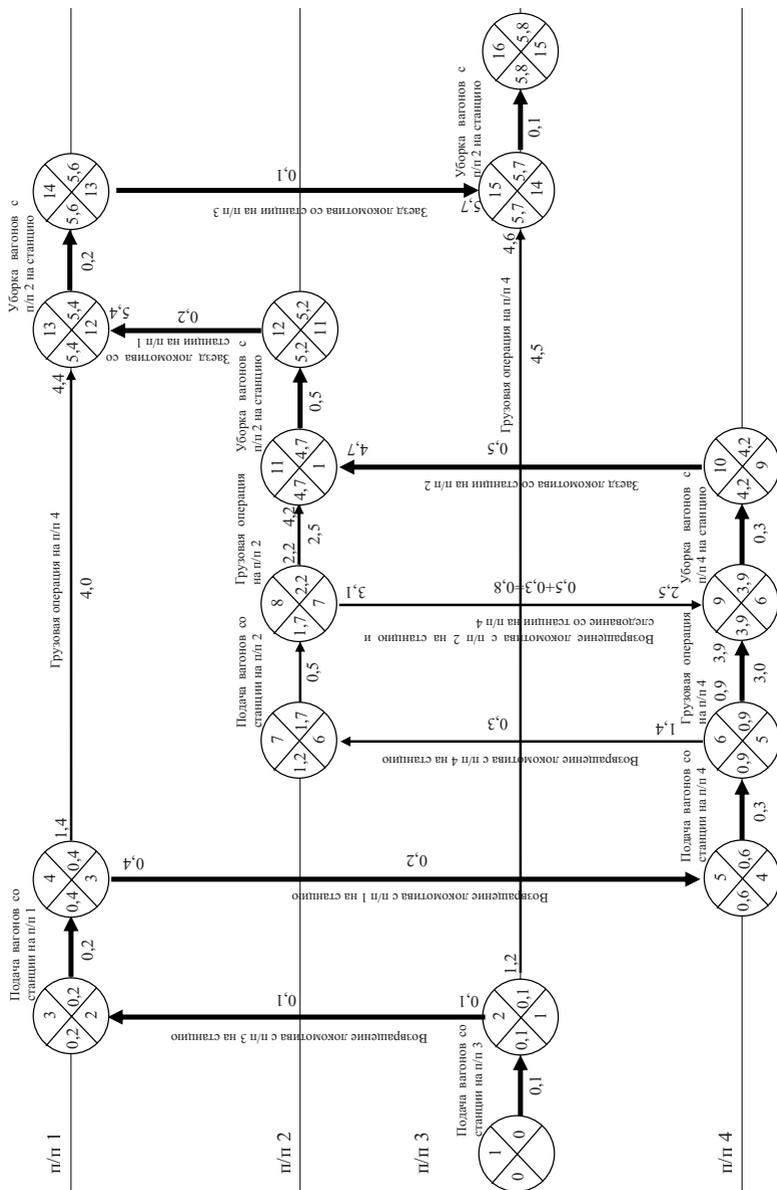


Рис. 2.2. Сетевой график

Время раннего начала работ сетевого графика приведено в табл. 2.5.

Таблица 2.5

**Результаты расчета параметров сетевого графика**

№ п/п	Код работ	Продолжительность работ	Раннее		Позднее		Резерв времени	
			начало работы	окончание работы	начало работы	окончание работы	общий	частный
1	1-2	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0
2	2-3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0	0
3	3-4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	0	0
4	4-5	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0	0
5	5-6	0,3	0,6	0,9	0,6	0,9	0	0
6	6-7	0,3	0,9	1,2	1,4	1,7	0,5	0
7	7-8	0,5	1,2	1,7	1,7	2,2	0,5	0
8	8-9	0,8	1,7	2,5	3,1	3,9	1,4	1,4
9	6-9	3,0	0,9	3,9	0,9	3,9	0	0
10	9-10	0,3	3,9	4,2	3,9	4,2	0	0
11	10-11	0,5	4,2	4,7	4,2	4,7	0	0
12	8-11	2,5	1,7	4,2	2,2	4,7	0,5	0,5
13	11-12	0,5	4,7	5,2	4,7	5,2	0	0
14	12-13	0,2	5,2	5,4	5,2	5,4	0	0
15	4-13	4,0	0,4	4,4	1,4	5,4	1,0	1,0
16	13-14	0,2	5,4	5,6	5,4	5,6	0	0
17	14-15	0,1	5,6	5,7	5,6	5,7	0	0
18	2-15	4,5	0,1	4,6	1,2	5,7	1,1	1,1
19	15-16	0,1	5,7	5,8	5,7	5,8	0	0

**Расчет раннего срока окончания работ** на части сетевого графика, соответствующей подаче вагонов.

В соответствии с формулой (3) ранние сроки окончания работ по подаче вагонов составляют:

$$\text{для работы 1-2 } t_{1-2}^{\text{po}} = t_{1-2}^{\text{ph}} + t_{1-2} = 0 + 0,1 = 0,1;$$

$$\text{для работы 2-3 } t_{2-3}^{\text{po}} = t_{2-3}^{\text{ph}} + t_{2-3} = 0,1 + 0,1 = 0,2;$$

$$\text{для работы 3-4 } t_{3-4}^{\text{po}} = t_{3-4}^{\text{ph}} + t_{3-4} = 0,2 + 0,2 = 0,4;$$

$$\text{для работы 4-5 } t_{4-5}^{\text{po}} = t_{4-5}^{\text{ph}} + t_{4-5} = 0,4 + 0,2 = 0,6;$$

$$\text{для работы 5-6 } t_{5-6}^{\text{po}} = t_{5-6}^{\text{ph}} + t_{5-6} = 0,6 + 0,3 = 0,9;$$

$$\text{для работы 6-7 } t_{6-7}^{\text{po}} = t_{6-7}^{\text{ph}} + t_{6-7} = 0,9 + 0,3 = 1,2;$$

$$\text{для работы 7-8 } t_{7-8}^{\text{po}} = t_{7-8}^{\text{ph}} + t_{7-8} = 1,2 + 0,5 = 1,7.$$

Значения времени раннего окончания всех работ сетевого графика сведены в табл. 2.5.

**Расчет очередности уборки вагонов с подъездных путей.** Очевидно, что моменты фактического окончания работ определяются как суммы раннего окончания работ по подаче вагонов и продолжительности грузовой операции.

Начинать уборку вагонов следует с подъездного пути, на котором они будут обработаны ранее. В данном случае это подъездной путь номер 4, на котором грузовые операции фактически заканчиваются через 3,9 ч. Далее вагоны должны быть убраны с подъездного пути номер 2 и т.д.

Очередность уборки вагонов приведена в табл. 2.3.

В соответствии с установленной очередностью уборки вагонов составляется дальнейшая последовательность работ, выполняемых локомотивом. Полный перечень и условное обозначение всех работ, связанных с уборкой вагонов с подъездных путей, приведены в табл. 2.6.

**Расчет критического пути.** В соответствии с табл. 2.6 строим продолжение сетевого графика (см. рис. 2.2). Расчет критического пути по сетевому графику приведен в табл. 2.7.

Таблица 2.6

**Перечень и условное обозначение работ при обработке  
и уборке вагонов с подъездных путей**

№ п/п	Условное обозначение работы	Содержание работы	Продолжительность работы, ч
1	8-9	Возвращение локомотива на станцию с подъездного пути номер 2 и следование на подъездной путь 4	0,8
2	6-9	Обработка вагонов на подъездном пути номер 4	3,0
3	9-10	Уборка вагонов с подъездного пути номер 4	0,3
4	10-11	Следование локомотива на подъездной путь номер 2	0,5
5	8-11	Обработка вагонов на подъездном пути номер 2	2,5
6	11-12	Уборка вагонов с подъездного пути номер 2	0,5
7	12-13	Следование локомотива на подъездной путь номер 1	0,2
8	4-13	Обработка вагонов на подъездном пути номер 1	4,0
9	13-14	Уборка вагонов с подъездного пути номер 1	0,2
10	14-15	Следование локомотива на подъездной путь номер 3	0,1
11	2-15	Обработка вагонов на подъездном пути номер 3	4,5
12	15-16	Уборка вагонов с подъездного пути номер 3	0,1

Таблица 2.7

**Расчет критического пути по сетевому графику**

№ п/п	Пути на сетевом графике (номера событий)	Продолжительность пути, ч
1	1-2-3-4-13-14-15-16	0,1+0,1+0,2+4,0+0,2+0,1+0,1=4,8
2	1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13-14-15-16	0,1+0,1+0,2+0,2+0,3+0,3+0,5+2,5+0,5+0,2+0,2+0,1+0,1=5,3
3	1-2-3-4-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16	0,1+0,1+0,2+0,2+0,3+3,0+0,3+0,5+0,5+0,2+0,2+0,1+0,1=5,8
4	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	0,1+0,1+0,2+0,2+0,3+0,3+0,5+0,8+0,3+0,5+0,5+0,2+0,2+0,1+0,1=4,4
5	1-2-15-16	0,1+4,5+0,1=4,7.

Как следует из табл. 2.7, самый длинный путь проходит через события: 1-2-3-4-5-6-9-11-12-13-14-15-16. Это и есть критический путь, его продолжительность равна 5.8 ч.

**Расчет раннего срока начала работ** на части сетевого графика, соответствующей уборке вагонов.

По формуле (2) определяем раннее начало всех оставшихся работ сетевого графика, приведенного на рис.2.2:

$$\begin{aligned} \text{работа 8-9 } t_{8-9}^{\text{PH}} &= t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-6} + t_{6-7} + t_{7-8} = \\ &= 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,5 = 1,7; \end{aligned}$$

$$\text{работа 6-9 } t_{6-9}^{\text{PH}} = t_{6-7}^{\text{PH}} = 0,9;$$

$$\begin{aligned} \text{работа 9-10 } t_{9-10}^{\text{PH}} &= \max(t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-6} + t_{6-7} + t_{7-8} + t_{8-9}; \\ & t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-6} + t_{6-9}) = \\ &= \max(0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,5 + 0,8; \\ & 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 3,0) = \max(2,5; 3,9) = 3,9. \end{aligned}$$

Аналогичным образом определяются ранние начала всех оставшихся работ (см. табл. 2.5).

**Расчет раннего срока окончания работ** на части сетевого графика, соответствующей уборке вагонов.

Ранние сроки окончания всех работ сетевого графика определяются по формуле (3):

$$\text{работа 8-9 } t_{8-9}^{\text{PO}} = t_{8-9}^{\text{PH}} + t_{8-9} = 1,7 + 0,8 = 2,5;$$

$$\text{работа 6-9 } t_{6-9}^{\text{po}} = t_{6-9}^{\text{ph}} + t_{6-9} = 0,9 + 3,0 = 3,9;$$

$$\text{работа 9-10 } t_{9-10}^{\text{po}} = t_{9-10}^{\text{ph}} + t_{9-10} = 3,9 + 0,3 = 4,2.$$

Аналогичным образом определяется раннее окончание всех оставшихся работ (см. табл. 2.5).

**Расчет поздних сроков окончания работ.** Позднее начало работы – это самый поздний срок, при котором может быть начата работа без нарушения продолжительности критического пути. Этот параметр рассчитывается по формуле (5):

$$\text{работа 15-16 } t_{15-16}^{\text{nh}} = T_{\text{кр}} - t_{15-16} = 5,8 - 0,1 = 5,7;$$

$$\text{работа 14-15 } t_{14-15}^{\text{nh}} = T_{\text{кр}} - (t_{14-15} + t_{15-16}) = 5,8 - (0,1 + 0,1) = 5,6;$$

$$\text{работа 2-15 } t_{2-15}^{\text{nh}} = T_{\text{кр}} - (t_{2-15} + t_{15-16}) = 5,8 - (4,5 + 0,1) = 1,2;$$

работа 13-14

$$t_{13-14}^{\text{nh}} = T_{\text{кр}} - (t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = 5,8 - (0,2 + 0,1 + 0,1) = 5,4;$$

$$\begin{aligned} \text{работа 12-13 } t_{12-13}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 5,2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{работа 4-13 } t_{4-13}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{4-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (4,0 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 1,4; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{работа 11-12 } t_{11-12}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 4,7; \end{aligned}$$

работа 10-11

$$\begin{aligned} t_{10-11}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 4,2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{работа 8-11 } t_{8-11}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{8-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (2,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 2,2; \end{aligned}$$

работа 9-10

$$\begin{aligned} t_{9-10}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 3,9; \end{aligned}$$

работа 6-9

$$\begin{aligned} t_{6-9}^{\text{nh}} &= T_{\text{кр}} - (t_{6-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ &= 5,8 - (3,0 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 0,9; \end{aligned}$$

работа 8-9

$$t_{8-9}^{\text{нн}} = T_{\text{кр}} - (t_{8-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}) = \\ = 5,8 - (0,8 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1) = 3,1;$$

работа 7-8

$$t_{7-8}^{\text{нн}} = T_{\text{кр}} - (t_{7-8} + \max(t_{8-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}; \\ t_{8-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16})) = \\ = 5,8 - (0,5 + \max(2,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1; \\ 0,8 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1)) = 5,8 - (0,5 + \max(3,6; 2,7)) = \\ = 5,8 - (0,5 + 3,6) = 1,7;$$

работа 6-7

$$t_{6-7}^{\text{нн}} = T_{\text{кр}} - (t_{6-7} + \max(t_{7-8} + t_{8-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + \\ + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16}; \\ t_{7-8} + t_{8-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-14} + t_{14-15} + t_{15-16})) = \\ = 5,8 - (0,3 + \max(3,2; 4,1)) = 5,8 - (0,3 + 4,1) = 1,4.$$

Аналогичным образом определяется позднее начало всех оставшихся работ. Результаты расчета приведены в табл. 2.5.

**Расчет поздних сроков окончания работ.** Позднее окончание работы – это предельно допустимый срок, в который может быть окончена данная работа без увеличения продолжительности критического пути. Этот параметр равен сумме позднего начала и продолжительности рассматриваемой работы:

$$\text{работа 1-2 } t_{1-2}^{\text{по}} = t_{1-2}^{\text{нн}} + t_{1-2} = 0 + 0,1 = 0,1;$$

$$\text{работа 2-3 } t_{2-3}^{\text{по}} = t_{2-3}^{\text{нн}} + t_{2-3} = 0,1 + 0,1 = 0,2;$$

$$\text{работа 3-4 } t_{3-4}^{\text{по}} = t_{3-4}^{\text{нн}} + t_{3-4} = 0,2 + 0,2 = 0,4.$$

Результаты расчета поздних окончаний всех оставшихся работ приведены в табл. 2.5.

**Расчет резервов времени.** Общий резерв времени – это время, на которое можно перенести начало выполнения работы или увеличить ее продолжительность, не нарушая общего срока выполнения программы. Этот параметр рассчитывают по формуле (8):

$$\text{работа 1-2 } R_{1-2} = t_{1-2}^{\text{по}} - t_{1-2}^{\text{по}} = 0,1 - 0,1 = 0;$$

$$\text{работа 2-3 } R_{2-3} = t_{2-3}^{\text{по}} - t_{2-3}^{\text{по}} = 0,2 - 0,2 = 0;$$

$$\text{работа 3-4 } R_{3-4} = t_{3-4}^{\text{по}} - t_{3-4}^{\text{по}} = 0,4 - 0,4 = 0;$$

$$\text{работа 4-5 } R_{4-5} = t_{4-5}^{\text{по}} - t_{4-5}^{\text{по}} = 0,6 - 0,6 = 0;$$

$$\text{работа 5-6 } R_{5-6} = t_{5-6}^{\text{по}} - t_{5-6}^{\text{по}} = 0,9 - 0,9 = 0;$$

$$\text{работа 6-7 } R_{6-7} = t_{6-7}^{\text{по}} - t_{6-7}^{\text{по}} = 1,7 - 1,2 = 0,5.$$

Результаты расчета общего резерва времени всех оставшихся работ приведены в табл. 2.5.

Частный резерв времени — это время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ. Этот параметр рассчитывается по формуле (9):

$$\text{работа 1-2 } r_{1-2} = t_{2-3}^{\text{PH}} - t_{1-2}^{\text{по}} = 0,1 - 0,1 = 0;$$

$$\text{работа 2-3 } r_{2-3} = t_{3-4}^{\text{PH}} - t_{2-3}^{\text{по}} = 0,2 - 0,2 = 0;$$

$$\text{работа 3-4 } r_{3-4} = t_{4-5}^{\text{PH}} - t_{3-4}^{\text{по}} = 0,4 - 0,4 = 0;$$

$$\text{работа 8-9 } r_{8-9} = t_{9-10}^{\text{PH}} - t_{8-9}^{\text{по}} = 3,9 - 2,5 = 1,4.$$

Результаты расчета частного резерва времени всех оставшихся работ приведены в табл. 2.5.

Все параметры сетевого графика (кроме резервов), приведенные в табл. 2.5, отражены на самом графике. Для этого каждое событие сетевого графика, приведенного на рис. 2.2, разделено на четыре сектора. В верхнем секторе указаны номера событий. В левом секторе записаны ранние сроки окончания работ, в правом — поздние сроки окончания работ, в нижнем — номер предыдущего события на максимальном предшествующем пути.

## ВЫВОДЫ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Вычислив критический путь процесса обработки вагонов на грузовых фронтах станции, можно определить интервал времени между отправлением и прибытием вывозного поезда на грузовую станцию по формуле (11).

$$T = 5,8 + 0,5 + 0,3 = 6,6 \text{ ч.}$$

Кроме того, параметры сетевого графика (см. табл. 2.5, рис. 2.2) позволяют сделать следующие выводы.

1. Простой всех вагонов на грузовой станции в рассматриваемом случае зависит от простоя на подъездном пути номер 4. Данный подъездной путь является лимитирующим. Поэтому дежурный по станции обязан особо контролировать его работу.

2. Все подъездные пути, кроме четвертого, имеют резервы времени на выполнение грузовых операций. Эти резервы приведены в табл. 2.8.

3. Простой всех вагонов на станции можно сократить на 0,5 часа, если уменьшить на эту величину время выполнения грузовых операций на подъездном пути № 4. Ускорение обработки вагонов на других подъездных путях не влияет на общий простой.

**Студент обязан дать конкретные предложения по сокращению простоя вагонов под грузовыми операциями.**

Таблица 2.8

**Резервы времени на подъездных путях  
для выполнения грузовых операций**

Номер подъездного пути	Резерв времени	
	общий	частный
1	1,0	1,0
2	0,5	0,5
3	1,1	1,1

Интервал времени между отправлением и прибытием вывозного поезда на грузовую станцию составил 6,6 ч. Следовательно, станция может принять и обработать 3 поезда в сутки. Если предположить, что в составе вывозного поезда 30 вагонов, то экономия вагоно-часов в сутки на станции составит:

$$\mathcal{E}_{\text{ваг-ч}}^{\text{сут}} = N \cdot m_{\text{cp}} \cdot r_{\text{min}}; \quad (12)$$

где  $N$  – количество прибывающих на станцию составов в сутки,  $N = 3$ ;

$m_{\text{cp}}$  – среднее количество вагонов в составе поезда,  $m_{\text{cp}} = 30$ ;

$r_{\text{min}}$  – минимальный резерв времени, на который можно сократить простой всех вагонов на станции, если уменьшить на

эту величину время выполнения грузовых операций на подъездном пути № 4,  $r_{\min} = 0,5$  ч.

$$\Theta_{\text{ваг-ч}}^{\text{сут}} = 3 \cdot 30 \cdot 0,5 = 45 \text{ ваг-ч/сут.}$$

Таким образом, сократив простой всех вагонов на станции, при уменьшении всего лишь на 0,5 ч. время выполнения грузовых операций на подъездном пути № 4 станция получит экономию 45 ваг-ч/сут.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Абрамов А.А., Кузнецова А.Н., Ковалев А.П. Управление предприятием: Уч. пос. – М.: РГОТУПС, 2006 г. – 214 с.

### *Дополнительная*

2. Громов Н.Н., Персианов В.А. Управление на транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 336 с.