



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)  
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**  
основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Профиль подготовки  
**«ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Морской  
Кафедра прикладной математики и информационных технологий

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-1: Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	ПК-1.1: Использует законы и методы алгебры и геометрии, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования при решении профессиональных задач	Математическое моделирование	<u>Знать:</u> - Иметь представление о методах математического моделирования электронных средств <u>Уметь:</u> - Осваивать передовые методы математического моделирования электронных средств <u>Владеть:</u> - Использовать приёмы моделирования электронных устройств и систем.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

### 2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

### 2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- задания по контрольной работе;
- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

## 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### 3.1 Тестовые задания

Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний, приобретенных студентами на лекционных и лабораторных занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

#### 3.1.1. Содержание оценочных средств

Индивидуальные тесты формируются случайной выборкой из всего объема вопросов. Содержание теста определяется в соответствии с содержанием дисциплины.

Типовые варианты тестов и ключи с правильными ответами к тестовым заданиям приведены в Приложении № 1.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания основана на четырехбалльной системе, которая реализована в программном обеспечении.

Оценка «отлично»	Оценка «хорошо»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно»
при правильном выполнении не менее 90% заданий	при правильном выполнении не менее 80% заданий	при правильном выполнении не менее 60% заданий	при правильном выполнении менее 60% заданий

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 60% заданий.

### 3.2. Лабораторные работы

#### 3.2.1. Содержание оценочных средств

Текущий контроль в форме выполнения компьютерных лабораторных работ осуществляется путём проверки и защиты обучающимися 6 работ.

Номер ЛР	Тема и содержание ЛР
1.	Математическая модель гибели людей при пожарах на территории России
2.	Корреляционно-регрессионный анализ
3.	Задачи массового обслуживания. Исследование математических моделей
4.	Управление проектом на основе сетевых моделей
5.	Моделирование и оптимизация планов грузовых перевозок
6.	Модель и алгоритм решения задачи о назначениях

Образцы заданий лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование» приведены в Приложении №2.

3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Не зачтено	Зачтено
неудовлетворительное знание основных теоретических положений, формул, понятий, относящихся к теме компьютерной работы; неумение формулировать выводы; неумение пользоваться средствами компьютерной математики; во время проведения текущего контроля не предоставлена работа	знание основных теоретических положений, формул, понятий, относящихся к теме компьютерной работы; умение решать задачи средствами компьютерной математики и делать выводы по полученным результатам

## **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине, проводимой в форме зачета, проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.**

### **4.2 Контрольная работа для заочной формы обучения**

#### 4.2.1. Общее описание оценочных средств

Учебным планом предусмотрено выполнение 1 контрольной работы.

#### 4.2.2. Содержание оценочных средств

Образцы заданий контрольной работы по дисциплине «Математическое моделирование» приведены в Приложении № 3.

#### 4.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания основана на двухбалльной системе.

Оценка «зачтено» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 70% заданий.

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Математическое моделирование» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий 04.03.2022 (протокол № 6).

И.о. заведующего кафедрой



А.И. Руденко

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании секции «Защита в чрезвычайных ситуациях» 22.04.2022 (протокол № 8).

Заведующая секцией



В.А. Даниленкова

Приложение № 1

**Тестовые вопросы по дисциплине «Математическое моделирование»  
Вариант 1**

1. Математическое моделирование – это средство для...

- 1) изучение свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи;
- 2) упрощение поставленной задачи;
- 3) поиска физической модели;
- 4) принятия решения в рамках поставленной задачи.

2. Этап математического моделирования проводится перед остальными:

- 1) численное решение;
- 2) построение математической модели;
- 3) математический анализ модели;
- 4) подготовка исходной информации.

3. Процесс построения моделей:

- 1) моделирование;
- 2) экспериментирование;
- 3) конструирование;
- 4) проектирование.

4. В расчетном узле круглосуточного супермаркета работают пять кассиров-контролеров.

Тип данной системы массового обслуживания:

- 1) одноканальная с отказами;
- 2) одноканальная с ожиданием;
- 3) многоканальная с неограниченной очередью;
- 4) многоканальная с ограничением по времени ожидания.

5. Транспортная задача

Заявки			
Запасы	600	300+в	100
	к+в		
	400		

закрыта при  $k$  равном:

- 1) 100;
- 2) 300;
- 3) 600;
- 4) 400.

6. Цикл транспортной таблицы ( $m$  поставщиков и  $n$  потребителей) в закрытой транспортной задаче - замкнутая ломаная...

- 1) вершины которой в занятых клетках;
- 2) в вершинах которой поворот на  $90^\circ$ ;
- 3) с вершинами в занятых клетках, в которых совершается поворот на  $90^\circ$ ;

7. В сетевом планировании и управлении путь называется критическим, если:
- 1) суммарная продолжительность работ на нем будет минимальной;
  - 2) суммарная продолжительность работ на нем будет максимальной;
  - 3) работы, лежащие на нем, будут обладать резервом времени;
8. В сетевом планировании и управлении, полный путь – это:
- 1) последовательность событий;
  - 2) когда начало последующей работы обусловлено окончанием предыдущей;
  - 3) результат выполнения предшествующих работ от начала выполнения проекта до конечной цели;
  - 4) любая непрерывная логическая последовательность работ от исходного события до завершающего.
9. Каждая система массового обслуживания (СМО) состоит из одного или нескольких обслуживающих устройств, которые называются - ...
- 1) очередью
  - 2) входящим потоком заявок;
  - 3) каналами обслуживания
  - 4) выходящим потоком заявок.
10. В транспортной задаче объем спроса равен объему предложения, такая задача называется:
- 1) закрытой
  - 2) сбалансированной
  - 3) замкнутой
  - 4) открытой
11. В транспортной задаче объем запасов превышает объем потребностей, в рассмотрение вводят:
- 1) фиктивный пункт производства
  - 2) фиктивный пункт потребления
  - 3) изменения структуры не требуются
  - 4) функция цели равна 0
12. Показателями эффективности СМО являются:
- 1) интенсивность потока заявок;
  - 2) среднее время обслуживания заявки;
  - 3) абсолютная пропускная способность СМО;
  - 4) длина очереди
13. События на сетевом графике изображаются...
- 1) квадратом;
  - 2) прямоугольником;
  - 3) кружком;
  - 4) стрелкой.
14. Для выявления формы воздействия одних факторов на другие используется...
- 1) корреляционный анализ;
  - 2) регрессионный анализ;

- 3) индексный анализ;
- 4) дисперсионный анализ.

15. При обратной связи с увеличением факторного признака, результативный признак...

- 1) уменьшается;
- 2) не изменяется;
- 3) увеличивается.

## Вариант 2

1. Замещаемый моделью объект называется ...

- 1) копия;
- 2) оригинал;
- 3) шаблон;
- 4) макет.

2. Правильный порядок указанных этапов математического моделирования процесса:

- 1) анализ результата; 3) определение целей моделирования;
- 2) проведение исследования; 4) поиск математического описания.

Соответствует последовательности:

- 1) 3 – 4 – 2 – 1;
- 2) 2 – 1 – 3 – 4;
- 3) 1 – 2 – 3 – 4;
- 4) 3 – 1 – 4 – 2.

3. Математическая модель объекта — это:

- 1) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;
- 2) описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
- 3) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
- 4) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение.

4. Справочная служба железнодорожного вокзала имеет только один телефон. Тип данной системы массового обслуживания...

- 1) одноканальная с отказом;
- 2) одноканальная с ограниченной очередью;
- 3) многоканальная с неограниченной очередью;
- 4) многоканальная с ограничением по времени ожидания.

5. Метод нахождения оптимального плана закрытой транспортной задачи:

- 1) Фогеля;
- 2) северо-западного угла;
- 3) потенциалов;
- 4) минимального элемента.

6. Если  $\sum_1^m a_i < \sum_1^n b_j$  в транспортной задаче ( $m$  поставщиков,  $n$  потребителей), то для ее решения следует ввести:

- 1) фиктивного поставщика;
- 2) фиктивного потребителя;
- 3) фиктивного поставщика и потребителя;
- 4)  $c_{ij}=0$ .

7. В сетевом планировании и управлении действительная работа – это:

- 1) итог того или иного процесса;
- 2) промежуточный или окончательный результат выполнения события;
- 3) трудовой процесс или действие не требующее ни затрат времени, ни ресурсов;
- 4) трудовой процесс или действие, сопровождающееся затратами времени и ресурсов.

8. Способы построения сетевых графиков:

- 1) в терминах событий; в терминах работ; в терминах работ и событий;
- 2) от исходного события к завершающему событию; событие с большим порядковым номером показывается левее события с меньшим порядковым номером; не избегать взаимного пересечения стрелок;
- 3) от середины к концу; от начала к концу; в терминах событий;
- 4) от середины к концу и началу; от начала к концу; от конца к началу.

9. Признаками классификации СМО являются:

- 1) длина очереди
- 2) время обслуживания
- 3) число каналов обслуживания

10. Транспортная задача

Заявки	400	300+в	100
Запасы			
к+в			
600			

закрыта при к равном

- 1) 200;
- 2) 300;
- 3) 600;
- 4) 400.

11. Основными элементами сетевого графика являются...

- 1) событие, работа, путь;
- 2) технический процесс, фиктивная работа, ресурсы;
- 3) логическая зависимость, исходное событие, фиктивная работа;

12. Работы, лежащие на критическом пути...

- 1) имеют максимальные резервы времени;
- 2) минимальные резервы времени;
- 3) не имеют резервов времени.

13. Для количественной оценки силы воздействия одних факторов на другие используется...

- 1) корреляционный анализ;
  - 2) регрессионный анализ;
  - 3) метод средних величин;
  - 4) дисперсионный анализ
14. Величина парного коэффициента корреляции, равная 1,12, свидетельствует о (об)...
- 1) слабой их зависимости;
  - 2) сильной взаимосвязи;
  - 3) ошибках в вычислениях;
  - 4) прямой зависимости.
15. К критическим можно отнести работы, коэффициент напряженности которых:
- 1)  $< 0,6$ ;
  - 2)  $> 0,8$ ;
  - 3) 1;
  - 4) -1.

### Вариант 3

#### 1. Математическая модель - это

- 1) точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;
- 2) точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;
- 3) приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;
4. приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала.

#### 2. Рационально использовать ЭВМ на этапе: ...

- 1) численное решение;
- 2) математический анализ модели;
- 3) построение математической модели;
- 4) подготовка исходной информации.

#### 3. Моделирование – это процесс...

- 1) замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;
- 2) неформальной постановки конкретной задачи;
- 3) замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;
- 4) выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

#### 4. $\mu$ для простейшей системы массового обслуживания – это..

- 1) среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени
- 2) среднее число заявок, которые может обслужить канал за единицу времени
- 3) среднее время обслуживания одной заявки
- 4) число каналов в системе

5. Опорный план закрытой транспортной задачи содержит свободных переменных:

- 1)  $m + n - 1$ ;
- 2)  $mn - 1$ ;
- 3)  $mn$ ;
- 4)  $mn - (m + n - 1)$ .

6. Если  $\sum_1^m a_i > \sum_1^n b_j$  в транспортной задаче ( $m$  поставщиков,  $n$  потребителей), то для ее решения следует ввести:

- 1) фиктивного поставщика;
- 2) фиктивного потребителя;
- 3) фиктивного поставщика и потребителя;
- 4)  $c_{ij}=0$ .

7. В сетевом планировании и управлении фиктивная работа – это:

- 1) итог того или иного процесса;
- 2) промежуточный или окончательный результат выполнения события;
- 3) трудовой процесс или действие не требующее ни затрат времени, ни ресурсов;
- 4) трудовой процесс или действие, сопровождающееся затратами времени и ресурсов.

8. К подкритическим можно отнести работы, коэффициент напряженности которых:

- 1)  $< 0,6$ ;
- 2)  $> 0,8$ ;
- 3) 1;
- 4) -1.

9. В качестве каналов систем массового обслуживания может служить...

- 1) кассиры, продавцы
- 2) автомашины
- 3) ремонтные мастерские
- 4) все вышеперечисленные

10. Транспортная задача

Заявки Запасы	400	$200+v$	100
$k+v$			
500			

закрыта при  $k$  равном

- 1) 200;
- 2) 300;
- 3) 600;
- 4) 400.

11. Работа на сетевом графике может соединять...

- 1) три события;

- 2) два события;
- 3) четыре события;
- 4) ни одного события.

12. Критический путь сетевого графика — это путь

- 1) имеющий наибольшую продолжительность;
- 2) имеющий наименьшую продолжительность;
- 3) от исходного события до данного;

13. Между величинами  $X$  и  $Y$  существует отрицательная связь. Парный коэффициент корреляции находится в пределах...

- 1) от  $-1$  до  $0$ ;
- 2) от  $0$  до  $1$ ;
- 3)  $-1$  до  $1$ ;
- 4)  $-1$ .

14. Величина парного коэффициента корреляции, равная  $-1,12$ , свидетельствует о (об):

- 1) слабой их зависимости;
- 2) сильной взаимосвязи;
- 3) ошибках в вычислениях;
- 4) обратной зависимости.

15. При прямой связи с увеличением факторного признака, результативный признак...

- 1) уменьшается;
- 2) не изменяется;
- 3) увеличивается.

**Образец вариантов  
компьютерных лабораторных работ**

**Компьютерная лабораторная работа 1  
Математическая модель  
гибели людей при пожарах на территории России**

**Задание.** Исследуем статистические данные по пожарам в Российской Федерации за 2001 – 2018 годы для изучения зависимостей между количеством погибших и основными показателями оперативного реагирования Федеральной противопожарной службы МЧС России [Пожары и пожарная безопасность в 2005 -2016 году. М., 2005- 2018].

В качестве результирующей переменной  $Y$  выберем число погибших (чел.). В роли факторов выступают переменные (таблица 1.5):

- X1 – среднее время сообщения о пожаре (мин.),
- X2 – среднее время прибытия первого пожарного подразделения (мин.),
- X3 – среднее время свободного горения (мин.),
- X4 – среднее время локализации пожара (мин.),
- X5 – среднее время тушения пожара (мин.)
- X6 – среднее время ликвидации последствий пожара (мин.).
- T - время (единица измерения – год).

**Статистические данные гибели людей при пожарах  
в Российской Федерации и показателям оперативного реагирования  
ФПС МЧС России**

<b>T</b>	<b>Y</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>	<b>X5</b>	<b>X6</b>
2001	18321	8.08	11.31	19.43	17.74	44.35	34.56
2002	19988	8.77	11.80	19.59	17.85	44.70	34.44
2003	19303	7.74	11.82	19.01	16.99	42.73	31.25
2004	18868	7.33	12.02	19.35	17.14	47.98	30.84
2005	18412	7.02	12.18	18.65	17.10	42.67	31.11
2006	17238	6.77	12.42	18.63	16.96	41.89	30.23
2007	16066	5.62	11.89	17.39	14.80	43.18	28.06
2008	15279	5.10	11.57	16.71	13.79	40.50	26.24
2009	15301	4.13	10.12	16.05	11.34	25.37	28.27
2010	13946	3.61	9.57	14.80	11.53	25.70	31.28
2011	13061	3.25	9.08	13.80	10.49	23.32	29.90
2012	12019	2.84	8.76	12.96	9.57	21.39	29.92
2013	11652	2.49	8.40	12.20	8.35	18.78	29.38
2014	10138	2.27	8.36	11.90	8.19	18.65	32.55
2015	9377	1.98	8.21	11.40	7.08	16.36	31.89
2016	8749	1.82	8.13	11.16	6.56	15.14	33.12
2017	7816	1.70	8.16	11.05	6.33	14.79	35.28
2018	7909	1.61	8.41	11.20	6.88	15.74	38.59

## Компьютерная лабораторная работа 2 Корреляционно-регрессионный анализ

**Задание 1.** По приведенным статистическим данным:

- построить поле корреляции и сформулировать гипотезу о форме связи;
- рассчитать параметры уравнения линейной регрессии;
- оценить тесноту связи с помощью показателей корреляции и детерминации;
- дать с помощью коэффициента эластичности сравнительную оценку силы связи фактора с результатом;
- с помощью  $F$ -критерия Фишера оценить статистическую надежность результатов регрессионного моделирования;
- с помощью  $t$ -критерия Стьюдента оценить статистическую значимость коэффициента корреляции;
- рассчитать параметры нелинейной регрессии (степенной, экспоненциальной);
- оценить с помощью средней ошибки аппроксимации качество уравнений.

**$n = 30$**

(4,570; 3,558), (3,017; 3,825), (3,511; 3,499), (4,393; 5,793), (5,522; 3,975), (3,066; 4,913), (4,657; 5,036), (5,143; 4,547), (3,824; 5,904), (3,248; 6,784), (3,105; 3, 708), (3,857; 5,002), (3,701; 3,124), (3,662 3,725), (5,194; 3,165), (3,190; 3,103), (2,405; 3,271), (2,807; 3,128), (3,824; 2,958), (3,631; 6,284), (4,879; 3,372), (6,959; 3,533), (4,354; 3,143), (3,651; 5,197), (5,426; 4,478), (3,229; 3,528), (3,547; 5,927), (3,296; 5,231), (4,025; 3,502), (6,285; 5,717).

**Задание 2.** Имеются статистические данные. Необходимо:

- рассчитать параметры линейного уравнения множественной регрессии;
- дать сравнительную оценку силы связи факторов с результатом с помощью коэффициентов эластичности;
- оценить статистическую значимость параметров регрессионной модели с помощью  $t$ -критерия;
- нулевую гипотезу о значимости уравнения и показателей тесноты связи проверить с помощью  $F$ -критерия;
- оценить качество уравнения через среднюю ошибку аппроксимации;
- проверить модель на мультиколлинеарность.

<b>В1</b>	$Y$	$X_1$	$X_2$
1	0,5	24,1	28,0
2	1,3	8,9	47,4
3	0,4	2,1	16,5
4	1,2	7,0	32,7
5	2,0	14,3	71,9
6	0,9	10,7	62,7
7	3,3	87,3	285,0
8	1,2	13,3	49,0
9	5,5	110,7	425,7
10	0,2	1,5	2,3
11	0,9	4,3	18,8
12	1,3	21,6	31,5

### Компьютерная лабораторная работа 3 Задачи массового обслуживания. Исследование математических моделей

**Задание.** Решить следующие задачи.

1. В отделении сберегательного банка кассир обслуживает клиентов с интенсивностью 0,5 чел./мин. Среднее число клиентов, находящихся на обслуживании, равно 0,7. Предполагается, что нет ограничений на длину очереди. Определить показатели эффективности СМО и вероятность того, что ожидают своей очереди не более одного человека.

2. Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с одним каналом (одна группа проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,5 часа. На осмотр поступает в среднем 36 машин в сутки. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, не застает ни одного канала свободным, она покидает пункт осмотра необслуженной. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания пункта.

3. Решить задачу 2 для случая  $n = 4$ .

4. Решить задачу 2 при условии, что машина, прибывшая на пункт обслуживания, становится в очередь, длина которой не превышает 3 машин.

5. Пусть на станцию технического обслуживания ежедневно поступает в среднем девять автомобилей, требующих текущего ремонта ( $\lambda = 9$  требованиям в сутки). Один пост текущего ремонта в день может отремонтировать два автомобиля. Издержки от простоя автомобиля составляют 300 рублей, а от простоя поста - 500 рублей за сутки ( $C_1 = 300$  руб.,  $C_2 = 500$  руб.). Требуется определить оптимальное число постов текущего ремонта, такое, чтобы суммарные издержки от простоя автомобилей и постов были минимальны.

### Индивидуальные задания Вариант 1

На оптовую базу прибывают автомашины с недовольственными товарами. Поток простейший и поступает с интенсивностью 8 автомашин в час. На территории базы могут одновременно находиться не более 5 автомашин. На базе имеются 2 бригады грузчиков, которые разгружают автомашины. Среднее время разгрузки одной машины каждой бригадой составляет 1 ч. Определите основные показатели СМО оптовой базы и разработайте рекомендации по улучшению ее работы.

### Компьютерная лабораторная работа 4 Управление проектом на основе сетевых моделей

**Задание 1.** Дана оргграф (рисунок 3.8). Найти все простые пути, соединяющие начальную вершину  $X_1$  и конечную  $X_{10}$ . Найти длину кратчайшего пути и длину наибольшего пути.

**Задание 2.** Сеть проекта представлена структурной таблицей комплекса работ.

Работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опирается	-	-	1	1	1	2,3	6	5,7	4
на работы									
Продолжительность	3	5	8	2	7	2	3	6	3

работы									
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Требуется:

- построить ориентированную сеть;
- найти критический путь (максимальный по времени);
- определить ранние и поздние сроки свершения событий.

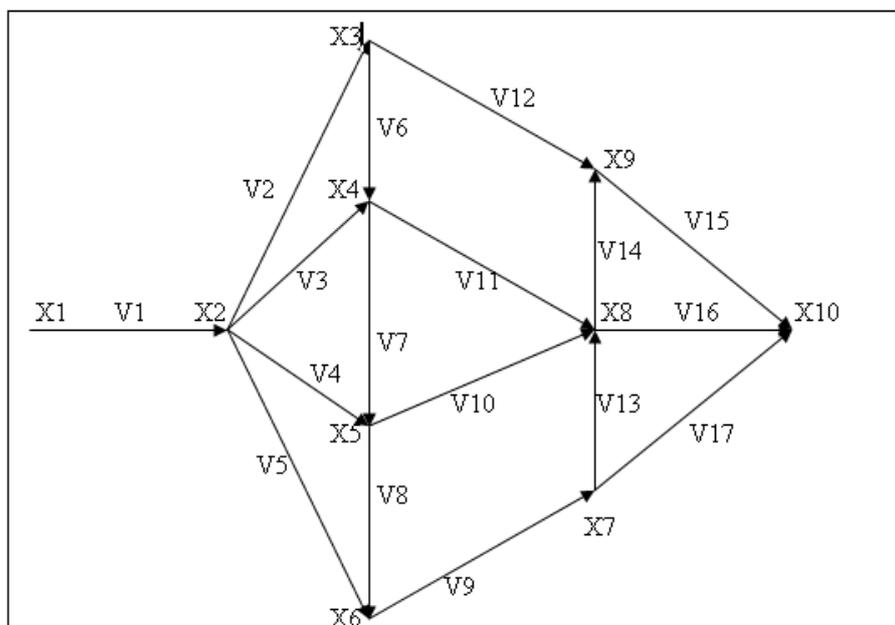


Рис. 3.8. Орграф для задания 1

### Индивидуальные задания

Для перестройки производства в порядке перевода его на более интенсивную технологию необходимо осуществить комплекс подготовительных мероприятий (работ). С этой целью создана группа специалистов и составлена структурная таблица комплекса работ. Требуется:

- построить упорядоченный сетевой график комплекса работ в терминах «вершины-события»;
- рассчитать временные параметры событий и работ;
- указать критический путь;
- рассчитать резервы времени событий и работ;

Найти критический путь с помощью линейной диаграммы.

Вариант 1		
№ работы	Опирается на работы	Продолжительность работы
1	-	1
2	1	3
3	-	2
4	1	5
5	1	4
6	2, 3	3
7	4	2
8	2, 3	4

<b>9</b>	7, 8	3
<b>10</b>	7, 8	2
<b>11</b>	5, 6	1
<b>12</b>	9, 11	5
<b>13</b>	10	4
<b>14</b>	10	2
<b>15</b>	12, 14	3

### Компьютерная лабораторная работа 5

#### Моделирование и оптимизация планов грузовых перевозок

**Задание 1.** ТЗ задана распределительной таблицей. Найти оптимальный план перевозок, минимизирующий затраты.

Вариант 1						Вариант 2					
	300	200	300	100	400		200	200	400	100	100
300	3	4	3	1	5	200	2	2	3	1	3
200	2	3	5	6	8	100	1	2	3	4	5
100	1	2	3	3	4	200	4	3	6	5	8
200	4	5	7	9	9	100	1	2	3	7	5
300	5	6	8	4	7	200	4	3	5	7	6

**Задание 2.** Решить ТЗ с ограничениями на пропускную способность согласно номеру своего варианта.

Вариант 1					Вариант 2				
$x_{44} \leq 500,$		$x_{23} \geq 500$			$x_{32} \leq 200,$		$x_{11} \geq 100$		
	500	500	1000	1500		300	300	300	300
1000	3	2	5	4	300	5	5	4	3
1500	4	3	5	3	200	4	7	4	2
500	1	1	3	2	400	3	2	3	4
1500	4	1	6	3	100	3	1	2	7

**Задание 3.** Необходимо организовать доставку оборудования с трех складов в 12 промыслов. Транспортные расходы (руб./ед.) по доставке оборудования представлены в таблице (по вариантам). Между складом № X и промыслом № Y заключен договор о гарантированной поставке M единиц оборудования ежемесячно. В связи с ремонтными работами временно невозможна перевозка со склада № X1 к промыслу № Y1. Найти оптимальный план перевозок, минимизирующий затраты.

<b>В 1</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>121</b>	<b>107</b>	<b>84</b>	<b>125</b>	<b>119</b>	<b>97</b>	<b>129</b>	<b>109</b>	<b>90</b>	<b>109</b>	<b>75</b>	<b>69</b>
склад 1 <b>351</b>	418	330	247	237	442	442	360	420	473	232	418	222
склад 2 <b>288</b>	219	332	392	494	403	250	420	487	218	481	423	435
склад 3	484	396	416	238	396	279	489	482	339	398	238	241

468													
Дополнительные условия: $X=1, Y=12, M=50; X1=3, Y1=6$													

**Компьютерная лабораторная работа 6**  
**Модель и алгоритм решения задачи о назначениях**

**Задание 1. Решить задачу о назначениях согласно номеру своего варианта.**

**Вариант 1**

Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на 4 вакантные должности. Отдел кадров оценил по шести бальной шкале компетентность пяти претендентов. Результаты этой оценки представлены матрицей

$$\begin{bmatrix} 4 & 5 & 3 & 5 \\ 6 & 5 & 4 & 6 \\ 3 & 4 & 3 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

*Кого и на какую должность следует принять?* В конце рабочего дня подошел еще один претендент, который получил следующие баллы по тестированию: 5 5 5 5. *Как это повлияет на окончательное решение?*

Приложение № 3

**Образец контрольной работы  
(заочная форма обучения)**

**Задание 1.** Имеются статистические данные. Необходимо:

- рассчитать параметры линейного уравнения множественной регрессии;
- дать сравнительную оценку силы связи факторов с результатом с помощью коэффициентов эластичности;
- оценить статистическую значимость параметров регрессионной модели с помощью t-критерия;
- нулевую гипотезу о значимости уравнения и показателей тесноты связи проверить с помощью F-критерия;
- оценить качество уравнения через среднюю ошибку аппроксимации;
- проверить модель на мультиколлинеарность.

<b>В1</b>	$Y$	$X_1$	$X_2$
1	0,5	24,1	28,0
2	1,3	8,9	47,4
3	0,4	2,1	16,5
4	1,2	7,0	32,7
5	2,0	14,3	71,9
6	0,9	10,7	62,7
7	3,3	87,3	285,0
8	1,2	13,3	49,0
9	5,5	110,7	425,7
10	0,2	1,5	2,3
11	0,9	4,3	18,8
12	1,3	21,6	31,5

**Задание 2.** На оптовую базу прибывают автомашины с недовольственными товарами. Поток простейший и поступает с интенсивностью 8 автомашин в час. На территории базы могут одновременно находиться не более 5 автомашин. На базе имеются 2 бригады грузчиков, которые разгружают автомашины. Среднее время разгрузки одной машины каждой бригадой составляет 1 ч. Определите основные показатели СМО оптовой базы и разработайте рекомендации по улучшению ее работы.

**Задание 3.** Для перестройки производства в порядке перевода его на более интенсивную технологию необходимо осуществить комплекс подготовительных мероприятий (работ). С этой целью создана группа специалистов и составлена структурная таблица комплекса работ. Требуется:

- *построить упорядоченный сетевой график комплекса работ в терминах «вершины-события»;*
  - *рассчитать временные параметры событий и работ;*
  - *указать критический путь;*
  - *рассчитать резервы времени событий и работ;*
- Найти критический путь с помощью линейной диаграммы.*

<b>Вариант 1</b>		
№ ра-боты	Опира-ется на работы	Продолжитель-ность работы
<b>1</b>	-	1
<b>2</b>	1	3
<b>3</b>	-	2
<b>4</b>	1	5
<b>5</b>	1	4
<b>6</b>	2, 3	3
<b>7</b>	4	2
<b>8</b>	2, 3	4
<b>9</b>	7, 8	3
<b>10</b>	7, 8	2
<b>11</b>	5, 6	1
<b>12</b>	9, 11	5
<b>13</b>	10	4
<b>14</b>	10	2
<b>15</b>	12, 14	3

**Задание 4.** ТЗ задана распределительной таблицей. Решить ТЗ. Найти оптимальный план перевозок, минимизирующий общие затраты.

<b>Вариант 1</b>					
	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>400</b>
<b>300</b>	3	4	3	1	5
<b>200</b>	2	3	5	6	8
<b>100</b>	1	2	3	3	4
<b>200</b>	4	5	7	9	9
<b>300</b>	5	6	8	4	7

**Задание 5.** Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на 4 вакантные должности. Отдел кадров оценил по шести бальной шкале компетентность пяти претендентов. Результаты этой оценки представлены матрицей

$$\begin{bmatrix} 4 & 5 & 3 & 5 \\ 6 & 5 & 4 & 6 \\ 3 & 4 & 3 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

*Кого и на какую должность следует принять?* В конце рабочего дня подошел еще один претендент, который получил следующие баллы по тестированию: 5 5 5 5. *Как это повлияет на окончательное решение?*