

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»



**Математические методы и модели в экономике**

**Рабочая программа дисциплины**

Направление подготовки/ Специальность	38.05.01 Экономическая безопасность
Направленность (профиль) программы/ Специализация	Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	очная
Год набора	2023

Составитель(и):

к.физмат.н, Соколова Жанна Владимировна  
Старший преподаватель, Коростелева Ольга Николаевна

Часов по учебному плану	144	<b>Виды контроля в семестрах:</b>  Экзамен: семестр 3
в том числе:		
контактная работа	48	
самостоятельная работа	60	
практическая подготовка	0	
часов на контроль	36	

**Распределение часов дисциплины:**

Семестр:	3
Вид занятий	Часы
Лекционные занятия	20
Практические занятия	28
Лабораторные работы	
<b>Итого аудиторных часов</b>	<b>48</b>
Самостоятельная работа	60
Часы на контроль	36
<b>Итого академических часов</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>4</b>

Санкт-Петербург  
2023

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ* .....</b>	<b>3</b>
<b>5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 Рекомендуемая литература .....</b>	<b>5</b>
<b>5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в     т.ч. отечественного производства .....</b>	<b>5</b>
<b>5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных     профессиональных баз данных (СПБД).....</b>	<b>5</b>
<b>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
<b>8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>8</b>
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Темы письменных работ.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Контрольные точки .....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 Другие объекты оценивания .....</b>	<b>23</b>
<b>1.5 Самостоятельная работа обучающегося .....</b>	<b>23</b>
<b>1.6 Шкала оценивания результата .....</b>	<b>23</b>

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Цель:</b>	Изучить необходимый математический аппарат и развить навыки его использования при анализе и решении экономических задач.
--------------	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О Математические методы и модели в экономике относится к обязательной части Блока 1.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 - Способен использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты.	ОПК-1.2 - Способен применять статистико-математический инструментарий, строить, экономико-математические модели необходимые для решения профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты	<p>Знать: основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач.</p> <p>Уметь: применять методы логического следствия, математического аппарата и моделирования.</p> <p>Владеть: навыками математического мышления для выработки системного, целостного взгляда на решение социально-экономических задач и задач профессиональной деятельности.</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\*

Номер и наименование тем и/или разделов/тем	Содержание дисциплины	Объем дисциплины (академические часы)			
		Контактная работа			СРО
		ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
Тема 1. Математиче	Примеры экономических задач, решаемых методами математического программирования. Основные	2	4		8

ское программирование как инструмент принятия решений. Графический метод.	экономико-математические модели. Графический метод решения.				
Тема 2. Симплекс-метод.	Симплексные таблицы. Основные понятия. Улучшение опорного решения (плана). Определение ключевого столбца и ключевой строки. Выбор начального допустимого базисного решения (плана). Введение искусственных переменных. М-задача.	6	8		14
Тема 3. Двойственность в линейном программировании.	Двойственные симметричные и несимметричные задачи. Экономическая интерпретация пары двойственных задач. Теоремы двойственности.	2	4		8
Тема 4. Транспортные задачи.	Постановка транспортной задачи. Основные понятия. Метод потенциалов. Основные способы построения начального опорного решения (плана перевозок). Транспортные задачи с нарушенным балансом производства и потребления. Транспортные задачи с дополнительными условиями.	6	6		14
Тема 5. Сетевое планирование.	Сеть проекта. Критический путь, время завершения проекта. Резервы событий, резервы операций.	2	2		8
Тема 6. Элементы теории матричных игр.	Игра как математическая модель конфликта. Основные понятия теории игр. Классификация игр. Матричные игры. Чистые и смешанные стратегии. Принцип минимакса. Основная теорема теории матричных игр. Решение матричной игры с седловой точкой и без нее. Графический метод нахождения оптимального решения матричных игр. Решение матричных игр путем построения пары двойственных задач линейного программирования.	2	4		8
<b>Контроль:</b>					<b>36</b>
<b>Всего по дисциплине:</b>		<b>20</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>60</b>

\*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Рекомендуемая литература

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Электронные ресурсы
Методические указания для подготовки к тестированию по дисциплинам "Методы оптимальных решений", "Математические методы и модели в принятии решений" / М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов, Каф. высш. математики ; [сост.: Н.Е.Авдушева и др.]. Ч. 1: Линейное программирование. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 2012.	<a href="http://opac.unecon.ru/elibrary/elib/404921108.pdf">http://opac.unecon.ru/elibrary/elib/404921108.pdf</a>
Красс, М. С. Математика в экономике. Базовый курс : учебник для бакалавров / М. С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 470 с.	<a href="https://urait.ru/viewer/matema...-ekonomike-bazovyy-kurs-426158">https://urait.ru/viewer/matema...-ekonomike-bazovyy-kurs-426158</a>
Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 280 с.	<a href="https://urait.ru/viewer/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modelirovanie-512225">https://urait.ru/viewer/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modelirovanie-512225</a>

### 5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства

- 7-Zip
- ОС Альт образование 10
- LibreOffice

### 5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД/ ИСС
1.	Электронная библиотека Grebennikon.ru – <a href="http://www.grebennikon.ru">www.grebennikon.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY – <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
3.	Научная электронная библиотека КиберЛеника – <a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
4.	База данных ПОЛПРЕД Справочники – <a href="http://www.polpred.com">www.polpred.com</a>
5.	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary <a href="http://www.oecd-ilibrary.org">www.oecd-ilibrary.org</a>
6.	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или <a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a> )
7.	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или <a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a> )

8.	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или <a href="http://www.kodeks.ru">www.kodeks.ru</a> )
9.	Электронная библиотечная система BOOK.ru - <a href="http://www.book.ru">www.book.ru</a>
10.	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – <a href="http://www.urait.ru">www.urait.ru</a>
11.	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – <a href="http://www.znanium.com">www.znanium.com</a>
12.	Электронная библиотека СПбГЭУ – <a href="http://opac.unicon.ru">opac.unicon.ru</a>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Помещения оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование учебных аудиторий, перечень	Адрес (местоположение) учебных аудиторий
Ауд. 419 Лаборатория "Лабораторный комплекс". Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая - 1 шт., тумба для аппаратуры - 1 шт.Экран переносной Consul AV (1:1) 70/70" 178*178 MW - 1 шт., Компьютер персональный "Полус" - 2 шт., Проекционный столик Solo 9000 д\проекторов - 1 шт., Компьютер персон. (в сост.:монитор Samsung E1920 NR+сист.блок+клав.+мышь) - 1 шт., Колонки DEFENDER MERCURY 35 МК-II Brown box . 2*20w RMS Brown Дерево - 1 шт., Коммутатор HP ProCurve Swich 2650 - 2 шт., Персональный компьютер "Некс Оптима" в составе:Процессор с охлажд.устройством,Оперативная память,Жесткий диск,Материнская плата,Корпус с блоком питания,Клавиатура,Мышь,Монитор - 20 шт., Моноблок ACER Aspire Z1811 - 3 шт., Экран с электроприводом 183x240 см Компакт - 1 шт., Мультимедийный проектор Тип 2 Panasonic PT-VX610E - 1 шт., Экран переносной 155 155 - 1 шт., Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	192007, г. Санкт-Петербург, ул. Прилукская, д. 3, лит. А
Ауд. 403 Лаборатория "Лабораторный комплекс"Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 40 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая - 1шт., трибуна - 1шт.Моноблок Acer Aspire Z1811	192007, г. Санкт-Петербург, ул.

Intel Core i5-2400S@2.50GHz/4Gb/1Tb - 1 шт., Компьютер I3-8100/ 8Гб/500Гб/ Philips224E5QSB - 13 шт., Мультимедийный проектор NEC ME401X - 1 шт., Колонки JBL(белые) - 2 шт., Экран с электроприводом Screen Media Champion 203x153cm. MW 4:3. 4-уг. корпус - 1 шт., Микшер-усилитель ТА-1120 - 1 шт., Беспроводная точка доступа/UNI FI AP PRO/Ubiquiti - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	Прилукская, д. 3, лит. А
Ауд. 400 Лаборатория "Лабораторный комплекс".Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая - 1шт., тумба для аппаратуры - 1шт. Компьютер Intel I5-7400/8+8/1Tb/GT710-2Gb/DELL S2218H - 21 шт., Ноутбук HP 250 G6 1WY58EA - 4 шт. Мультимедийный проектор Panasonic PT-VX610E - 1 шт.,Звуковой к-т (микшер-усилитель Apart Concept+ микрофон BEHRINGER) - 1 шт., Акустическая система Hi-Fi PRO MASK6T-W - 2 шт., Экран Compact Electrol : размер экрана 153x200 см - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	192007, г. Санкт-Петербург, ул. Прилукская, д. 3, лит. А

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться со следующими документами:

- учебно-методической документацией;
- локальными нормативными актами, регламентирующими основные вопросы организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
- графиком консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава.

Уровень и глубина освоения дисциплины определяются активной и систематической работой обучающихся на лекционных занятиях, занятиях семинарского типа, выполнением самостоятельной работы, в том числе в части выделения наиболее значимых и актуальных проблем для дальнейшего изучения. Особым условием качественного освоения дисциплины является эффективная организация труда, позволяющая распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком учебного процесса.

При подготовке к учебным занятиям обучающимся предоставляется возможность посещения консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава СПбГЭУ согласно расписанию, установленному в графике консультаций.

Аудиторная и внеаудиторная работа обучающихся должна быть направлена на формирование:

- фундаментальных основ мировоззрения обучающихся и естественнонаучного познания;
- базисных знаний, соответствующих направлению подготовки и заявленной профессиональной области, формирующих целевую и профессиональную основу для подготовки кадров;
- профессиональных компетенций ориентированных на удовлетворение потребностей рынка труда;
- индивидуальной траектории посредством освоения уникального набора профессиональных компетенций дополняющих компетентностную модель обучающегося, за счет ориентации на конкретные профессиональные специализированные области знаний, определяемые представителями рынка труда;
- метанавыков обучающихся, таких как: командная работа и лидерство, анализ данных, цифровые навыки, разработка и реализация проектов, межкультурное взаимодействие.

## **8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность

беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

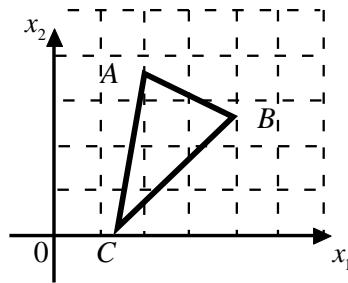
### 1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации

#### Вопросы к экзамену:

1. Формулировка общей задачи линейного программирования. Математические модели экономических задач: задача производственного планирования, задача о диете.
2. Графический метод решения двумерной задачи ЛП.
3. Общая, стандартная и каноническая задачи ЛП. Приведение общей и стандартной задач ЛП к каноническому виду.
4. Алгоритм симплекс-метода. Табличная реализация симплекс-метода. Построение первого опорного плана.
5. Симплекс-метод. Переход к новому улучшенному опорному плану. Критерий оптимальности опорного плана.
6. Симплекс-метод. Признаки особых случаев: вырожденность, наличие альтернативных решений, отсутствие решений.
7. Симплекс-метод. М-метод или метод больших штрафов.
8. Двойственная задача ЛП, правила ее построения.
9. Теоремы двойственности.
10. Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. Построение начального опорного плана транспортной задачи: метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости.
11. Открытые транспортные задачи.
12. Транспортная задача. Правила перехода к новому улучшенному опорному плану. Критерий оптимальности опорного плана.
13. Транспортная задача с дополнительными условиями.
14. Матричные игры: постановка задачи и основные понятия. Матричная игра с нулевой суммой. Принцип минимакса. Решение матричной игры в чистых стратегиях.
15. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. Критерий оптимальности стратегий.
16. Графический метод решения игр с платежными матрицами размерности  $2 \times m$  или  $n \times 2$ .
17. Решение матричных игр путем построения пары двойственных задач ЛП.
18. Построение сети проекта. Критический путь, время завершения проекта. Резервы событий, резервы работы.

#### Примеры типовых заданий решаемых задач:

1. Пусть  $ABC$  – множество допустимых планов (решений) некоторой системы ограничений, а  $f(X) = c_1x_1 + c_2x_2$  – целевая функция.



Верно утверждение:

- 1) Если  $f(X) = -x_1 + 3x_2$ , то  $f(A) < f(B)$ .
- 2) Если  $f(X) = 4x_1 + x_2 \rightarrow \min$ , то  $A = X^{opt}$ .
- 3) Если  $f(X) = 3x_1 + x_2$ , то  $f(B) > f(A)$ .
- 4) Если  $f(X) = -2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ , то  $C = X^{opt}$ .

2. Дана задача линейного программирования:

$$f(X) = c_1x_1 + c_2x_2 \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 8, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 4, \\ -x_1 + x_2 \geq -2, \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Верно утверждение:

- 1)  $X = (4, 3)$  является допустимым планом данной задачи.
- 2)  $X = (7, 4)$  не является допустимым планом данной задачи.
- 3)  $X = (8, 6)$  может быть оптимальным при некотором выборе  $c_1, c_2$ .
- 4)  $X = (4, 4)$  является опорным (базисным) планом данной задачи.

3. Дана задача линейного программирования:

$$f(X) = c_1x_1 + c_2x_2 \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \geq -12, \\ 3x_1 + 2x_2 \geq 36, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Верно утверждение:

- 1)  $X = (6, 9)$  является опорным (базисным) планом данной задачи.
- 2)  $X = (8, 9)$  не является допустимым планом данной задачи.
- 3)  $X = (9, 7)$  может быть оптимальным при некотором выборе  $C_1, C_2$ .
- 4)  $X = (11, 8)$  является допустимым планом данной задачи.

3. Для задачи линейного программирования:

$$f(X) = 3x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 - x_3 - 2x_4 = -1, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 = 2; \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Даны планы:  $X^1 = (1, 0, 0, 1)$ ,  $X^2 = (1/2, 0, 1/2, 1/2)$ ,  $X^3 = (1, 1, 0, 0)$ ,

$$X^4 = (0, 0, 1, 0).$$

Для указанных планов верно утверждение:

- 1) Все планы являются допустимыми.
- 2) Опорным планом является только  $X^4$ .
- 3) Все опорные планы являются вырожденными.
- 4) Опорными планами являются только  $X^1$  и  $X^3$ .
- 5) Не все допустимые планы являются опорными.

5. Для общей задачи линейного программирования:

$$f(x) = -x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 24, & (1) \end{cases}$$

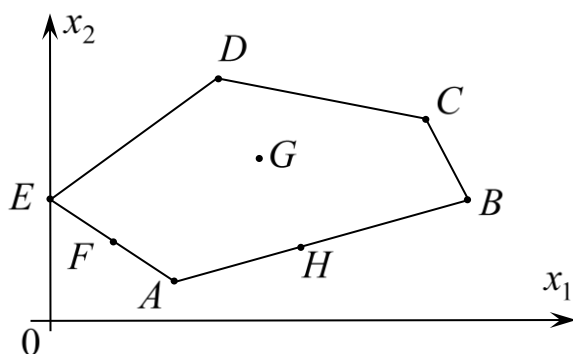
$$\begin{cases} -8x_1 + 3x_2 \leq 24, & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 \leq 12, & (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \geq -12, & (4) \end{cases}$$

указать какая из точек А)  $M_1(0, 8)$ , Б)  $M_2(2, 5)$ , В)  $M_3(4, 6)$ , Г)  $M_4(0, 5)$  не является допустимым планом.

6. Пусть  $ABCDE$  – множество допустимых планов некоторой системы ограничений,



а  $f(X) = c_1 x_1 + c_2 x_2$  – целевая функция.

Справедливо ли утверждение:

- 1) Существует целевая функция  $f(X)$ , для которой  $X^{opt} = G$ .
- 2) Существует целевая функция  $f(X) \rightarrow \min$ , для которой  $X^{opt} = C$ .
- 3) Существует целевая функция  $f(X) \rightarrow \max$ , для которой  $X^{opt} = A$ .

7. Дана задача линейного программирования:

$$\begin{aligned} f(X) &= x_1 + 3x_2 \rightarrow \min; \\ \begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 9, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ 3x_1 - x_2 \leq 6, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases} \end{aligned}$$

Найти оптимальный план и оптимальное решение графическим способом.

8. На некотором этапе решения задачи ЛП получена симплекс-таблица

$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$b$
$x_4$	0	2	-1	1	4	0	4
$x_1$	1	-1	4	0	-2	0	3
$x_6$	0	2	3	0	3	1	4
$f$	0	-6	5	0	-8	0	15

Справедливо ли утверждение:

- 1) Опорный план, соответствующий таблице, равен  $X^1 = (3, 0, 4, 0, 0, 4)$ .

2) Значение целевой функции  $f(X^1) = 15$ .

3) Опорный план  $X^1$  является неоптимальным.

4) Опорный план  $X^1$  является вырожденным.

9. Дана задача линейного программирования:

$$f(X) = x_1 + 3x_2 \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 9, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ 3x_1 - x_2 \leq 6, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases}$$

Найти оптимальный план и оптимальное решение симплекс-методом.

10. По заданной задаче ЛП составить двойственную задачу

$$f(X) = -x_1 + 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 \geq 1, \\ -x_1 + 4x_2 - 3x_3 \leq 4, \\ x_1 - 2x_2 + 2x_3 \leq 3, \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 \geq 5, \\ x_i \geq 0, i = 1, 2, 3. \end{cases}$$

Справедливо ли утверждение:

1) Количество переменных двойственной задачи ЛП равно:

А. 5;            Б. 6;            В. 3;            Г. 4.

2) Размер матрицы системы ограничений двойственной задачи ЛП равен:

А.  $5 \times 4$ ;    Б.  $3 \times 4$ ;    В.  $4 \times 5$ ;    Г.  $4 \times 3$ .

11. Дана задача линейного программирования:

$$\begin{aligned} f(X) &= x_1 + 3x_2 \rightarrow \min; \\ \begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 9, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ 3x_1 - x_2 \leq 6, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases} \end{aligned}$$

Построить двойственную задачу и найти её решение, используя теоремы двойственности.

12. Составив по заданной задаче ЛП двойственную задачу, и решив затем одну из них симплекс-методом, получить решение обеих задач

$$\begin{aligned} f(X) &= 18x_1 + 16x_2 + 5x_3 \rightarrow \min \\ \begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 2, \\ 3x_1 + x_2 + x_3 \geq 3, \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3; \end{cases} \end{aligned}$$

13. Экспериментальная лаборатория «Эвента» в качестве новейшей разработки начала выпуск и продажу опытной партии образцов – крема для быстрого роста ногтей и крема для тела, способствующего снижению веса. Для изготовления каждого уникального крема используются активные вещества – гиалурон, карбопол и аллантоин (остальные ингредиенты имеются в избытке). Поскольку партия является опытной, дневной запас ресурса невелик. Затраты каждого ресурса на изготовление одного флакона крема, прогнозируемая прибыль от продажи одного флакона крема и количество ресурсов, которыми лаборатория располагает на 1 день, приведены в таблице:

Ресурс	Крем для ногтей, г	Крем для тела, г	Дневной запас ресурса, г
Гиалурон	1	1	5
Карбопол	2	3	12
Аллантоин	1	5	15
Прибыль, у.е.	5	6	

Необходимо составить дневной план выпуска продукции, при котором лаборатория получит наибольшую прибыль.

**14.** На некотором этапе решения ТЗ получена таблица

<i>ПН</i>	$b_1 = 40$	$b_2 = 15$	$b_3 = 25$	$b_4 = 20$
<i>ПО</i>				
$a_1 = 35$	5 20	3 —	4 —	4 15
$a_2 = 30$	3 —	5 —	2 25	1 5
$a_3 = 35$	4 20	2 15	5 —	3 —

Справедливо ли утверждение:

1) Опорный план  $X^k$ , соответствующий данной таблице, задан матрицей

$$X^k = \begin{pmatrix} 20 & 0 & 0 & 15 \\ 0 & 0 & 25 & 5 \\ 20 & 15 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

2) Опорный план  $X^k$  является оптимальным.

3) Опорный план  $X^k$  является вырожденным.

4) Значение целевой функции  $f(X^k) = 295$ .

**15.** Транспортная задача задана таблицей

<i>ПН</i>	$b_1 = 20$	$b_2 = 15$	$b_3 = 25$	$b_4 = 40$
<i>ПО</i>				
$a_1 = 20$	5	3	4	4

$a_2 = 30$	3	5	2	1
$a_3 = 50$	4	2	5	3

Справедливо ли утверждение:

- 1) Данная транспортная задача является сбалансированной (закрытой).
- 2) Для того, чтобы данная транспортная задача имела решение, её следует сделать закрытой, добавив фиктивный ПО<sub>4</sub> с запасом груза  $a_4 = 20$ .
- 3) Для того, чтобы транспортная задача имела решение, её следует сделать закрытой, добавив фиктивный ПН<sub>5</sub> с потребностью в грузе  $b_5 = 20$ .

**16.** Условия открытой транспортной задачи заданы таблицей

ПН	$b_1 = 5$	$b_2 = 5$	$b_3 = 10$
ПО			
$a_1 = 15$	2	3	5
$a_2 = 5$	6	8	4
$a_3 = 7$	8	9	1

Постройте оптимальный план перевозок  $X^*$ , по которому потребности всех пунктов назначения будут удовлетворены, найдите оптимальную стоимость перевозок  $f(X^*)$ .

**17.** Решить транспортную задачу, заданную таблицей

ПН	$b_1 = 12$	$b_2 = 12$	$b_3 = 8$
ПО			
$a_1 = 12$	3	2	5
$a_2 = 14$	2	6	5

$a_3 = 10$	4	3	7
------------	---	---	---

при дополнительном условии: из третьего ПО груз должен быть вывезен полностью.

**18.** Из перечня работ и событий выделить формулировку, определяющую работу.

- А) Зачет по математике студентом сдан.
- Б) Экзамен по микроэкономике студентом не сдан.
- В) Студент переведен на третий курс.
- Г) Обучение студента в университете.

**19.** Из перечня работ и событий выделить формулировку определяющую событие.

- А) Написание студентом контрольной работы.
- Б) Разработка студентом курсового проекта.
- В) Студент в аспирантуру зачислен.
- Г) Подготовка студентом реферата к сдаче.

**20.** По таблице очередности работ составьте сетевую модель, сделайте кодировку событий.

<i>Вид работы</i>	<i>Непосредственно предшествующие работы</i>	<i>Вид работы</i>	<i>Непосредственно предшествующие работы</i>
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>G</i>	<i>L</i>
<i>B</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>A</i>
<i>C</i>	<i>E, F, G</i>	<i>P</i>	<i>L</i>
<i>D</i>	-	<i>Q</i>	<i>C, P, H</i>
<i>E</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>D</i>
<i>F</i>	<i>D</i>		

На основании кодировки работ закончите утверждения:

- 1)** Работой предшествующей работе (4,6) является работа:  
 А) (5,6); Б) (0,1); В) (3,6); Г) (6,7).

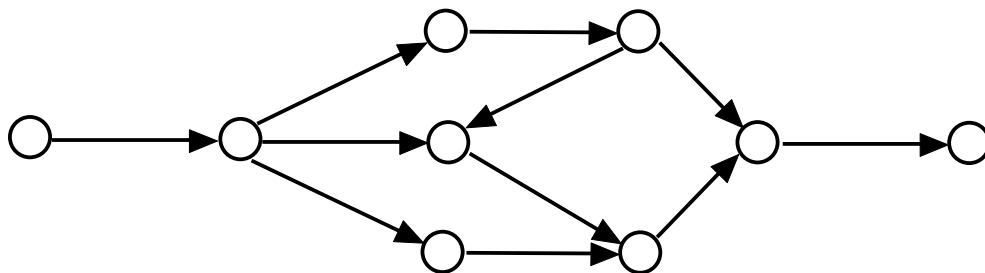
2) Работой последующей за работой (4,6) является работа:

А) (2,5); Б) (3,6); В) (6,7); Г) (1,4).

3) Из события 4 выходит работа:

А) (4,2); Б) (4,5); В) (4,6); Г) (4,3).

21. Укажите, в какой последовательности совершаются события в сетевой модели (закодируйте события на модели, используя упорядоченный код событий):



На основании полученной кодировки работ закончите утверждения:

4) В сетевой модели представлено

А) 10 работ; Б) 12 работ; В) 11 работ; Г) 14 работ.

5) В сетевой модели представлено

А) 8 событий; Б) 9 событий; В) 10 событий; Г) 11 событий.

22. В таблице представлены порядок и продолжительность работ в рамках проекта.

Работа	За какой работой следует	Продолжительность (дни)
А	—	10
Б	—	5
В	А	2
Г	В	3
Д	Б	1
Е	А, Д	8

Ж	Б	6
---	---	---

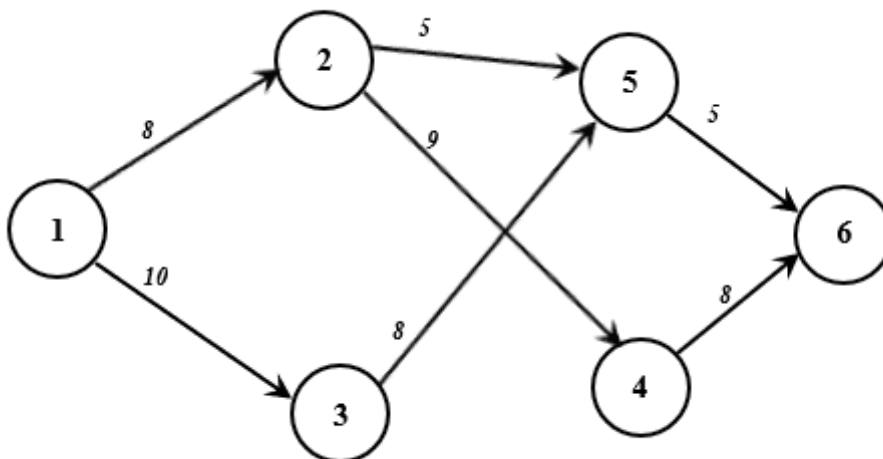
Построить сетевой график проекта.

**23.** В таблице представлены порядок и продолжительность работ в рамках проекта.

	Работы	За какой работой следует
А	Снять старое оборудование	—
Б	Очистить и подготовить участки работы	—
В	Повысить мощность источников питания	—
Г	Перекинуть секции	Б
Д	Поставить дополнительные розетки	А
Е	Установить новое оборудование	Г
Ж	Изменить схему проводки	Б
З	Изменить схему освещения	Д
И	Проверить освещение	В, Ж, З
К	Проверить всю электросистему	Е, И

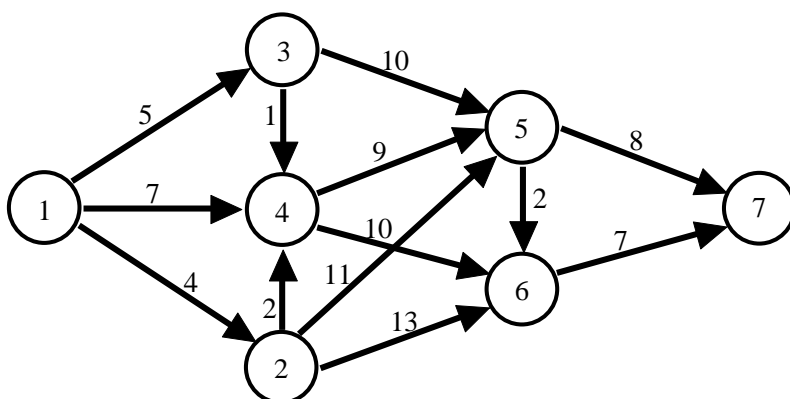
Построить сетевой график проекта.

**24.** Дан сетевой график некоторого проекта, время начала которого равно нулю:



Определить: 1) продолжительность проекта, 2) резервы времени событий, 3) критический путь, 3) свободные и полные резервы времени работ, не входящих в критический путь.

25. Дан сетевой график некоторого проекта, время начала которого равно нулю.



1) Найти критический путь проекта и минимальное время, за которое проект может быть осуществлен.

2) Найти раннее время  $T_6^p$  наступления события 6.

26. Дана платёжная матрица некоторой антагонистической игры:

$$A = \begin{pmatrix} 5 & -3 & 0 & -4 \\ 1 & 2 & -1 & 3 \\ 6 & a_{32} & 2 & 4 \\ 3 & 4 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

Верны ли утверждения:

- 1) Если  $a_{32} = 0$ , то гарантированный выигрыш первого игрока при любой стратегии второго игрока равен 1.
- 2) Если первый игрок выбирает стратегию с номером 2, а второй – стратегию с номером 3, то выигрыш второго игрока равен -1.
- 3) Если второй игрок выбирает стратегию с номером 4, то его гарантированный проигрыш независимо от действий первого игрока равен 3.
- 4) Если  $a_{32} = 2$ , то стратегия с номером 3 первого игрока и стратегия с номером 3 второго игрока образуют седловую точку.

27. Дана платёжная матрица некоторой антагонистической игры:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 & 4 \\ -1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Верны ли утверждения:

- 1) Стратегия номер 3 первого игрока является доминируемой по сравнению со стратегией номер 2.
- 2) Стратегия номер 2 второго игрока является доминируемой по сравнению со стратегией номер 1.

**28.** Выполнив возможные упрощения платежной матрицы

$$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 2 & 3 \\ 6 & 4 & -3 & -2 \\ 2 & -5 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & -4 & 1 \end{pmatrix},$$

решите игру в смешанных стратегиях/

- 1) Найдите оптимальные смешанные стратегии первого и второго игроков.
- 2) Найдите цену игры.

**29.** Выполнив возможные упрощения платёжной матрицы А, решите игру в смешанных стратегиях графическим методом.

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 6 & 8 & 4 & 7 \\ 3 & 4 & 6 & 7 \\ 1 & 1 & 8 & 9 \\ -2 & 4 & -5 & 6 \end{pmatrix}$$

## 1.2 Темы письменных работ

Рабочей программой дисциплины не предусмотрено.

## 1.3 Контрольные точки

Номер контрольной точки	Тип контрольной точки	Способ проведения	Номера тем
1	Контрольное тестирование	с помощью технических средств и информационных систем	1-3
2	Контрольное тестирование	с помощью технических средств и информационных систем	4-6

3	Текущий контроль	с помощью технических средств и информационных систем	1-6
---	------------------	---	-----

## 1.4 Другие объекты оценивания

Рабочей программой дисциплины не предусмотрено.

## 1.5 Самостоятельная работа обучающегося

Наименования самостоятельной работы	Номера тем
Выполнение домашних заданий	1-6
Подготовка к экзамену	1-6

## 1.6 Шкала оценивания результата

Шкалы оценивания и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине регламентируются Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования и Положением о балльно-рейтинговой системе.

Для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине используется **балльно-рейтинговая система успеваемости обучающихся**:

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен (или дифференцированный зачет), итоговая оценка формируется в соответствии со шкалой, приведенной ниже в таблице:

Баллы	Оценка
$\leq 54$	неудовлетворительно
55-69	удовлетворительно
70-84	хорошо
$\geq 85$	отлично

## Шкала оценивания результата

2 (балл до 54)	Демонстрирует непонимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. Демонстрируется первичное восприятие материала. Работа незакончена и /или это плагиат.
3 (балл 55-69)	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых, к заданию выполнены. Владение элементами заданного материала. В основном выполненный материал понятен и носит целостный характер.
4 (балл 70-84)	Демонстрирует значительное понимание проблемы обозначенной дисциплиной. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

	Содержание выполненных заданий раскрыто и рассмотрено с разных точек зрения.
5 (балл 85-100)	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. Продemonстрировано уверенное владение материалом дисциплины. Выполненные задания носят целостный характер, выполнены в полном объеме, структурированы, представлены различные точки зрения, продемонстрирован творческий подход.