	ЧОУ ВО «Липецкий эколого-гуманитарный институт	СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	
	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	РПД-08/2-08-37-2022	
	Исследование операций	Взамен РПД-2015	Стр. 1 из 27

ОДОБРЕНО  
Учебно-методическим советом  
Протокол № 1  
«2» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор  
\_\_\_\_\_ В.Ю. Филоненко  
«2» сентября 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Исследование операций

(наименование дисциплины)

**Направление подготовки:** 38.03.05 – Бизнес- информатика

**Профиль подготовки:** Электронный бизнес

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная/очно-заочная

Кафедра прикладной информатики в экономике

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры

«1» сентября 2022 г. Протокол № 1


Зав. кафедрой: канд. техн. наук Лаврухина Т.В.

Липецк –2022 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения дисциплины .....	3
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП .....	3
3. Место дисциплины в структуре ОП ВО .....	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	4
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) .....	7
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	9
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	20
8.1. Основная учебная литература .....	20
8.2. Дополнительная учебная литература .....	20
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	21
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	24
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	24
Лист согласования .....	26
Лист регистрации изменений .....	27

	НОУ ВО «Липецкий эколого-гуманитарный институт»	СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	
	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	РПД-08/2-37-2016	
	Исследование операций	Взамен РПД - 2015	Стр. 3 из 27

## 1. Цели освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Исследование операций» является подготовка специалистов, способных создавать математические модели операций, вырабатывать рекомендации по принятию решения при наличии нескольких оперирующих сторон; знающих и умеющих применять модели исследования операций для решения производственных, хозяйственных, экономических и управленческих задач.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Формируются следующие компетенции:

*общекультурные компетенции (ОК)*

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

*общепрофессиональные компетенции:*

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать исследование операций и уметь использовать модели исследования операций для решения задач бизнес-информатики (оптимальное планирование, сетевое планирование и управление, управление запасами), уметь использовать математические, инструментальные средства для обработки, анализа, и систематизации информации по теме исследования.

- Иметь опыт построения, анализа моделей исследования операции и выработки рекомендаций по выбору оптимальной стратегии действий при решении задач бизнес-информатики.


- Владеть математическими приемами исследования операций для решения задач бизнес-информатики, инструментальными средствами для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Исследование операций» входит в базовую часть блока 1(Б1.Б.21).

Дисциплина «Исследование операций» изучается на 2 курсе (3 семестр – очная форма обучения, уст., 3 семестр – заочная форма обучения) и опирается на математические знания студентов, приобретенные ими в результате изучения дисциплин «Математический анализ» и «Линейная алгебра».

Дисциплина «Исследование операций» является основой для изучения других математических, естественно-научных и дисциплин направления, использующих математическое моделирование бизнес-процессов: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Анализ данных», «Моделирование бизнес-процессов», «Оптимизация и математические методы принятия решений».

	НОУ ВО «Липецкий эколого-гуманитарный институт»	СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	
	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	РПД-08/2-37-2016	
	Исследование операций	Взамен РПД - 2015	Стр. 4 из 27

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины - 2 зачетных единицы, 72 час.

Очная форма обучения: контактная работа – 36 час. (лекции – 18 час.; практические занятия - 18 час.); самостоятельная работа обучающихся – 36 часов.

Заочная форма обучения: контактная работа - 10 часов (лекции – 4 час.; практические занятия – 2 час.; консультации – 4 час.); самостоятельная работа обучающихся – 62 часа.

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Тематика разделов (модулей) дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (СРС) и трудоемкость (в часах) очная/заочная форма обучения				Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практ. Занятия, конс.	интерактивные формы занятий	СРС	Форма промежуточной аттестации
1	Основы методологии принятия решения		2/1	2/1	-	4/8	Собеседование
2	Однокритериальные задачи принятия решений в условиях определенности. Многокритериальные задачи принятия решений в условиях определенности		4/1	4/1	Решение задач с обсуждением в группе	5/10	Решение задач
3	Формирование системы предпочтений лиц принимающих решения в задачах принятия решения. Задачи принятия решений в условиях неопределенности		4/1	4/1	-	5/10	Опрос
4	Принятие решения в условиях риска. Принятие решения в условиях конфликта		4/0,5	4/1	Решение задач с обсуждением в группе	5/10	Решение задач
5	Информационные системы поддержки принятия решений		4/0,5	4/2	-	5/12	Сдача ПР
					-	12/12	Подготовка к зачету, ПР
	Итого: 3/уст.,3 семестр		18/4	18/6	-	36/62	зачет



### Распределение компетенций по разделам (модулям) дисциплины

№ п/п	Раздел (модуль) дисциплины	Освоенные компетенции
1	Основы методологии принятия решения	ОК-7
2	Однокритериальные задачи принятия решений в условиях определенности. Многокритериальные задачи принятия решений в условиях определенности	ОК-7, ОПК-1
3	Формирование системы предпочтений лиц принимающих решения в задачах принятия решения. Задачи принятия решений в условиях неопределенности	ОК-7, ОПК-1
4	Принятие решения в условиях риска. Принятие решения в условиях конфликта	ОК-7, ОПК-1
5	Информационные системы поддержки принятия решений	ОК-7, ОПК-1

### Тематика лекций, консультаций

#### Тема № 1. Введение в дисциплину

История развития исследования операции. Задачи и цели дисциплины «Исследование операции». Основные понятия дисциплины: операция, модель операции, эффективность операции. Общая постановка задачи исследования операции. Примеры задач исследования операции

Студент должен знать определения: операция, оптимальное решение, модель операции, эффективность операции. Иметь представление о практической значимости исследований операций. Знать общую постановку задачи исследований операций.

#### Тема № 2. Понятие об игровых моделях. Игры с нулевой суммой

Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Игры с чистыми стратегиями. Игры в чистых стратегиях.

Студент должен знать определения: стратегия игрока, игра с нулевой суммой, личный ход, случайный ход, платежная матрица, максимальный выигрыш, минимальный проигрыш.

#### Тема № 3. Игры смешанными стратегиями

Игры в чистых стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2x2.

Студент должен знать игру со смешанной стратегией, теорема Неймана.

#### Тема № 4. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования

Методика приведения матричной игры к задаче линейного программирования. Примеры экономических задач, которые описываются игровыми моделями  $m \times n$ . Алгоритм решения произвольной конечной игры размера  $m \times n$ .


Тема № 5. Бескоалиционные игры. Позиционные игры. Динамическое программирование. Динамические игры. Динамические транспортные задачи.

Тема № 6. Кооперативные и антагонистические игры. Игры с платежными функциями специального вида.

### Тематика и план практических занятий

#### ТЕМА № 1.

Общая постановка задачи исследования операций.

	НОУ ВО «Липецкий эколого-гуманитарный институт»	СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	
	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	РПД-08/2-37-2016	
	Исследование операций	Взамен РПД - 2015	Стр. 6 из 27

Примеры задач исследования операций: задачи планирования производства, составления рациона, использования мощностей, раскроя материала, замены оборудования.

#### ТЕМА № 2.

Игра.

Алгоритм формирования платежной матрицы.

Алгоритмы отыскания нижней и верхней цен.

Алгоритмы решения игр с чистыми и смешанными стратегиями.

#### ТЕМА № 3.

Матричная игра.

Алгоритм приведения к задаче линейного программирования.

#### ТЕМА № 4.

Бескоалиционные игры. Позиционные игры.

#### ТЕМА № 5.

Кооперативные и антагонистические игры

### **Методические рекомендации для преподавателей**

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к освоению тематики, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинами учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Найти и отобрать наиболее яркие примеры практического использования математических моделей в исследовании операций из области экономики и бизнеса и др. Определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, привести план лекции, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Желательно дать студентам краткую аннотацию основной литературы. Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения материала. Раскрывая содержание вопросов плана лекции, акцентировать внимание студентов на основных определениях.

Рекомендуется задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ, вовлекая студентов в диалог. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по ведению конспекта лекции, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя при этом категоричный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать выводы по теме, раскрывающие содержание плана лекции.

Перед началом изучения дисциплины целесообразно провести собеседование в целях выявления уровня базовых знаний, необходимых для начала обучения.



## **6.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой, а также приобрести рекомендованную основную учебную и методическую литературу, имеющуюся в библиотеке института.

В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к консультациям / практическим занятиям и консультациям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Студент может дорабатывать свой конспект каждой лекции, делая в нем соответствующие пометки и записи из литературы, рекомендованной преподавателем.

Организация подготовки к консультациям / практическим занятиям осуществляется студентом в соответствии с устными рекомендациями преподавателя, а также изложенными в изданных в институте методических разработках.

При подготовке к зачету студент повторяет пройденный материал в соответствии с тематикой дисциплины, приведенной в рабочей программе, примерным перечнем вопросов для итогового контроля. При подготовке к зачету/экзамену студент использует свой конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости студент может обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр (в соответствии с ПО 07.08-12-2013 Организация самостоятельной работы студентов), предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в списке рекомендуемой литературы. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и нужных для освоения последующих разделов.

Проверочная работа / индивидуальное задание выполняется в соответствии с изданными типографским или электронным способом методическими указаниями, регламентирующими все этапы выполнения и сдачи работ, определяют свой вклад в рейтинговую оценку.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных поисковых системах, таких как [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний при подготовке к практическим занятиям; выполнение домашних заданий; работу с Интернет-источниками; подготовку к сдаче зачета.



### Распределение времени на самостоятельную работу студента

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Количество времени (часы) очная/заочная форма обучения
1	Проработка материала лекций, учебных материалов. Самостоятельная проработка тем	10 / 22
2	Подготовка к практическим занятиям, консультациям. Самостоятельная проработка тем	14 / 28
3	Выполнение ПР / ИЗ	4 / 4
4	Подготовка к зачету	8 / 8
Итого:		36 / 62

### Вопросы для самостоятельной работы

1. Предмет, задачи, основные понятия исследования операций и место теории игр в исследовании операций.
2. Критерий эффективности. Оценка эффективности. Построение оценок эффективности при различных неконтролируемых факторах.
3. Постановка задачи в матричной игре. Седловая точка и ее свойства.
4. Необходимое и достаточное условие существования седловой точки.
5. Основная теорема фон Неймана для матричных игр.
6. Смешанное расширение матричной игры. Оптимальные смешанные стратегии.
7. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.
8. Бескоалиционные игры. Ситуация равновесия по Нэшу.
9. Позиционные игры. Динамическое программирование Беллмана.
10. Необходимое и достаточное условие существования ситуации равновесия по Нэшу.
11. Многокритериальная оптимизация. Виды сверток. Оптимальность по Парето и свертка по наихудшему значению.
12. Методы экспертных оценок. Проверка согласованности мнений экспертов.
13. Игры с природой и с линией жизни.
14. Неполная информированность игроков. Принятие решений в условиях неопределенности.
15. Динамические игры. Кусочно-программные стратегии. Дискриминация.
16. Кооперативные игры. Игры с платежными матрицами специального вида.
17. Задачи сетевого планирования и управления.
18. Детерминированные и вероятностные модели задач управления запасами.

### Образовательные технологии

Применяются традиционные формы лекций и проведения практических занятий (ПЗ) и консультаций. При решении задач на ПЗ применяется метод работы в малых группах с последующим обсуждением решения в группе.

Предполагается возможность внеаудиторных консультаций он-лайн.





## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### Вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет, задачи, основные понятия исследования операций и место теории игр в исследовании операций.
2. Критерий эффективности.
3. Оценка эффективности.
4. Построение оценок эффективности при различных неконтролируемых факторах.
5. Постановка задачи в матричной игре.
6. Седловая точка и ее свойства.
7. Необходимое и достаточное условие существования седловой точки.
8. Основная теорема фон Неймана для матричных игр.
9. Смешанное расширение матричной игры.
10. Оптимальные смешанные стратегии.
11. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.
12. Бескоалиционные игры.
13. Ситуация равновесия по Нэшу.
14. Позиционные игры. Динамическое программирование Беллмана.
15. Необходимое и достаточное условие существования ситуации равновесия по Нэшу.
16. Многокритериальная оптимизация.
17. Виды сверток.
18. Оптимальность по Парето и свертка по наихудшему значению.
19. Методы экспертных оценок.
20. Проверка согласованности мнений экспертов.
21. Игры с природой и с линией жизни.
22. Неполная информированность игроков.
23. Принятие решений в условиях неопределенности.
24. Динамические игры.
25. Кусочно-программные стратегии.
26. Дискриминация.
27. Кооперативные игры.
28. Игры с платежными матрицами специального вида.
29. Задачи сетевого планирования и управления.
30. Детерминированные и вероятностные модели задач управления запасами.

**Текущий контроль** успеваемости по дисциплине может учитывать следующее:

- выполнение студентом всех видов работ, предусмотренных программой дисциплины (в том числе ответы на семинарах, коллоквиумах, при тестировании; подготовка докладов и рефератов; выполнение проверочных работ, индивидуальных заданий, участие в деловых играх и т.п.);
- посещаемость;
- самостоятельная работа студента;
- исследовательская работа и т.д.

Оценка должна носить комплексный характер и учитывать достижения студента по основным компонентам учебного процесса.



НОУ ВО «Липецкий эколого-гуманитарный институт»	СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	РПД-08/2-37-2016	
Исследование операций	Взамен РПД - 2015	Стр. 10 из 27

Оценка знаний по 100-балльной шкале в соответствии с критериями института реализуется следующим образом:

- менее 53 балла – «неудовлетворительно»;
- от 53 до 79 баллов – «удовлетворительно»;
- от 80 до 92 баллов – «хорошо»;
- 93 балла и выше – «отлично».

### Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка за работу в течение семестра складывается из результатов текущего контроля знаний и работы в течение семестра.

#### Текущий контроль

№ п/п	Форма текущего контроля	Баллы
1.	Выполнение студентом всех видов работ, предусмотренных программой дисциплины (в том числе ответы на семинарах, коллоквиумах, при тестировании; подготовка докладов и рефератов; выполнение проверочных работ, индивидуальных заданий, участие в деловых играх и т.п.)	45
2.	Подготовка ПР	15

Итого: текущий контроль знаний – 60 баллов.

Оценка за работу в семестре:

1. Присутствие и работа на лекции (конспект) – 1 балл;
2. Присутствие на консультации / практическом занятии – 1 балл;
3. Ответы на занятии – 2 балла;
4. Активность на занятиях – 1 балл;
5. Самостоятельная работа (выполнение домашнего задания – ПР/ИЗ) – 15 баллов;
6. Контрольный опрос – по 5 баллов;

*Итого:* оценка за работу в семестре – 40 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости оцениваются по 100-балльной системе. Аттестованным считается студент, набравший 53 балла и выше.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, который проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета.

При этом оценка знаний студентов осуществляется в баллах в комплексной форме с учетом:

- оценки по итогам текущего контроля знаний;
- оценки промежуточной аттестации в ходе зачета.

Содержание билета:

1-е задание – 50 баллов;

2-е задание – 50 баллов;

*Итого:* за промежуточную аттестацию (результат в ходе зачета) – 100 баллов.

### Темы проверочных работ

1. Составление моделей задач исследования операций.
2. Использование надстройки «Поиск решения» MS Excel для решения задач исследования операций.
3. Преобразование системы ограничений модели задачи ЛП.
4. Графический способ решения задач ЛП с двумя переменными.
5. Табличный симплекс-метод.
6. Составление и решение двойственных задач.
7. Транспортная задача.
8. Метод множителей Лагранжа.



### Темы индивидуальных домашних заданий

1. Графический способ решения задач ЛП с числом переменных больше двух.
2. Симплексный метод решения задач ЛП.
3. Метод искусственного базиса.
4. Метод Гомори.

### Вариант задач для выполнения ПР / индивидуального задания

1. Решить матричную игру графическим способом

Вариант 1					Вариант 2										
A=		1	8	4	-3	-2		A=		9	-3	1	5	2	
		-1	-6	-4	6	3				-4	5	3	-1	1	

2. Найти гарантированные выигрыши игроков, оптимальные по Парето ситуации

Вариант 1			Вариант 2												
		5 1 9		7 4 8				4 1 7		4 7 8					
A=		5 7 2		V=	9 1 2			A=		9 7 3		V=		7 3 7	
		1 8 7			2 9 6					2 7 6				7 9 2	

3. Найти равновесные ситуации в чистых стратегиях и вполне смешанных стратегиях

Вариант 1			Вариант 2												
		5 1 9		7 4 8				4 1 7		4 7 8					
A=		5 7 2		V=	9 1 2			A=		9 7 3		V=		7 3 7	
		1 8 7			2 9 6					2 7 6				7 9 2	

4. Решить позиционную игру





$$z - 4x_1 - 6x_2 = 0$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + s_1 = 64 \\ x_1 + 3x_2 + s_2 = 72 \\ x_2 + s_3 = 20 \end{cases}$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2; s_i \geq 0, i = 1, 2, 3.$$

Эта система является системой с базисом (базис  $s_1, s_2, s_3$ , каждая из них входит только в одно уравнение системы с коэффициентом 1),  $x_1$  и  $x_2$  - свободные переменные. Задачи, при решении которых применяется симплекс-метод, должны обладать следующими двумя свойствами: - система ограничений должна быть системой уравнений с базисом; - свободные члены всех уравнений в системе должны быть неотрицательны.

Полученная система - система с базисом и ее свободные члены неотрицательны, поэтому можно применить **симплекс-метод**. Составим первую симплекс-таблицу (Итерация 0) для решения задачи на **симплекс-метод**, т.е. таблицу коэффициентов целевой функции и системы уравнений при соответствующих переменных. Здесь "БП" означает столбец базисных переменных, «Решение» - столбец правых частей уравнений системы. Решение не является оптимальным, т.к. в  $z$  - строке есть отрицательные коэффициенты.

симплекс-метод итерация 0

БП	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	Решение	Отношение
$z$	-4	-6	0	0	0	0	-
$s_1$	2	1	1	0	0	64	64/1=64
$s_2$	1	3	0	1	0	72	72/3=24
$s_3$	0	1	0	0	1	20	20/1=20

Для улучшения решения перейдем к следующей итерации симплекс-метода, получим следующую симплекс-таблицу. Для этого надо выбрать разрешающий столбец, т.е. переменную, которая войдет в базис на следующей итерации симплекс-метода. Он выбирается по наибольшему по модулю отрицательному коэффициенту в  $z$ -строке (в задаче на максимум) – в начальной итерации симплекс-метода это столбец  $x_2$  (коэффициент -6).

Затем выбирается **разрешающая строка**, т.е. переменная, которая выйдет из базиса на следующей итерации симплекс-метода. Она выбирается по наименьшему отношению столбца "Решение" к соответствующим положительным элементам разрешающего столбца (столбец «Отношение») – в начальной итерации это строка  $s_3$  (коэффициент 20).

**Разрешающий элемент** находится на пересечении разрешающего столбца и разрешающей строки, его ячейка выделена цветом, он равен 1. Следовательно, на следующей итерации симплекс-метода переменная  $x_2$  заменит в базисе  $s_3$ . Заметим, что в  $z$ -строке отношение не ищется, там ставится прочерк " - ". В случае если есть одинаковые минимальные отношения, то выбирается любое из них. Если в разрешающем столбце все коэффициенты меньше или равны 0, то решение задачи бесконечно.



Заполним следующую таблицу «Итерация 1». Её мы получим из таблицы «Итерация 0». Цель дальнейших преобразований - превратить разрешающий столбец  $x_2$  в единичный (с единицей вместо разрешающего элемента и нулями вместо остальных элементов).

1) Вычисление строки  $x_2$  таблицы "Итерация 1". Сначала делим все члены разрешающей строки  $s_3$  таблицы "Итерация 0" на разрешающий элемент (он равен 1 в данном случае) этой таблицы, получим строку  $x_2$  в таблице «Итерации 1». Т.к. разрешающий элемент в данном случае равен 1, то строка  $s_3$  таблицы "Итерация 0" будет совпадать со строкой  $x_2$  таблицы "Итерация 1". Строку  $x_2$  таблицы "Итерации 1" мы получили  $0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 20$ , остальные строки таблицы "Итерация 1" будут получены из этой строки и строк таблицы "Итерация 0" следующим образом:

2) Вычисление z-строки таблицы "Итерация 1". На месте **-6** в первой строке (z-строке) в столбце  $x_2$  таблицы "Итерация 0" должен быть 0 в первой строке таблицы "Итерация 1". Для этого все элементы строки  $x_2$  таблицы "Итерация 1"  $0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 20$  умножим на 6, получим  $0 \ 6 \ 0 \ 0 \ 6 \ 120$  и сложим эту строку с первой строкой (z - строкой) таблицы "Итерация 0"  $-4 \ -6 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$ , получим  $-4 \ 0 \ 0 \ 0 \ 6 \ 120$ . В столбце  $x_2$  появился ноль **0**, цель достигнута. Элементы разрешающего столбца  $x_2$  выделены красным цветом.

3) Вычисление строки  $s_1$  таблицы "Итерация 1". На месте **1** в  $s_1$  строке таблицы "Итерация 0" должен быть 0 в таблице "Итерация 1". Для этого все элементы строки  $x_2$  таблицы "Итерация 1"  $0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 20$  умножим на -1, получим  $0 \ -1 \ 0 \ 0 \ -1 \ -20$  и сложим эту строку с  $s_1$  - строкой таблицы "Итерация 0"  $2 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 64$ , получим строку  $2 \ 0 \ 1 \ 0 \ -1 \ 44$ . В столбце  $x_2$  получен необходимый 0.

4) Вычисление строки  $s_2$  таблицы "Итерация 1". На месте **3** в  $s_2$  строке таблицы "Итерация 0" должен быть 0 в таблице "Итерация 1". Для этого все элементы строки  $x_2$  таблицы "Итерация 1"  $0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 20$  умножим на -3, получим  $0 \ -3 \ 0 \ 0 \ -3 \ -60$  и сложим эту строку с  $s_2$  - строкой таблицы "Итерация 0"  $1 \ 3 \ 0 \ 1 \ 0 \ 72$ , получим строку  $1 \ 0 \ 0 \ 1 \ -3 \ 12$ . В столбце  $x_2$  получен нужный 0. Столбец  $x_2$  в таблице "Итерация 1" стал единичным, он содержит одну 1 и остальные 0.

Строки таблицы «Итерация 1» получаем по следующему правилу:

Новая строка = Старая строка – (Коэффициент разрешающего столбца старой строки)\*(Новая разрешающая строка).

Например для z-строки имеем:

$$\begin{aligned} &\text{Старая z-строка} && (-4 \quad -6 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \\ -(-6)*\text{Новая разрешающая строка} &&& -(0 \quad -6 \quad 0 \quad 0 \quad -6 \quad -120) \\ =\text{Новая z-строка} &&& (-4 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 6 \quad 120). \end{aligned}$$

Для следующих таблиц пересчет элементов таблицы делается аналогично, поэтому мы его опускаем.

#### симплекс-метод итерация 1

БП	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	Решение	Отношение
z	-4	0	0	0	6	120	-
$s_1$	2	0	1	0	-1	44	44/2=22
$s_2$	1	0	0	1	-3	12	12/1=12



$x_2$	0	1	0	0	1	20	-
-------	---	---	---	---	---	----	---

Разрешающий столбец  $x_1$ , разрешающая строка  $s_2$ ,  $s_2$  выходит из базиса,  $x_1$  входит в базис. Совершенно аналогично получим остальные симплекс-таблицы, пока не будет получена таблица со всеми положительными коэффициентами в z-строке. Это признак оптимальной таблицы.

симплекс-метод итерация 2

БП	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	Решение	Отношение
z	0	0	0	4	$-\frac{1}{6}$	168	-
$s_1$	0	0	1	$-\frac{1}{2}$	5	20	$20/5=4$
$x_1$	1	0	0	1	$-\frac{1}{3}$	12	-
$x_2$	0	1	0	0	1	20	$20/1=20$

Разрешающий столбец  $s_3$ , разрешающая строка  $s_1$ ,  $s_1$  выходит из базиса,  $s_3$  входит в базис.

симплекс-метод итерация 3

БП	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	Решение	Отношение
z	0	0	$\frac{6}{5}$	$\frac{8}{5}$	0	192	-
$s_3$	0	0	$\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{2/5}$	1	4	-
$x_1$	1	0	$\frac{3}{5}$	$-\frac{1}{1/5}$	0	24	-
$x_2$	0	1	$-\frac{1}{1/5}$	$\frac{2}{5}$	0	16	-

В z-строке все коэффициенты неотрицательны, следовательно, получено оптимальное решение  $x_1 = 24$ ,  $x_2 = 16$ ,  $z_{\max} = 192$ .

### Примерный перечень тестов для промежуточного контроля

1. Термин «исследование операций» появился ...

- в годы второй мировой войны
- в 50-ые годы XX века
- в 60-ые годы XX века
- в 70-ые годы XX века
- в 90-ые годы XX века
- в начале XXI века



2. Под исследованием операций понимают (выберите наиболее подходящий вариант) ...

- **комплекс научных методов для решения задач эффективного управления организационными системами**
- комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
- комплекс методов реализации задуманного плана
- научные методы распределения ресурсов при организации производства

3. Упорядочьте этапы, через которые, как правило, проходит любое операционное исследование:

- **постановка задачи**
- построение содержательной (вербальной) модели рассматриваемого объекта (процесса)
- построение математической модели
- решение задач, сформулированных на базе построенной математической модели
- проверка полученных результатов на адекватность природе изучаемой системы
- реализация полученного решения на практике

4. В исследовании операций под операцией понимают...

- **всякое мероприятие (систему действий), объединенное единым замыслом и направленное на достижение какой-либо цели**
- всякое неуправляемое мероприятие
- комплекс технических мероприятий, обеспечивающих производство продуктов потребления

5. Решение называют оптимальным, ...

- **если оно по тем или иным признакам предпочтительнее других**
- если оно рационально
- если оно согласовано с начальством
- если оно утверждено общим собранием

6. Математическое программирование ...

- **занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения**
- представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков
- занимается решением математических задач на компьютере

7. Задача линейного программирования состоит в ...

- **отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений**
- создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи





- описании линейного алгоритма решения заданной задачи

8. В задаче квадратичного программирования...

- **целевая функция является квадратичной**
- область допустимых решения является квадратом
- ограничения содержат квадратичные функции

9. В задачах целочисленного программирования...

- **неизвестные могут принимать только целочисленные значения**
- целевая функция должна обязательно принять целое значение, а неизвестные могут быть любыми
- целевой функцией является числовая константа

10. В задачах параметрического программирования...

- **целевая функция и/или система ограничений содержит параметр(ы)**
- область допустимых решения является параллелограммом или параллелепипедом
- количество переменных может быть только четным

11. В задачах динамического программирования...

- **процесс нахождения решения является многоэтапным**
- необходимо рационализировать производство динамита
- требуется оптимизировать использование динамиков

12. Поставлена следующая задача линейного программирования:

$$F(x_1, x_2) = 5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$$

$$0.2x_1 + 0.3x_2 \leq 1.8,$$

$$0.2x_1 + 0.1x_2 \leq 1.2,$$

$$0.3x_1 + 0.3x_2 \leq 2.4,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Выберите задачу, которая эквивалентна этой задаче.

$$F(x_1, x_2) = 5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18,$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$



$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0.$$

$$F(x_1, x_2) = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \min,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18,$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0.$$

$$F(x_1, x_2) = 50x_1 + 60x_2 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18,$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0.$$

$$F(x_1, x_2) = 5x_1^2 + 6x_2^2 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18,$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12,$$

$$3x_1 + x_2 \leq 2.4,$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0.$$

13. Целевой функцией задачи линейного программирования может являться функция:

- $F = 12x_1 + 20x_2 - 30x_3 \rightarrow \min$
- $F = \sqrt{x_1^2 + \frac{1}{2}} \rightarrow \min$
- $F = 3x_1 - \frac{1}{2}x_2 + \sqrt{x_3} \rightarrow \max$
- $F = x_1^2 - \frac{1}{2}x_2 \rightarrow \max.$

14. Системой ограничений задачи линейного программирования может являться система:



- ✓  $\begin{cases} x_1 - x_2 \geq 3, \\ x_1 + x_2 \leq 0. \end{cases}$
- $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2. \end{cases}$
- $\begin{cases} \sqrt{x_1} + x_2 = 4, \\ x_1 + x_2^2 \leq 6. \end{cases}$
- $\begin{cases} x_2^3 - x_1 = 4, \\ x_1^2 - x_2^2 \geq 4. \end{cases}$

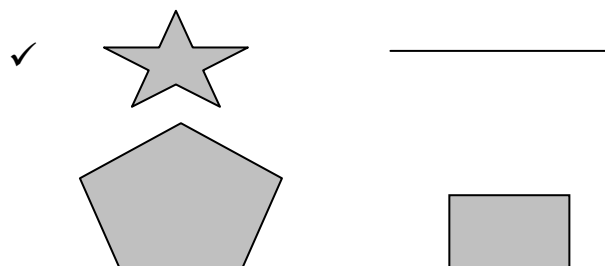
15. Симплекс-метод - это:

- **аналитический метод решения основной задачи линейного программирования**
- метод отыскания области допустимых решений задачи линейного программирования;
- графический метод решения основной задачи линейного программирования;
- метод приведения общей задачи линейного программирования к каноническому виду.

16. Задача линейного программирования состоит в:

- **отыскании наибольшего или наименьшего значения линейной функции при наличии линейных ограничений**
- разработке линейного алгоритма и реализации его на компьютере
- составлении и решении системы линейных уравнений
- поиске линейной траектории развития процесса, описываемого заданной системой ограничений.

17. Область допустимых решений задачи линейного программирования **не может** выглядеть так:



18. Целевой функцией задачи линейного программирования может являться функция:

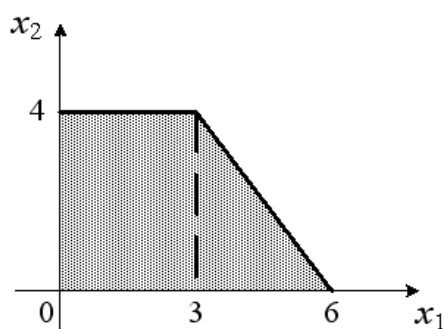
- $F=12x_1+20x_2-30x_3 \rightarrow \min$
- $F=\sqrt{x_1^2 + x_2^2} \rightarrow \min$
- $F=3x_1 - x_2 + \sqrt{x_3} \rightarrow \max$
- $F=x_1^2 - x_2 \rightarrow \max.$

19. Системой ограничений задачи линейного программирования может являться система:



- ✓  $\begin{cases} x_1 - x_2 \geq 3, \\ x_1 + x_2 \leq 0. \end{cases}$
- $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2. \end{cases}$
- $\begin{cases} \sqrt{x_1} + x_2 = 4, \\ x_1 + x_2^2 \leq 6. \end{cases}$
- $\begin{cases} x_2^3 - x_1 = 4, \\ x_1^2 - x_2^2 \geq 4. \end{cases}$

20. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции  $F(x_1, x_2) = 3x_1 + 5x_2$  равно...

- 29
- 20
- 27
- 31

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 8.1. Основная учебная литература

1. Соловьев Н., Чернопрудова Е., Лесовой Д. А. Основы теории принятия решений для программистов: учебное пособие. – ОГУ, 2012. – 187 с. / КнигаФонд  
<http://www.knigafund.ru/books/183702>

### 8.2. Дополнительная учебная литература

1. Исследование операций в экономике: учебное пособие / Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Гришин И.М. и др. - 2-е изд., испр. - М.: Юрайт, 2010. - 430 с. (гриф)
2. Лубенец Ю.В. Исследование операций в экономике и управлении. Часть 1. Задачи линейного программирования: учебное пособие. - Липецк: ЛЭГИ, 2006. - 52 с.
3. Лубенец Ю.В. Исследование операций в экономике и управлении. Часть 2. Системы массового обслуживания. Сетевое планирование: учебное пособие. - Липецк: ЛЭГИ, 2006. - 56 с.

В соответствии с договором студентам и преподавателям института предоставляется право доступа к электронному периодическому изданию Электронно-библиотечной системы «КнигаФонд» ([www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)).



Книги, рекомендуемые для занятий по дисциплине, доступные в электронном периодическом издании:

1. [Математические методы и модели исследования операций: учебник под ред. В.А. Колемаева Юнити-Дана • 2012 год • 592 страницы](#)
2. [Теория игр и исследование операций Лемешко Б.Ю. НГТУ • 2013 год • 167 страниц](#)
3. [Исследование операций. Модели экономического поведения: учебник Стронгин Р. Г. Интернет-Университет Информационных Технологий • 2007 год • 208 страниц](#)
4. [Математические методы и модели исследования операций: учебник Шапкин А.С., Шапкин В.А. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°» • 2017 год • 398 страниц](#)

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Математический форум <http://mathhelpplanet.com/viewforum.php?f=42>
2. Исследование операций <http://pandia.ru/text/78/367/1605.php>

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

#### **Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины**

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

#### **Подготовка к лекциям**

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.



Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### **Подготовка к практическим занятиям/консультациям**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.



## Рекомендации по написанию практических (проверочных) работ / индивидуальных заданий

### Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:



- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

### **Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Windows 8, Microsoft Office 2007 (Microsoft Word 2007 - Текстовый процессор; Microsoft Excel 2007 - Табличный процессор; Microsoft Access 2007 - Система управления базами данных; Microsoft PowerPoint 2007 - Создание и показ презентаций); ГАРАНТ-Мастер - Информационно-правовая система.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения занятий по дисциплине кафедра располагает необходимой материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов занятий, предусмотренных данной программой и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:





1. Специализированной аудиторией для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенной ЖК-телевизором, проектором Nec NP-V260G, стационарным экраном «Digis Optimal-C»;
2. Специализированной аудиторией для проведения практических занятий, семинаров, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенной ЖК-телевизором, проектором Benq MS504, стационарным экраном «Digis Optimal-C»;
3. Специализированной аудиторией для самостоятельной работы обучающихся, оснащенной ноутбуками «Lenovo B590» с выходом в сеть Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ЛЭГИ;
4. Специализированным компьютерным классом, оснащенным ноутбуками «Lenovo B590»;
5. Учебниками, учебными пособиями и методической литературой библиотеки ЛЭГИ, наборами учебно-наглядных пособий по основным разделам программы.



**Лист согласования**

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

Представитель руководства по СМК

Д-р физ.мат. наук, профессор,  
профессор кафедры ПИЭ

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Филоненко

\_\_\_\_\_ С.Л. Блюмин

«    » \_\_\_\_\_ 2016 г.

«    » \_\_\_\_\_ 2016 г.

