

Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС

Факультет экономики и финансов

Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДЕНА

кафедрой информатики и математики

Протокол от «29» августа 2017 г. № 1

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

(Б1.Б.13)

краткое наименование дисциплины - МОР

по направлению подготовки: 38.03.01 Экономика

направленность (профиль): «Инвестиционный анализ»

квалификация выпускника: Бакалавр

форма обучения: очная

Год набора — 2018

Новосибирск, 2017

Автор– составитель, заведующий кафедрой информатики и математики:
канд. физ.-мат. наук, доцент, Рапоцевич Е.А

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы **Ошибка! Закладка не определена.**
2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО **Ошибка! Закладка не определена.**
3. Содержание и структура дисциплины .. **Ошибка! Закладка не определена.**
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .. **Ошибка! Закладка не определена.**
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 6.1. Основная литература. **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 6.2. Дополнительная литература..... **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 6.3. Нормативные правовые документы. **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 6.4. Интернет-ресурсы. **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Материально – техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Дисциплина Б1.Б.13 «Методы оптимальных решений» обеспечивает овладение следующей компетенцией:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-3	Способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты и обосновать полученные выводы	ОПК-3.4.	Способность выбирать нужные математические методы, средства, модели и критерии в зависимости от исходной постановки задачи.

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
	ОПК- 3.4	<i>на уровне знаний:</i> основных принципов математического моделирования; основных подходов к использованию математических моделей. <i>на уровне умений:</i> применять типовые математические модели для решения экономических и социальных задач; интерпретировать полученный результат в контексте поставленной задачи; адаптировать типовые математические модели к контексту конкретной задачи экономики.

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем – 40 (из них лекций – 20 ч., семинарских занятий – 20 ч.), самостоятельная работа обучающихся составляет 68 ч.

Возможно изучение дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. При этом сохраняется объем контактной и самостоятельной работы по дисциплине в соответствии с учебным планом.

Место дисциплины

Дисциплина Б1.Б.13 «Методы оптимальных решений» изучается студентами очной формы обучения на втором курсе в четвертом семестре обучения в соответствии с учебным планом. Дисциплина реализуется после освоения следующих дисциплин: Б1.Б.10

Математический анализ, Б1.Б.11 Линейная алгебра, Б1.Б.12 Теория вероятностей и математическая статистика.

Дисциплины, которые реализуются после изучения данной:

Б1.Б.17	Эконометрика
---------	--------------

3. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем, (разделов)	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости ¹ , промежуточной аттестации	
		Все го	Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Раздел 1. Линейное программирование		16	4		4		8	
Тема 1.1	Постановка задачи	2			2		4	О - 1.1. ПЗ 1.2. О - 1.3.
Тема 1.2	Графический метод решения							
Тема 1.3	Теория двойственности							
Тема 1.4	Анализ модели на чувствительность	2			2		4	О - 1.4. ПЗ 1.5.
Тема 1.5	Условия равновесия							
Раздел 2 Транспортная задача		32	4		4		24	
Тема 2.1	Постановка транспортной задачи	2			2		8	О - 2.1. ПЗ 2.2. ПЗ 2.3.
Тема 2.2	Построение допустимого решения							
Тема 2.3	Метод потенциалов							
Тема 2.4	Открытые транспортные задачи	2			2		8	ПЗ 2.4. О - 2.5. О - 2.6.
Тема 2.5	Другие виды транспортных задач							
Тема 2.6	Задача о назначениях							
	Выполнение контрольной работы по разделу 1 и 2						8	Контрольная работа
Раздел 3 Нелинейное программирование		16	4		4		8	
Тема 3.1	Постановка задачи	2			2		4	О - 3.1. ПЗ 3.2.
Тема 3.2	Графический метод решения							
Тема 3.3	Метод Лагранжа	2			2		4	О - 3.3. О - 3.4.
Тема 3.4	Дробно-линейное программирование							
Раздел 4 . Методы теории игр		24	4		4		16	
Тема 4.1	Элементы теории игр	2			2		4	О - 4.1.
Тема 4.2	Принцип минимакса							

¹ ИПЗ – индивидуальное практическое задание, КР - контрольная работа, О – опрос, Т – тестирование, З – зачет, Э - экзамен.

Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях							О - 4.2. О - 4.3.
Тема 4.4	Решение игр графическим методом							ПЗ 4.4.
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования		2		2		4	О - 4.5.
	Выполнение контрольной работы по разделу 3 и 4						8	Контрольная работа
Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности		20	4		4		12	
Тема 5.1	Понятие риска		2		2			О - 5.1. ПЗ 5.2.-5.5.
Тема 5.2	Критерий Байеса							
Тема 5.3	Критерий Вальда							
Тема 5.4	Критерий Сэвиджа							
Тема 5.5	Критерий Гурвица							
Тема 5.6	Марковские модели принятия решения		2		2			О - 5.6.
Промежуточная аттестация								3
Всего:		108	20		20		68	ак.ч.
		3	0,56		0,56		1,89	з.е.
		81	15		15		51	астр.ч.

Содержание дисциплины

Раздел 1. Линейное программирование

Тема 1.1. Постановка задачи

Постановка задачи линейного программирования (ЛП): задача о выборе оптимальной производственной программы выпуска продукции; стандартная, каноническая и общая формы задач ЛП, их эквивалентность; допустимое и оптимальное решения задачи ЛП. Различные формы записи задачи ЛП: векторная и матричная.

Тема 1.2. Графический метод решения

Геометрическая интерпретация задачи ЛП, графический метод решения задач ЛП. Геометрическая интерпретация случаев неоднозначности оптимального решения, случаи вырожденности допустимой области решений, неограниченности целевой функции.

Тема 1.3. Теория двойственности

Понятие двойственной задачи к задаче ЛП: задача торга, экономическая интерпретация двойственной задачи и её переменных. Общие правила построения двойственной задачи, взаимодвойственность прямой и двойственной задачи ЛП.

Тема 1.4. Анализ модели на чувствительность

Формулировка первой, второй и третьей задачи пост оптимального анализа. Экономическая интерпретация. Связь задачи определения ценности ресурсов с решением двойственной задачи.

Тема 1.5. Условия равновесия

Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация теорем двойственности. Теорема равновесия. Использование условия равновесия для поиска решения прямой и двойственной задачи. Экономическая интерпретация условий равновесия.

Раздел 2. Транспортная задача

Тема 2.1. Постановка транспортной задачи

Общая постановка транспортной задачи. Представление транспортной задачи в виде задачи линейного программирования. Открытая и закрытая транспортные задачи.

Тема 2.2. Построение допустимого решения

Понятие опорного решения. Метод вычеркивания. Метод северо-западного угла. Метод минимальной стоимости.

Тема 2.3. Метод потенциалов

Понятие оптимальности опорного решения. Понятие цикла. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов.

Тема 2.4. Открытые транспортные задачи

Особенности решения транспортных задач с неправильным балансом.

Тема 2.5. Другие виды транспортных задач

Типы экономических задач, сводящихся к транспортной модели. Планирование загрузки оборудования с учетом максимальной производительности.

Тема 2.6. Задача о назначениях

Задача о назначениях, как одна из задач, описывающих проблему выбора. Общая постановка и алгоритм решения.

Раздел 3. Нелинейное программирование

Тема 3.1. Постановка задачи

Математическая модель задачи нелинейного программирования. Область применения в экономике.

Тема 3.2. Графический метод решения

Случай линейной целевой функции и нелинейных ограничений. Случай нелинейной целевой функции и линейных ограничений. Случай нелинейной целевой функции и нелинейных ограничений.

Тема 3.3. Метод Лагранжа

Постановка задачи. Функция Лагранжа. Множители Лагранжа.

Тема 3.4. Дробно-линейное программирование

Математическая модель задачи. Алгоритм решения. Экономическая интерпретация задач дробно-линейного программирования.

Раздел 4. Методы теории игр

Тема 4.1. Элементы теории игр

Матричная игра как модель принятия решений в условиях конфликта и неопределенности. Основные понятия. Матричные игры, разрешимые в чистых стратегиях.

Тема 4.2. Принцип минимакса

Понятие минимаксной и максиминной стратегии. Нижняя и верхняя цена игры.

Тема 4.3. Решение игры в смешанных стратегиях

Понятие смешанных стратегий и математическое ожидание выигрыша (проигрыша). Теорема Неймана о разрешимости матричной игры.

Тема 4.4. Решение игр графическим методом

Метод вычеркивания. Графоаналитический метод решения матричных игр.

Тема 4.5. Решение игр методами линейного программирования

Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.

Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности

Тема 5.1. Понятие риска

Анализ матрицы выигрышей игры с природой. Построение матрицы рисков. Интерпретация матрицы рисков. Примеры.

Тема 5.2. Критерий Байеса

Байесовская стратегия. Критерий Байеса относительно выигрышей. Критерий Байеса относительно рисков. Связь оптимальных стратегий по критерию Байеса относительно выигрышей и рисков. Критерий Лапласа относительно выигрышей. Критерий Лапласа относительно рисков. Примеры.

Тема 5.3. Критерий Вальда

Максиминный критерий Вальда – критерий крайнего пессимизма. Критерий крайнего оптимизма. Примеры.

Тема 5.4. Критерий Сэвиджа

Критерий минимаксного риска Сэвиджа. Примеры.

Тема 5.5. Критерий Гурвица

Критерий Гурвица относительно выигрышей. Критерий Гурвица относительно рисков. Частные случаи критерия Гурвица. Примеры.

Тема 5.6. Марковские модели принятия решения

Основные понятия и определения. Вероятности состояний. Классификация состояний. Эргодическая цепь Маркова. Марковские цепи с доходами. Управляемые марковские цепи. Оптимальные стратегии управляемых марковских цепей.

4. Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации по дисциплине

4.1 Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.Б.13 Методы оптимальных решений используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)		Методы текущего контроля успеваемости
Раздел 1. Линейное программирование		
Тема 1.1	Постановка задачи	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 1.2	Графический метод решения	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 1.3	Теория двойственности	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 1.4	Анализ модели на чувствительность	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 1.5	Условия равновесия	Устный/письменный ответ на вопросы
Раздел 2 Транспортная задача		
Тема 2.1	Постановка транспортной задачи	Устный/письменный ответ на вопросы Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 2.2	Построение допустимого решения	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 2.3	Метод потенциалов	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 2.4	Открытые транспортные задачи	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 2.5	Другие виды транспортных задач	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 2.6	Задача о назначениях	Устный/письменный ответ на вопросы
	Выполнение контрольной работы по разделу 1 и 2	Письменное выполнение контрольной работы
Раздел 3 Нелинейное программирование		

Тема 3.1	Постановка задачи	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 3.2	Графический метод решения	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 3.3	Метод Лагранжа	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 3.4	Дробно-линейное программирование	Устный/письменный ответ на вопросы
Раздел 4 . Методы теории игр		
Тема 4.1	Элементы теории игр	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 4.2	Принцип минимакса	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 4.4	Решение игр графическим методом	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования	Устный/письменный ответ на вопросы
	Выполнение контрольной работы по разделу 3 и 4	Письменное выполнение контрольной работы
Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности		
Тема 5.1	Понятие риска	Устный/письменный ответ на вопросы
Тема 5.2	Критерий Байеса	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 5.3	Критерий Вальда	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 5.4	Критерий Сэвиджа	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 5.5	Критерий Гурвица	Устное/письменное выполнение практического задания
Тема 5.6	Марковские модели принятия решения	Устный/письменный ответ на вопросы

4.1.2. Зачет проводится с применением следующих методов (средств):

- устное собеседование по вопросам билета;
- проверка выполнения практических заданий.

4.2.Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Типовые вопросы и задания для устного (письменного) опроса.

Тема 1.1. Постановка задачи (О – 1.1)

1. Дайте определения и назовите основные термины линейного программирования.

2. Перечислите основные этапы математического моделирования.
3. Назовите основную цель математического моделирования.
4. Назовите общую классификацию моделей и место математического моделирования.

Тема 1.3. Теория двойственности (О – 1.3).

1. Дайте определение двойственной задачи.
2. Сформулируйте основные положения теории двойственности.
3. Дайте экономическую интерпретацию переменных двойственной задачи.

Тема 1.4. Анализ модели на чувствительность(О – 1.4).

1. Перечислите основные этапы постоптимального анализа.
2. Опишите первую задачу постоптимального анализа.
3. Какие ресурсы называются дефицитными?
4. Как определяется ценность ресурсов?

Тема 2.5. Другие виды транспортных задач (О – 2.5).

1. Опишите типы задач, сводящихся к транспортным?
2. Как решается задача загрузки оборудования?
3. Что означают коэффициенты матрицы в задаче о загрузке?

Тема 2.6. Задача о назначениях (О – 2.6).

1. В чем суть задачи о назначениях?
2. Как задачу о назначениях свести к транспортной ?
3. Что означают коэффициенты матрицы в задаче о назначениях?

Тема 3.1. Постановка задачи (О – 3.1).

1. В чем суть нелинейного программирования?
2. Как выглядит область применения в экономике?
3. Опишите подходы к решению задачи НП.

Тема 3.3. Метод Лагранжа (О – 3.3).

1. Дайте определение функции Лагранжа.
2. Дайте определение множителям Лагранжа.
3. В чем суть метода Лагранжа?

Тема 3.4. Дробно-линейное программирование (О – 3.4).

1. Опишите соответствующую математическую модель?
2. Сформулируйте алгоритм решения?
3. Дайте экономическую интерпретацию ДЛП?

Тема 4.1. Элементы теории игр (О – 4.1).

1. Перечислите основные понятия теории игр.
2. Приведите основные классификации игр?
3. Какие игры называются матричными?
4. Что означают коэффициенты матрицы игры?
5. Какие игры имеют решение в чистых стратегиях?

Тема 4.2. Принцип минимакса (О – 4.2).

1. Что такое оптимальная стратегия?
2. В чем заключается принцип минимакса?
3. В чем заключается принцип максимина?
4. Что такое нижняя и верхняя цена игры?.

Тема 4.3. Решение игр в смешанных стратегиях (О – 4.3).

1. Дайте определения смешанной стратегии.
2. Сформулируйте теорему Неймана.
3. Определите платежную функцию.
4. Сформулируйте свойство оптимальной смешанной стратегии.
5. Какой алгоритм решения следует из этого свойства?.

Тема 4.5. Решение игр методами линейного программирования (О – 4.5)

1. Перечислите способы представления матричной игры как задачи линейного программирования.

Тема 5.1. Понятие риска (О – 5.1).

1. Какие виды матричных игр называют играми с природой?
2. Что такое матрица рисков?
3. Приведите примеры игр с природой.
4. Перечислите основные критерии принятия решения в условиях неопределенности.

Тема 5.6. Марковские модели принятия решения (О – 5.6).

1. Дайте определение Марковской цепи.
2. Определите классификацию состояний.
3. Что такое управляемые Марковские цепи?

Типовые практические задания

Тема 1.2. Графический метод решения (ПЗ – 1.2).

Составьте задачу линейного программирования о минимальных издержках на аренду верблюдов и дромадеров. Сколько потребуется верблюдов и дромадеров, чтобы арендная плата пастуху была минимальной? Решить задачу линейного программирования графическим методом.

Караван Марко Поло использует для перевозки сухого инжира из Багдада в Мекку дромадеров (одногогорбых верблюдов) и обычных (двугорбых) верблюдов. Верблюд может нести 1000 фунтов груза, а дромадер — 500 фунтов. За время пути верблюд потребляет 3 тюка сена и 100 галлонов воды, а дромадер — 4 тюка сена и 80 галлонов воды. Вдоль пути Марко Поло имеются пункты снабжения, расположенные в оазисах. Общая емкость запасов на этих участках 1600 галлонов воды и 60 тюков сена. Верблюды и дромадеры нанимаются у пастуха около Багдада. Стоимость аренды верблюда составляет 11 монет, а дромадера — 5 монет. Караван должен доставить из Багдада в Мекку не менее 10000 фунтов инжира.

Тема 1.5. Условия равновесия (ПЗ – 1.5).

Используя теорию двойственности и теорему равновесия, решить следующую задачу линейного программирования

$$Z = 27x_1 + 30x_2 + 33x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ 2x_1 + 3x_2 + 5x_3 \geq 5 \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0, \\ x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Тема 2.2. Построение допустимого решения (ПЗ – 2.2).

Для транспортной задачи:

Мощности поставщиков	Мощности потребителей		
	90	20	80
20	3	5	1
45	8	1	3
50	2	6	9
75	4	7	2

построить допустимое решение методом северо-западного угла и методом минимальной стоимости.

Тема 2.3. Метод потенциалов(ПЗ – 2.3).

Решить транспортную задачу методом потенциалов.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей		
	90	20	80
20	3	5	1
45	8	1	3
50	2	6	9
75	4	7	2

Тема 2.4. Открытые транспортные задачи (ПЗ – 2.4).

На трех элеваторах находится зерно в количествах 225 т, 250 т, 25 т соответственно, которое необходимо доставить в четыре фермерских хозяйства, заявки которых составляют 120 т, 150 т, 110 т, 115 т соответственно. Стоимость доставки зерна от элеваторов к соответствующим

хозяйствам задана матрицей тарифов $\begin{pmatrix} 9 & 16 & 8 & 15 \\ 10 & 14 & 11 & 17 \\ 15 & 18 & 14 & 16 \end{pmatrix}$. Составить экономико-математическую

модель транспортной задачи.

Тема 3.2. Графический метод решения (ПЗ – 3.2).

Используя графический метод, найти глобальные экстремумы функции $L = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 4)^2$ при ограничениях

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 7 \\ 10x_1 - x_2 \leq 8 \\ -18x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Тема 4.4. Решение игр графическим методом (ПЗ – 4.4).

У игрока А три стратегии. У игрока В – две. Найти оптимальные стратегии игроков для матрицы

игры $\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{5}{6} \\ 1 & \frac{3}{4} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$. Найти решение игры в смешанных стратегиях графическим методом.

Тема 5.2. Критерий Байеса (ПЗ – 5.2).

Годовой абонемент в яхт-клубе стоит 100 ден.ед. Цена одной яхты равна 170 ден.ед. Аренда помещения и хранение яхт (от одной до семи штук) обходится в 530 ден.ед. Сколько стоит закупить яхт из расчета одна яхта на пять человек, если предполагаемое число членов клуба колеблется от 10 до 25 человек. Ответ обоснуйте, используя критерии Байеса.

Тема 5.3. Критерий Вальда (ПЗ – 5.3).

Годовой абонемент в яхт-клубе стоит 100 ден.ед. Цена одной яхты равна 170 ден.ед. Аренда помещения и хранение яхт (от одной до семи штук) обходится в 530 ден.ед. Сколько стоит закупить яхт из расчета одна яхта на пять человек, если предполагаемое число членов клуба колеблется от 10 до 25 человек. Ответ обоснуйте, используя критерии Вальда.

Тема 5.4. Критерий Сэвиджа (ПЗ – 5.4).

Годовой абонемент в яхт-клубе стоит 100 ден.ед. Цена одной яхты равна 170 ден.ед. Аренда помещения и хранение яхт (от одной до семи штук) обходится в 530 ден.ед. Сколько стоит закупить яхт из расчета одна яхта на пять человек, если предполагаемое число членов клуба колеблется от 10 до 25 человек. Ответ обоснуйте, используя критерии Сэвиджа.

Тема 5.5. Критерий Гурваца (ПЗ – 5.5).

Годовой абонемент в яхт-клубе стоит 100 ден.ед. Цена одной яхты равна 170 ден.ед. Аренда помещения и хранение яхт (от одной до семи штук) обходится в 530 ден.ед. Сколько стоит

закупить яхт из расчета одна яхта на пять человек, если предполагаемое число членов клуба колеблется от 10 до 25 человек. Ответ обоснуйте, используя критерии Гурвица.

Примерные задания контрольных работ

1. Решить графическим методом следующую задачу линейного программирования

$$Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ 2x_1 - x_2 \leq 1 \\ -3x_1 + x_2 \leq 0 \\ 2x_1 - x_2 \leq 0 \\ 2x_1 - 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Используя теорию двойственности и теорему равновесия, решить следующую задачу линейного программирования

$$Z = 27x_1 + 30x_2 + 33x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ 2x_1 + 3x_2 + 5x_3 \geq 5 \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0, \\ x_3 \geq 0 \end{cases}$$

3. Решить транспортную задачу методом потенциалов.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей		
	90	20	80
20	3	5	1
45	8	1	3
50	2	6	9
75	4	7	2

4. У игрока А три стратегии. У игрока В – две. Найти оптимальные стратегии игроков для

матрицы игры $\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{5}{6} \\ 1 & \frac{3}{4} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$. Записать соответствующую задачу линейного

программирования и двойственную к ней.

5. Используя графический метод, найти глобальные экстремумы функции

$$L = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 4)^2 \text{ при ограничениях}$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 7 \\ 10x_1 - x_2 \leq 8 \\ -18x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

6. Используя метод множителей Лагранжа, найти точку условного экстремума функции

$$L = x^2 + 2y^2 \text{ при ограничениях } 2x + 3y - 6 = 0.$$

7. Для игры с природой, заданной матрицей

	S_1	S_2	S_3
A_1	3	0	9
A_2	4	11	3
A_3	-2	7	4

выберите оценку стратегии A_3 , сделанную по критерию Гурвица с коэффициентом $\lambda = 0,5$

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом их формирования.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-3	Способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты и обосновать полученные выводы	ОПК-3.4.	Способность выбирать математические методы, средства, модели и критерии в зависимости от исходной постановки задачи.

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-3.4	Формулирует задачи линейного и нелинейного программирования. Осуществляет решение типовых задач стандартными методами и способами. Владеет методами теории игр и методами принятия решений в условиях неопределенности.	Составил математическую модель задачи. Определил рациональный метод решения поставленной задачи. Применил навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности.

4.3.2. Типовые оценочные средства

1. Какие задачи линейного программирования решаются графическим методом?
2. Что называется областью допустимых решений?
3. С какой целью определяется градиент целевой функции?
4. Как определяется положение линии уровня?
5. Как составляются целевая функция, ограничения и условия для двойственных задач?
6. Назовите условия равновесия и их интерпретацию.
7. Какими способами определяется опорный план транспортной задачи?
8. Какой план называется вырожденным и как эта вырожденность разрешается?
9. Что называется циклом?
10. Какие модели транспортных задач называются открытыми?
11. Сформулируйте Метод минимальных тарифов.
12. Сформулируйте Метод северо-западного угла.
13. Сформулируйте Метод потенциалов.
14. Как перераспределяют перевозимые грузы при переходе от одного плана к другому?
15. Дайте определение матричной игры.

16. Что такое смешанная стратегия?
17. Какие матричные игры можно решать графическим способом?
18. Сформулируйте алгоритм сведения матричных игр к задачам линейного программирования.
19. Сформулируйте основную теорему матричных игр.
20. Какие игры называются играми с природой?
21. Какие стратегии называются чистыми, активными и оптимальными?
22. Какие задачи рассматривают в нелинейном программировании?
23. Что называется линией уровня функции $z = f(x, y)$?
24. Как определяется функция Лагранжа?
25. Опишите графический метод решения задач нелинейного программирования.
26. Как определяется критерий Байеса-Лапласа?
27. Как определяется критерий Вальда?
28. Как определяется критерий Сэвиджа?
29. Как определяется критерий Гурвица?
30. Чем отличаются критерии друг от друга?

Зачет (балл)	Критерии оценки
Незачтено (0-50)	<p>Не составил математическую модель задачи.</p> <p>Не определил рациональный метод решения поставленной задачи.</p> <p>Не применил навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности.</p>
Зачтено (51-100)	<p>Составил математическую модель задачи. С трудностями определил рациональный метод решения поставленной задачи. Применил в минимальной степени навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности.</p>
	<p>В основном составил математическую модель задачи. Определил рациональный метод решения поставленной задачи. Применил в достаточной степени навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности.</p>
	<p>Составил математическую модель задачи.</p> <p>Определил рациональный метод решения поставленной задачи.</p> <p>Применил навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности.</p>

4.2 Методические материалы промежуточной аттестации.

Оценка успеваемости студентов очной формы обучения проводится с использованием балльно-рейтинговой системы, позволяющей учесть качество работы в течение семестра, а также оценки, полученные студентом на итоговом зачете. Максимальный накопленный балл, который может быть достигнут студентом по дисциплине (включая зачет), составляет 100 баллов.

Для получения зачета студентам необходимо набрать в течение семестра 51 и более баллов. В противном случае студент сдает зачет.

Оценка знаний по 100 – балльной шкале проводится в соответствии с нормативными документами вуза.

Для обучающихся, с ограниченными возможностями здоровья и в соответствии с медицинскими показаниями, зачет может быть проведен в устной (письменной) форме по согласованию с преподавателем.

Студент обязан явиться на зачет в указанное в расписании время. Опоздание на зачет не допускается. В порядке исключения на зачет могут быть допущены лица, предъявившие оправдательные документы, связанные с причинами опоздания.

Ответ на теоретический вопрос позволяет проверить качественное овладение содержанием курса и сложными интеллектуальными умениями: логично и последовательно излагать свои мысли, применять теоретические знания для обоснования и объяснения предложенных явлений и процессов, использовать знания в воображаемых жизненных ситуациях, прогнозировать последствия, формулировать гипотезы, делать выводы выражать и обосновывать свою точку зрения, приводить аргументы в поддержку определенной точки зрения или в опровержении ее и др. Критерии оценивания, позволяют привязать полноту ответа и уровень продемонстрированных знаний и умений в сто-балльной шкале оценок.

Зачет студентов заочной формы обучения проводится в компьютерных классах. Для решения практических заданий используется приложение MS Excel.

Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Использование материалов, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные перемещения и т.п. являются основанием для удаления студента из аудитории и последующего проставления оценки «неудовл».

Типовые задания к зачету.

1. Решить задачу линейного программирования
- $$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Определить оптимальные стратегии игроков и цену игры при заданной матрице игры

Игрок <i>A</i>	Игрок <i>B</i>			
	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₄
<i>A</i> ₁	2	2	1	4
<i>A</i> ₂	4	1	6	0

3. Решить следующую задачу линейного программирования

$$27x_1 + 30x_2 + 32x_3 \rightarrow \min$$

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

4. Три предприятия выпускают товары в количествах равных 200 т, 250 т, 350 т соответственно. Эти товары следует доставить на четыре базы, потребности которых составляют 170 т, 120 т, 280 т и 230 т соответственно. Тарифы перевозок товаров с каждого предприятия в соответствующие пункты назначения заданы матрицей

$$\begin{pmatrix} 5 & 8 & 7 & 3 \\ 4 & 2 & 6 & 5 \\ 7 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix}.$$

Составить экономико-математическую модель транспортной задачи и

решить ее либо методом потенциалов, либо с помощью MS Excel.

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом их формирования.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-3	Способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	ОПК ОС-3.4	Способность использовать дифференциальное и интегральное исчисление, умение решать типовые дифференциальные уравнения

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-3.4	Использует основные понятия, методы и приемы математического анализа в профессиональной деятельности. Осуществляет приемы математических исследований.	Решил задачи следующего характера: исследование функциональных зависимостей, предельный анализ, дифференцирование, интегрирование, разложение в ряды. Использовал при решении практических задач анализ, синтез,

При дистанционном формате изучения дисциплины промежуточная аттестация может проводиться в формате тестирования, выполнения письменного контрольного задания или опроса по вопросам билета или защиты выполненной работы в режиме онлайн видеоконференций. Все вопросы и задания, выносимые на промежуточную аттестацию, находятся в рамках тематического содержания дисциплины, представленного в РПД. Прокторинг является обязательным при проведении промежуточной аттестации с использованием ЭО и ДОТ.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по очной форме обучения:

Для наилучшего усвоения материала студент обязательно должен посещать все лекционные и семинарские занятия, что будет способствовать постепенному накоплению знания, максимальному развитию умений и навыков. Кроме того, студент обязан выполнять все виды самостоятельной работы. При подготовке к семинарам студент готовит темы и вопросы, в том числе выносимые на самостоятельное изучение, при необходимости составляет конспект, тезисы доклада.

К каждой теме семинара студент готовит вопросы, раскрытие которых позволит передать ее содержание. Подготовка к аудиторным занятиям предполагает изучение текстов лекций, а также рекомендованных литературных источников (основной и дополнительной литературы). Проработку материалов лекций целесообразно осуществлять в течение 2 – 3-х дней после её проведения. С этой целью необходимо просмотреть записи и подчеркнуть заголовки и самые ценные положения разными цветами (применение разноцветных пометок делают важные положения более наглядными, и облегчают визуальное запоминание), внимательно изучить ключевые слова темы занятия. Отдельные темы курса предполагают дополнительную проработку материала, доработку лекций, составление конспектов. При подготовке к лекции дискуссии преподаватель может рекомендовать обучающимся предварительное изучение материалов периодических изданий, а также подготовку примеров из практики.

Количество часов, отведенное учебным планом на практические занятия, позволяет использовать описанные выше активные, творческие и командные методы обучения в полном объеме. Студент должен быть готов к аудиторным занятиям и принимать активное участие во всех формах активной деятельности.

При применении дистанционной технологии обучения учебный материал², который необходимо обучающимся проработать по конкретной лекции размещается в СДО «Прометей». Все обучающиеся имеют доступ в СДО «Прометей» из личного кабинета студента через сайт Сибирского института управления – филиала РАНХиГС.

Дополнительно, при наличии технической возможности, лекционные занятия могут проводиться в соответствии с расписанием в режиме онлайн видеоконференций, для организации которых используются сервисы Zoom, Microsoft Teams, Youtube. В СДО «Прометей» для обучающихся заранее размещаются соответствующие ссылки и идентификаторы конференции. Может быть использована синхронная или асинхронная аудио/видео-конференция посредством вебинара.

Для контроля освоения темы обучающимся выдаются вопросы и задания в соответствии с РПД. Задания размещаются в СДО «Прометей» и /или доводятся до обучающегося любым

² Материалы конкретных лекционных занятий, с которыми должен ознакомиться обучающийся в рамках данной «лекции»: текст (конспект) лекции, демонстрационные и дополнительные материалы к ним (презентации, учебные фильмы или ссылки на них, материалы для чтения: статьи, документы, хрестоматийный материал), включая ЭБС, ссылки на публичные онлайн-курсы и т.п. с указанием конкретных страниц учебников, конспекта, отрезков видео или фрагментов онлайн-курса, которые должен освоить обучающийся в рамках данного «лекционного» занятия.

доступным способом (посредством электронной почты, соц. сетей и др.). Устанавливается срок выполнения и представления заданий, в том числе способ представления.

Материалы, предназначенные для обеспечения семинарских/практических занятий размещаются в СДО «Прометей» и /или доводятся до обучающегося любым доступным способом (посредством электронной почты, соц сетей и др.). в привязке к конкретным занятиям, запланированным в учебном расписании это:

- вопросы для обсуждения на семинарских занятиях, планы практических занятий, материалы для подготовки к ним;
- тестовые материалы, привязанные к конкретному занятию и предназначенные для автоматической оценки степени освоения обучающимся материалов темы;
- варианты письменных работ и методических указаний по их выполнению.

По каждой теме преподаватель осуществляет оперативное консультирование обучающихся, отвечая письменно на их вопросы в СДО «Прометей» и /или в формате чатов в процессе аудио/видео-конференций.

Методические рекомендации для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья имеют возможность изучать дисциплину по индивидуальному плану, согласованному с преподавателем и деканатом.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья по индивидуальному плану предполагаются: индивидуальные консультации с преподавателем (разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала), индивидуальная самостоятельная работа.

В процессе обучения студентам из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья информация предоставляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушением зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа (с возможностью увеличения шрифта).

В случае необходимости информация может быть представлена в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушением слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Индивидуальные консультации с преподавателем проводится по отдельному расписанию, утвержденному заведующим кафедрой (в соответствии с индивидуальным графиком занятий обучающегося).

Индивидуальная самостоятельная работа обучающихся проводится в соответствии с рабочей программой дисциплины и индивидуальным графиком занятий.

Текущий контроль по дисциплине осуществляется в соответствии с фондом оценочных средств, в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающихся.

Методические указания по написанию контрольной работы

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно, в соответствии с предложенным ему вариантом. Варианты контрольной работы определяются преподавателем.

Перед написанием контрольной работы преподавателем проводится занятие, посвященное обобщению материала, выносимого на контрольную работу.

Контрольная работа оценивается преподавателем в течение семи дней (бальная система оценивания). Оценка за контрольную работу заносится в балльно-рейтинговую систему.

Для достижения положительного результата при написании контрольной работы, студенту рекомендуется внимательно изучить задание. В достаточной мере освоенный теоретический лекционный материал, навыки практических занятий, усвоение необходимых закономерностей и аналогий, выполнение самостоятельной работы позволяют получить правильное решение задач контрольной работы. Ответы должны быть подробно обоснованы и логически выдержаны.

Основная цель контрольной работы – закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях при изучении данной дисциплины.

Методические указания по проведению опроса

Устный опрос - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном контроле устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой.

Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что, а активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Для организации коллективной работы группы во время индивидуального опроса преподаватель может дать задание, такое как приведение примеров по тому или иному положению ответа.

Если отвечающий не в состоянии понять и поправить ошибку, преподаватель вызывает другого студента для ее исправления. В необходимых случаях целесообразно наводящими ответами помогать СТУДЕНТУ, не показывая ему правильного ответа.

Длительность устного опроса зависит от темы занятия, ее сложности, вида занятий, индивидуальных особенностей студентов.

Заключительная часть устного опроса — подробный анализ ответов студентов. Преподаватель отмечает положительные стороны, указывает на положительные стороны, указывает на недостатки ответов, делает выводы о том, как изучен учебный материал. При оценке ответа учитывают его правильность и полноту, сознательность, логичность изложения материала, культуру речи, умение увязывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1 Основная литература.

1. Балдин, К. В. Математические методы и модели в экономике [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рокосуев ; под ред. К. В. Балдина. – Электрон. дан. - Москва : Флинта, 2012. - 328 с. – Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103331>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). – Загл. с экрана.
2. Денисова, С. Т. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : практикум / С. Т. Денисова, Р. М. Безбородникова, Т. А. Зеленина ; М-во образования и науки РФ; Оренбург. Гос. ун-т. – Электрон. дан. - Оренбург : Оренбург. гос. ун-т, 2015. - 197 с. – Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364820>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). – Загл. с экрана.
3. Осипов, А. Л. Методы оптимальных решений : учеб. пособие / А. Л. Осипов, Е. А. Рапоцевич ; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте РФ, Сиб. ин-т упр. - Новосибирск : Изд-во СибАГС, 2013. - 148 с. - То же [Электронный ресурс]. - Доступ из Б-ки электрон. изд. / Сиб. ин-т упр. – филиал РАНХиГС. – Режим доступа : <http://www.saranet.ru>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). - Загл. с экрана.
4. Урубков, А. Р. Методы и модели оптимизации управленческих решений : [учеб. пособие] / А. Р. Урубков, И. В. Федотов ; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте РФ. - Москва : Дело, 2012. - 237 с. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443298>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/51019.html>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). — Загл. с экрана. — То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС изд-ва «Лань». — Режим доступа : <http://e.lanbook.com/book/74945>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). — Загл. с экрана.

6.2 Дополнительная литература.

1. Зайцев, М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений : примеры, задачи, кейсы : учеб. пособие для слушателей программ МВА и студентов вузов / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин ; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте РФ. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Дело, 2011. - 639 с. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444319>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/51021.html>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). — Загл. с экрана. — То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС изд-ва «Лань». — Режим доступа : <http://e.lanbook.com/book/74851>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). — Загл. с экрана.
2. Заозерская, Л. А. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : практикум / Л. А. Заозерская, А. А. Романова ; Омская юридическая академия. — Электрон. дан. — Омск : Омская юридическая академия, 2015. - 50 с. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437049>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/49655.html>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). — Загл. с экрана.

3. Казанская, О. В. Модели и методы оптимизации. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Казанская, С. Г. Юн, О. К. Альсова. - Электрон. дан. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 204 с. - Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228848>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). – Загл. с экрана.
4. Катаева, В. И. Методы принятия управленческих решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Катаева, М. С. Козырев. – Электрон. дан. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 196 с. – Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278872>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). - Загл. с экрана.
5. Кириллов, Ю. В. Прикладные методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. В. Кириллов, С. О. Веселовская. - Электрон. дан. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - Ч. 1. Методы решения задач линейного программирования. - 235 с. - Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228968>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). – Загл. с экрана.
6. Крутиков, В. Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Крутиков. - Электрон. дан. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 92 с. - Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682>, требуется авторизация (дата обращения : 10.08.2016). – Загл. с экрана.
7. Методы оптимальных решений : учеб. пособие. Т. 1 / А. В. Соколов, В. В. Токарев. Общие положения. Математическое программирование. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Физматлит, 2011. - 563 с. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457697>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана.
8. Методы оптимальных решений : учеб. пособие. Т. 2 / В. В. Токарев. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Физматлит, 2011. - 416 с. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457698>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана.
9. Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халин [и др.] ; под ред. В. Г. Халина, Г. В. Черновой. — Электрон. дан. — Москва : Юрайт, 2016. — 494 с. — Доступ из ЭБС издательства «Юрайт». — Режим доступа : <https://www.biblio-online.ru/book/8D604E99-FC0E-4483-9F5E-54AAD6B89852>, требуется авторизация (дата обращения : 29.07.2016). - Загл. с экрана.

6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Основы математического моделирования социально-экономических процессов: практикум/ Е.А. Рапоцевич; РАНХиГС, Сиб. Ин-т упр. -Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2016. –84с.

6.4 Интернет-ресурсы.

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека Online;
2. <http://ntb.bstu.ru/content/driveway/files/Math.html> - путеводитель по математическим ресурсам Интернет;
3. <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет (бесплатные курсы лекций по математике, тестовые задания).
4. <http://www.mathnet.ru/> - Информационная система Math-Net.Ru — общероссийский математический портал;

5. http://www-sbras.nsc.ru/win/mathpub/math_www.html - Математика на страницах WWW;
6. <http://www.allmath.ru/> - Математический портал;
7. <http://www.mathedu.ru/> - Интернет-библиотека "Математическое образование: прошлое и настоящее";
8. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> - EqWorld - Мир математических уравнений;
9. <http://www.sosmath.com/> - Математика: от алгебры к дифференциальным уравнениям;
10. <http://planetmath.org/> - Математическая энциклопедия;
11. <http://ilib.mccme.ru/> - Интернет-библиотека Московского Центра непрерывного математического образования;
12. <http://mms.mathnet.ru/> - Московское математическое общество;
13. <http://www.mathsoc.spb.ru/rus/index.html> - Санкт-Петербургское математическое общество (1886–1917 гг.);

7. Материально – техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Единая электронная справочно-правовая система «Консультант Плюс»
2. Единая электронная справочно-правовая система «Гарант»
3. СДО «Прометей»
4. Офисный пакет Microsoft Office.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
<i>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа</i>	экран, компьютер с подключением к локальной сети института, и выходом в Интернет, звуковой усилитель, антиподавитель, мультимедийный проектор, столы аудиторные, стулья, трибуна настольная, доска аудиторная
<i>Лаборатория личностного и профессионального развития</i>	компьютер с подключением к локальной сети института и выходом в Интернет, телевизор, колонки, DVD-проигрыватель, 2 музыкальных центра, видеокамера, 2 видеомagneтофона, методические материалы (тесты, методики и т.п.), столы письменные, стулья, шкаф, трибуна настольная, стеллаж, доска аудиторная, ковровое покрытие; стекло для одностороннего просмотра для проведения фокус-групп
<i>Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа</i>	столы аудиторные, стулья, трибуна, доска аудиторная
<i>Видеостудия для вебинаров</i>	оборудованные компьютерами с выходом в Интернет, оснащенные веб-камерами и гарнитурами (наушники+микрофон), столами и стульями.
<i>Аудитория для самостоятельной работы обучающихся. Центр Интернет-ресурсов</i>	компьютеры с подключением к локальной сети института (включая правовые системы) и Интернет, столы аудиторные, стулья, доски аудиторные
<i>Центр интернет-ресурсов</i>	компьютеры с выходом в Интернет, автоматизированную библиотечную информационную систему и электронные библиотечные системы: «Университетская библиотека ONLINE», «Электронно-библиотечная система издательства ЛАНЬ», «Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт», «Электронно-библиотечная система IPRbooks», «Университетская Информационная Система РОССИЯ», «Электронная библиотека диссертаций РГБ», «Научная электронная библиотека eLIBRARY», «EBSCO», «SAGE Premier». Система федеральных образовательных

	<p>порталов «Экономика. Социология. Менеджмент», «Юридическая Россия», Сервер органов государственной власти РФ, Сайт Сибирского Федерального округа и др. Экран, компьютер с подключением к локальной сети филиала и выходом в Интернет, звуковой усилитель, мультимедийный проектор, столы аудиторные, стулья, трибуна, доска аудиторная. Наборы виртуального демонстрационного оборудования, наглядные учебные пособия.</p>
<p><i>Библиотека (имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет)</i></p>	<p>компьютеры с подключением к локальной сети филиала и Интернет, Wi-Fi, столы аудиторные, стулья.</p>