

Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС

Факультет экономики и финансов

Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДЕНА
кафедрой информатики и математики
Протокол от «26» августа 2016 г. № 1

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Б1.Б.13

краткое наименование дисциплины – МОР

по направлению подготовки 38.03.01 Экономика

направленность (профиль): «Государственные и муниципальные финансы»

квалификация: Бакалавр

форма обучения: заочная

Год набора — 2017

Новосибирск, 2016

Автор – составитель:

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и математики Е.А. Рапоцевич

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО.....	4
3. Содержание и структура дисциплины	5
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	22
6.1. Основная литература.....	22
6.2. Дополнительная литература.....	22
6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....	23
6.4. Нормативные правовые документы.....	22
6.5. Интернет-ресурсы.....	24
6.6. Иные источники.....	25
7. Материально – техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	25

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 с учетом этапа:

Таблица 1.

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-3.4.	способность выбирать математические методы, средства, модели и критерии в зависимости от исходной постановки задачи.

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

Таблица 2.

ОТФ/ТФ/ профессиональные действия	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
	ОПК-3.4.	на уровне знаний: основных принципов математического моделирования
		на уровне умений: применять типовые математические модели для решения экономических и социальных задач; интерпретировать полученный результат в контексте поставленной задачи
		на уровне навыков: владения приемами математических исследований

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Объем дисциплины

- общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.
- количество академических часов по заочной форме обучения, по заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ, выделенных на контактную работу с преподавателем 8, из них 4 лекционного типа, 4 практического (семинарского) типа, 96 на самостоятельную работу обучающихся;

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

Б1.Б.13 «Методы оптимальных решений» изучается студентами заочной формы и заочной формы с применением ЭО и ДОТ на 3 курсе.

Дисциплина реализуется по заочной форме обучения, по заочной форме обучения с

применением ЭО и ДОТ после изучения дисциплины Б1.Б.10 Математический анализ, Б1.Б.11. Линейная алгебра, Б1.Б.12 Теория вероятностей и математическая статистика.

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1.

№ п/п	Наименование тем, (разделов)	Объем дисциплины, час.				СР	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛР	ПЗ			КСР
<i>Заочная форма обучения</i>								
Раздел 1. Линейное программирование		20	1		1		18	практическое задание по темам раздела
Тема 1.1	Постановка задачи							
Тема 1.2	Графический метод решения							
Тема 1.3	Теория двойственности							
Тема 1.4	Анализ модели на чувствительность							
Тема 1.5	Условия равновесия							
Раздел 2 Транспортная задача		20	1		1		18	практическое задание по темам раздела
Тема 2.1	Постановка транспортной задачи							
Тема 2.2	Построение допустимого решения							
Тема 2.3	Метод потенциалов							
Тема 2.4	Открытые транспортные задачи							
Тема 2.5	Другие виды транспортных задач							
Тема 2.6	Задача о назначениях							
Раздел 3 Нелинейное программирование		20	1		1		18	практическое задание по темам раздела
Тема 3.1	Постановка задачи							
Тема 3.2	Графический метод решения							
Тема 3.3	Метод Лагранжа							
Тема 3.4	Дробно-линейное программирование							
Раздел 4 . Методы теории игр		20	1		1		18	практическое задание по темам раздела
Тема 4.1	Элементы теории игр							
Тема 4.2	Принцип минимакса							
Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях							
Тема 4.4	Решение игр графическим методом							
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования							
Раздел 5. Методы принятия		14					14	

решений в условиях неопределенности							
Тема 5.1	Понятие риска						практическое задание по темам раздела
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						
Выполнение контрольной работы по курсу		10				10	Контрольная работа
Промежуточная аттестация		4			4		3
Всего:		108	4		4	4	96
		3					
		81					
							ак.ч.
							З.Е.
							ас.ч.

Таблица 3.2.

№ п/п	Наименование тем, (разделов)	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий			СР	
			л/э о,д от	лр/эо , дог	пз/э о,д от		
<i>Заочная форма обучения с применением ЭО и ДОТ</i>							
Раздел 1. Линейное программирование		22	1		1		20
Тема 1.1	Постановка задачи						Электронный семинар
Тема 1.2	Графический метод решения						
Тема 1.3	Теория двойственности						
Тема 1.4	Анализ модели на чувствительность						
Тема 1.5	Условия равновесия						
Раздел 2 Транспортная задача		22	1		1		20
Тема 2.1	Постановка транспортной задачи						Электронный семинар
Тема 2.2	Построение допустимого решения						
Тема 2.3	Метод потенциалов						
Тема 2.4	Открытые транспортные задачи						Электронный семинар
Тема 2.5	Другие виды транспортных задач						
Тема 2.6	Задача о назначениях						
Раздел 3 Нелинейное программирование		22	1		1		20
Тема 3.1	Постановка задачи						Электронный семинар
Тема 3.2	Графический метод решения						
Тема 3.3	Метод Лагранжа						
Тема 3.4	Дробно-линейное						

	программирование						
Раздел 4 . Методы теории игр		22	1		1		20
Тема 4.1	Элементы теории игр						Электронный семинар
Тема 4.2	Принцип минимакса						
Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях						
Тема 4.4	Решение игр графическим методом						
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования						
Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности		16					16
Тема 5.1	Понятие риска						Электронный семинар
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						
Промежуточная аттестация		4				4	3
Всего:		108	4		4	4	96
		3					3.Е.
		81					ас.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. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств 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:
для заочной формы обучения

Таблица 4.1

Тема (раздел)		Методы текущего контроля успеваемости
Раздел 1. Линейное программирование		
Тема 1.1	Постановка задачи	практическое задание по темам раздела
Тема 1.2	Графический метод решения	
Тема 1.3	Теория двойственности	
Тема 1.4	Анализ модели на чувствительность	

Тема 1.5	Условия равновесия	
Раздел 2 Транспортная задача		
Тема 2.1	Постановка транспортной задачи	практическое задание по темам раздела
Тема 2.2	Построение допустимого решения	
Тема 2.3	Метод потенциалов	
Тема 2.4	Открытые транспортные задачи	
Тема 2.5	Другие виды транспортных задач	
Тема 2.6	Задача о назначениях	
Раздел 3 Нелинейное программирование		
Тема 3.1	Постановка задачи	практическое задание по темам раздела
Тема 3.2	Графический метод решения	
Тема 3.3	Метод Лагранжа	
Тема 3.4	Дробно-линейное программирование	
Раздел 4 . Методы теории игр		
Тема 4.1	Элементы теории игр	практическое задание по темам раздела
Тема 4.2	Принцип минимакса	
Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях	
Тема 4.4	Решение игр графическим методом	
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования	
Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности		
Тема 5.1	Понятие риска	практическое задание по темам раздела
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	
Выполнение контрольной работы по курсу		

для заочной формы обучения с применением ЭО и ДОТ

Таблица 4.2

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Раздел 1. Линейное программирование	
Тема 1.1	Электронный семинар
Тема 1.2	
Тема 1.3	
Тема 1.4	
Тема 1.5	
Раздел 2 Транспортная задача	
Тема 2.1	Электронный семинар
Тема 2.2	
Тема 2.3	
Тема 2.4	
Тема 2.5	
Тема 2.6	
Раздел 3 Нелинейное программирование	
Тема 3.1	Электронный семинар

Тема 3.2	Графический метод решения	
Тема 3.3	Метод Лагранжа	
Тема 3.4	Дробно-линейное программирование	
Раздел 4 . Методы теории игр		
Тема 4.1	Элементы теории игр	Электронный семинар
Тема 4.2	Принцип минимакса	
Тема 4.3	Решение игры в смешанных стратегиях	
Тема 4.4	Решение игр графическим методом	
Тема 4.5	Решение игр методами линейного программирования	
Раздел 5. Методы принятия решений в условиях неопределенности		
Тема 5.1	Понятие риска	Электронный семинар
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	
Выполнение контрольной работы по курсу		

В ходе реализации дисциплины по заочной форме обучения с применением ЭО, ДОТ используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- письменный ответ на задания электронного семинара;
- ответы на вопросы обучающихся в ходе проведения электронного семинара.

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

Зачет по заочной форме обучения проводится по билетам, которые включают два теоретических вопроса и ситуационное задание. Зачет может проводиться как в устной, так и в письменной форме.

Зачет для студентов заочной формы обучения с применением ЭО и ДОТ состоит из выполнения письменного контрольного задания и электронного тестирования с применением специального программного обеспечения.

На зачет выносятся задания, проработанные в течение семестра на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.

Полный комплект материалов для текущего контроля находится на кафедре информатики и математики в УМК-Д.

Типовые практические задания

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

Решить следующую задачу ЛП

$$4x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 3x_2 \leq 9 \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 18 \\ 2x_1 - x_2 \leq 10 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

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

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

Типовые вопросы электронного семинара к разделу 1

Перечислите типы экономических задач, решение которых сводится к задаче линейного программирования.

Приведите конкретный пример одной из таких задач.

Типовые вопросы электронного семинара к разделу 2

Запишите транспортную задачу как задачу линейного программирования. Выпишите к ней двойственную задачу. Объясните смысл двойственных переменных.

Типовые вопросы электронного семинара к разделу 3

Придумайте реальную задачу, решение которой сводится к задаче нелинейной оптимизации (смотри пример в УП).

Типовые вопросы электронного семинара к разделу 4

Приведите пример игры с природой.

Типовые вопросы электронного семинара к разделу 5

Вы провели исследование ситуации, используя известные критерии. Как Вы примете окончательное управленческое решение?

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.3.1. Формируемые компетенции

Таблица 5.

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-3.4.	способность выбирать математические методы, средства, модели и критерии в зависимости от исходной постановки задачи.

Таблица 6.1.

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК - 3.4 Способность использовать типовые математические модели и критерии оценивания в зависимости от постановки задачи.	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

Полный комплект материалов для промежуточной аттестации находится на кафедре информатики и математики в УМК-Д.

Вопросы для подготовки к зачету

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?

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	Игрок B
-------	---------

A	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	2	2	1	4
A_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.

Типовые тестовые задания для подготовки к зачету (заочная форма обучения с применением ЭО, ДОТ).

1. Имеется 200 единиц сырья. Из него можно изготавливать некоторые детали. Пусть для изготовления одной детали требуется 5 единиц сырья. Детали реализуются по цене 7 условных единиц. Требуется определить, сколько деталей можно изготовить из сырья и какова будет стоимость всей реализованной продукции.

а) 30 и 280

б) 40 и 280 *

в) 25 и 260

г) 40 и 260

2. Дана задача линейного программирования

$$2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max$$

$$-2x_1 + 3x_2 = 14$$

$$x_1 + x_2 = 8$$

Двойственной для этой задачи будет

а) $14y_1 + 8y_2 \rightarrow \min$ *

$$-2y_1 + y_2 = 2$$

$$3y_1 + y_2 = 7$$

б) $2y_1 + 7y_2 \rightarrow \min$

$$-2y_1 + 3y_2 \geq 14$$

$$y_1 + y_2 \geq 8$$

$$y_1 \leq 0, y_2 \leq 0$$

в) $2y_1 + 7y_2 \rightarrow \min$

$$-2y_1 + y_2 \geq 2$$

$$3y_1 + y_2 \geq 7$$

$$y_1 \leq 0, y_2 \leq 0$$

г) $14y_1 + 8y_2 \rightarrow \min$

$$\begin{aligned}
 -2y_1 + 3y_2 &\geq 2 \\
 y_1 + y_2 &\geq 7 \\
 y_1 \geq 0, y_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

3. Транспортная задача

	50	60+b	200
100+a	7	2	4
200	3	5	6

будет закрытой, если ...

- а) $a=40, b=10$
- б) $a=40, b=40$
- в) $a=40, b=30$ *
- г) $a=40, b=20$

4. Транспортную задачу всегда можно

- а) сбалансировать *
- б) декомпозировать
- в) привести к вырожденной
- г) решить графически

5. Игра является матричной, если выполняются условия

- а) играют два игрока *
- б) игра с нулевой суммой *
- в) играют более чем два игрока
- г) каждый игрок имеет конечное число стратегий *

6. Смешанные стратегии для следующей матричной игры равны

Стратегии	A_1	A_2
B_1	1	3
B_2	2	1

- а) $x_1 = 0,6 \quad x_2 = 0,4 \quad y_1 = 0,4 \quad y_2 = 0,6$
- б) $x_1 = 0,5 \quad x_2 = 0,5 \quad y_1 = 0,5 \quad y_2 = 0,5$
- в) $x_1 = 2/3 \quad x_2 = 1/3 \quad y_1 = 1/3 \quad y_2 = 2/3$ *
- г) $x_1 = 0,1 \quad x_2 = 0,9 \quad y_1 = 0,8 \quad y_2 = 0,2$

7. Минимум функции $Z = x^2 + y^2$ при условии $\frac{x}{2} + \frac{y}{2} = 1$ равен...

- а) 4
- б) $\frac{13}{36}$
- в) 2 *
- г) $\frac{36}{13}$

8. Точка условного максимума функции $Z = 2x_1x_2 - x_2x_3$ при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 3 \\ x_2 + 3x_3 = 5 \end{cases} \text{ равна}$$

- а) (0, 1, 2)
- б) (3, 2, 0)
- в) $\left(\frac{17}{10}, \frac{13}{10}, \frac{37}{10}\right)$ *
- г) (5, 3, 10)

9. Платежная матрица имеет вид

	S1	S2	S3
A1	2	-3	7
A2	-1	5	4
A3	-7	13	-3
Pj	0,2	0,5	0,3

Наилучшей стратегией по критерию Байеса будет стратегия

- а) A1
- б) A2
- в) A3 *
- г) нет наилучших стратегий

10. Для игры с природой, заданной матрицей

	S ₁	S ₂	S ₃
A ₁	2	3	-1
A ₂	5	-3	6
A ₃	4	1	3
P	0,4	0,1	0,5

оценка стратегии A_2 , сделанная по критерию Вальда, равна

- а) 1
- б) -1
- в) -3 *
- г) 2

Типовой вариант письменного контрольного задания (ПКЗ) (для заочной формы обучения с применением ЭО и ДОТ)

Решить задачу линейного программирования графическим методом, либо с помощью Microsoft Office Excel.

$$3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решить транспортную задачу

b_j	122	42	62	74
a_i				
90	2	3	4	3
60	5	3	1	2
150	2	1	4	2

Используя графический метод, найти глобальные экстремумы функции:

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

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 18 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Найти оптимальные смешанные стратегии для игроков и цену игры. Для решения использовать либо графический метод, либо свести задачу к задаче ЛП и решить ее в Excel.

Игрок A	Игрок B				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	0	2	1	4	1
A_2	4	1	6	0	3

Задача принятия решений в условиях неопределенности.

Игрок взаимодействует с окружающей средой. Задана матрица игры с природой. Найдите оптимальную стратегию игрока, используя критерии Байеса, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

S1	S2	S3
----	----	----

A1	-2	-3	7
A2	-1	5	4
A3	-7	13	-3

Шкала оценивания.

Таблица 7.

Зачет (балл)	Критерии оценки
не зачтено (0-50)	Студент не может сформулировать математическую модель задачи. Не ориентируется в выборе метода решения поставленной задачи. Навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности не сформированы. Отсутствует минимально допустимый уровень в самостоятельном решении практических задач. Практические навыки профессиональной деятельности не сформированы.
Зачтено (51-100)	Студент уверенно формулирует математическую модель задачи. Верно определяет рациональный метод решения поставленной задачи. Применяет навыки решения управленческих задач, связанных с принятием решений в условиях неопределенности. Компетенции, предусмотренные образовательной программой, сформированы на высоком уровне. Практические навыки профессиональной деятельности сформированы на высоком уровне. Способен к самостоятельному нестандартному решению практических задач.

4.4. Методические материалы

Зачет включает ответы на теоретические вопросы и выполнение практических заданий.

Ответы на теоретические вопросы могут даваться в устной форме или в форме электронного тестирования.

Выполнение практических заданий проводится в письменной форме.

Студент при подготовке к ответу по билету формулирует ответ на вопрос, а также выполняет задание (письменно либо устно, в зависимости от содержания задания).

При ответе студент должен полно и аргументированно ответить на вопрос билета, демонстрируя знания либо умения в его рамках.

При выполнении задания необходимо четко определить его суть и необходимый результат его выполнения. При решении практического задания необходимо определить тему, основную формулу в теме и записать данные задачи в терминах курса. Это позволит определить неизвестную величину и решить задачу.

При демонстрации выполненного задания студент должен аргументировать свое решение (формулировку текста и т.д.), демонстрируя знания, умения либо навыки в полной мере.

Ответ на каждый вопрос (задание) билета оценивается по шкале «зачтено/незачтено» в соответствии со шкалой оценивания.

Для студентов, обучающихся на заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ выполнение письменного контрольного задания позволяет оценить умения и навыки по дисциплине и осуществляется в течении семестра.

Проверка знаний также осуществляется с помощью тестовых заданий. Тестирование проводится в СДО "Прометей" в соответствии с установленными требованиями. Итоговый

тест формируется на аппаратном уровне с использованием банка тестовых заданий по дисциплине. Проверка результатов тестирования осуществляется автоматически.

Алгоритм расчета итоговой оценки студентов, обучающихся на заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ, установлен «Регламентом о системе оценивания знаний обучающихся по дисциплинам учебного модуля по образовательным программам с применением электронного обучения на факультете заочного и дистанционного обучения Сибирского института управления-филиала РАНХиГС».

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.

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 «незачет».

Семинарские занятия студентов заочной формы обучения проводятся в компьютерных классах. Для решения практических заданий используется приложение MS Excel.

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

Для студентов, обучающихся на заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ выполнение письменного контрольного задания позволяет оценить умения и навыки по дисциплине и осуществляется в течение семестра.

Проверка знаний также осуществляется с помощью тестовых заданий. Тестирование проводится в СДО "Прометей" в соответствии с установленными требованиями. Итоговый тест формируется на аппаратном уровне с использованием банка тестовых заданий по дисциплине. Проверка результатов тестирования осуществляется автоматически.

Алгоритм расчета итоговой оценки студентов, обучающихся на заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ, установлен «Регламентом о системе оценивания знаний обучающихся по дисциплинам учебного модуля по образовательным программам с применением электронного обучения на факультете заочного и дистанционного обучения Сибирского института управления-филиала РАНХиГС».

По заочной форме обучения с применением ЭО и ДОТ итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам выполнения ПКЗ и прохождения электронного тестирования на основании следующей формулы:

$$\Sigma = \text{ПКЗ} \times 0,4 + \text{ТЕСТ} \times 0,6$$

При этом применяется следующая шкала перевода из 100-балльной шкалы в 2-х балльную:

0 – 50 баллов – «незачет»;

51 – 100 баллов – «зачет».

Выполнение письменного контрольного задания позволяет оценить умения и навыки по дисциплине и осуществляется в течение семестра.

Проверка знаний осуществляется с помощью тестовых заданий. Тестирование проводится в СДО "Прометей" в соответствии с установленными требованиями. Итоговый тест формируется на аппаратном уровне с использованием банка тестовых заданий по дисциплине. Проверка результатов тестирования осуществляется автоматически.

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 заочной форме обучения:**

Особенностью освоения данной дисциплины по заочной форме является минимизация устных форм опроса и выполнения практических заданий из-за небольшого объема аудиторных занятий. Основным методом обучения на заочной форме выступает собственно самостоятельная работа, которая выполняется индивидуально в произвольном режиме времени в удобные для обучающегося часы, часто вне аудитории - внеаудиторная самостоятельная работа.

Рекомендации для студентов заочной формы обучения с применением ЭО, ДОТ изложены в «Методических рекомендациях по освоению дисциплины «Методы оптимальных решений» студентами заочной формы обучения с применением ЭО, ДОТ», которые размещены на сайте Сибирского института управления – филиала РАНХиГС <http://siu.ranepa.ru/sveden/education/>

Методические рекомендации по освоению дисциплины для заочной формы обучения с частичным применением ЭО и ДОТ

Обучающиеся участвуют в вебинаре по дисциплине (режим off-line). В случае, если студент не имеет возможность присутствовать на вебинаре в режиме off-line, он может просмотреть запись вебинара, размещенную в СДО "Прометей".

Студенты осуществляют самостоятельное изучение учебно-методических материалов, размещенных в библиотеке СДО "Прометей", внешних электронных библиотеках или доступных обучающемуся по месту жительства. В процессе изучения выделяют вопросы, вызывающие затруднения. Возникшие у обучающихся вопросы они могут задать преподавателю дисциплины на вебинаре в режиме off-line. Задать вопросы можно также через преподавателя-тьютора, закрепленного за потоком с целью оказания организационно-методической помощи обучающимся. В этом случае преподаватель может ответить на них либо с использованием форума СДО "Прометей", либо передать ответ через преподавателя-тьютора.

Участие в электронном семинаре и тестирование в режиме «самопроверка» позволяет студенту определить степень усвоения необходимого объема материала по дисциплине.

В ходе проверки результатов выполнения заданий текущего контроля успеваемости (электронного семинара) преподаватель обобщает и комментирует работу студента, что позволяет студенту скорректировать самостоятельное изучение дисциплины, обратить внимание на часто допускаемые ошибки и устранить пробелы в знаниях.

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.

При применении дистанционной технологии обучения учебный материал¹, 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 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.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения 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

¹ 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.

- ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103331>, требуется авторизация. – Загл. с экрана.
2. 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.sarapnet.ru>, требуется авторизация. - Загл. с экрана.
 3. Урубков, А. Р. Методы и модели оптимизации управленческих решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Р. Урубков, И. В. Федотов. — Электрон. дан. — Москва : Дело, 2015. — 238 с. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/51019.html>, требуется авторизация. — Загл. с экрана. — То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС изд-ва «Лань». — Режим доступа : <http://e.lanbook.com/book/74945>, требуется авторизация. — Загл. с экрана.

6.2. Дополнительная литература.

1. 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. – Загл. с экрана.
2. Зайцев, М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин. — Электрон. дан. — Москва : Дело, 2015. — 640 с. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/51021.html>, требуется авторизация. — Загл. с экрана. — То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС изд-ва «Лань». — Режим доступа : <http://e.lanbook.com/book/74851>, требуется авторизация. — Загл. с экрана.
3. 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. - Загл. с экрана. – То же [Электронный ресурс]. — Доступ из ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/49655.html>, требуется авторизация. — Загл. с экрана.
4. 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. – Загл. с экрана.
5. 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. - Загл. с экрана.
6. 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. – Загл. с экрана.
7. 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. – Загл. с экрана.
 8. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Т. 1 / А. В. Соколов, В. В. Токарев. Общие положения. Математическое программирование. - Изд. 2-е, испр. — Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2012. - 562 с. — 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.
 9. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Т. 2 / В. В. Токарев. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность. - Изд. 2-е, испр. — Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2012. - 420 с. — Доступ из ЭБС «Унив. б-ка ONLINE». - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457698>, требуется авторизация. - Загл. с экрана.
 10. 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. - Загл. с экрана.

6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

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

6.4. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены

6.5. 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.);

6.6. Иные источники

Иные источники не используются

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

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>Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа</i>	Стол� аудиторные, стулья, трибуна, доска аудиторная
<i>Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Компьютерные классы Центр интернет-ресурсов</i>	Компьютерные классы: компьютеры с подключением к локальной сети института (включая правовые системы) и Интернет, программа 1С, столы аудиторные, стулья, доски аудиторные Центр интернет-ресурсов: 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 порталов «Экномика. 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.

<i>Библиотека (имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет)</i>	Компьютеры с подключением к локальной сети филиала и Интернет, Wi-Fi, столы аудиторные, стулья, Wi-Fi
<i>Видеостудия для проведения вебинаров</i>	Два рабочих места, оснащенных компьютерами, веб-камерами и гарнитурам (наушники и микрофон).
<i>Видеостудия для вебинаров</i>	Два рабочих места, оснащенных компьютерами, веб-камерами и гарнитурам (наушники и микрофон).

Программное обеспечение необходимое для реализации учебного процесса по дисциплине:

- пакет MS Office;
- Microsoft Windows;
- сайт филиала;
- СДО Прометей;
- корпоративные базы данных;
- iSpring Free Cam8.