

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ И ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 11 от «20» июня 2019 г.

Согласовано:  
Председатель УМК института

Зав. кафедрой  /А.С.Исмагилова

 / Р.А. Гильмутдинова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина

**Основы математического моделирования социально-экономических процессов**

Вариативная часть

Направление подготовки

38.03.04 Государственное и муниципальное управление

Направленность (профиль) подготовки

Муниципальное управление

Квалификация

Бакалавр

Разработчик (составитель)

к.филос.н.



/Н.Г.Миронова

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель: к.филос.н. Миронова Н.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры управления информационной безопасностью от «20» июня 2019 г. протокол №11

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры управления информационной безопасностью, протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой /Исмагилова А.С.

Дополнения и изменения, внесенные в фонд оценочных средств, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_./

Дополнения и изменения, внесенные в фонд оценочных средств, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_./

Дополнения и изменения, внесенные в фонд оценочных средств, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_/

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины	29
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	30
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	30
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	31
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	32
7. Приложение А. Содержание рабочей программы	34
8. Приложение Б. Рейтинг – план дисциплины	42

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<b>Знать</b> общие понятия и этапы, основные группы методов моделирования социально-экономических систем; - основные математические модели принятия решений.	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.	
	<b>Знать:</b> методы и способы применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	
Умения	<b>Уметь:</b> использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей;	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.	
	<b>Уметь:</b> применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	
Навыки, опыт деятельности	<b>Владеть:</b> типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования и использования в этой сфере современной компьютерной техники и технологий.	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.	
	<b>Владеть:</b> навыками систематического применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» изучается при очной форме обучения на 2-м курсе в 4 семестре (при заочной форме обучения на 3 курсе).

Цели изучения дисциплины: приобретение навыков моделирования социально-экономических процессов, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления,

Для освоения дисциплины «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» необходимы знания и компетенции ПК-7, ПК-8, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин и видов практики: Математика, Информационные технологии в управлении, Информатика, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении А.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ПК-7.** Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.

Этап (уровень ) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	<b>Знать</b> общие понятия и этапы, основные группы методов моделирования социально-экономических систем; - основные математические модели принятия	Не знает или имеет фрагментарные знания об общих понятиях и основных группах методов моделирования	В целом знает общие понятия и этапы, основные группы методов моделирования социально-экономических систем; - основные математические модели принятия	Знает общие понятия и этапы, основные группы методов моделирования социально-экономических систем; - основные математические модели принятия	Демонстрирует целостные знания об общих понятиях и этапах, основных группах методов моделирования социально-экономических систем;

	решений.	социально-экономических систем; об основных математических моделях принятия решений.	решений, но допускает значительные ошибки.	решений, но допускает единичные серьезные ошибки.	об основных математических моделях принятия решений.
Второй этап	<b>Уметь:</b> использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей;	Не умеет использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей;	В целом умеет использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей, но допускает значительные ошибки.	В большинстве случаев умеет использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей, но допускает единичные серьезные ошибки	Демонстрирует в полном объеме умение использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей;
Третий этап	<b>Владеть:</b> типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования и использования в этой сфере современной компьютерной техники и технологий.	Не владеет типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования и использования в этой сфере современной компьютерной техники и технологий.	В целом владеет типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования. Но допускает ошибки в использовании современной компьютерной техники и технологий.	В большинстве случаев владеет типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования и использования в этой сфере современной компьютерной техники и технологий, допускает незначительные ошибки.	Демонстрирует полное владение типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; базовой терминологией в области современных методов математического моделирования и использования в этой сфере современной компьютерной техники и технологий.

**ПК-8:** способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	<b>Знать:</b> методы и способы применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	Имеет фрагментарные знания о методах и способах применения информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	В целом знает методы и способы применения информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования, но допускает значительные ошибки	Знает методы и способы применения информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования, но допускает незначительные ошибки	Демонстрирует целостные знания методов и способов применения информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования
Второй этап	<b>Уметь:</b> применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	Не способен применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	В целом умеет применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования, но допускает значительные ошибки	Умеет систематически и использовать полученные знания при применении информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования, но допускает незначительные ошибки	Умеет систематически использовать полученные знания при применении информационных коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования
Третий этап	<b>Владеть:</b> навыками систематического применения информационно-коммуникационных технологий	Не владеет навыками систематического применения	Не способен систематически использовать полученные	Способен систематически и применять информационно-	Способен систематически применять информационно-

технологий профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	в с их и	информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	знания при применении информационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования, допускает незначительные ошибки	ые технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования
--	----------	---	---	--	---

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Терминология, этапы моделирования и прогнозирования социально-экономических процессов, основные группы методов моделирования социально-экономических процессов; основные математические модели принятия решений.	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа
	методы и способы применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа
2-й этап Умения	Умение использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей; выбирать целесообразное математическое обеспечение для математических моделей при решении профессиональных задач;	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа



		основные математические модели к конкретным задачам управления.	
	Умение применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа
3 этап - владения, навыки	Навык применения базовой терминологией в области современных методов математического моделирования; типовыми методами и моделями моделирования социально-экономических процессов; навыком использования информационных технологий, приложений, компьютерной техники для решения задач моделирования социально-экономических процессов.	<b>ПК-7.</b> Умение моделировать административные процессы и процедуры в органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления, адаптировать основные математические модели к конкретным задачам управления.	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа
	Навыки систематического применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования	<b>ПК-8:</b> способность применять информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности с видением их взаимосвязей и перспектив использования.	практические задания, тест, контрольная самостоятельная работа

### Формы и виды контроля:

### Типовые материалы к экзамену

Вопросы экзамена:

1. Место моделирования в управленческой деятельности. Особенности социально-экономического моделирования. Специфика математического моделирования. Этапы экономико-математического моделирования.
2. Виды мат. моделей и области их применения. Экономико-математические методы моделирования – обзор и характеристика.
3. Имитационное моделирование и области его применения. Основные этапы процесса имитационного моделирования. Порядок разработки управленческих имитационных игр. Имитационные игры как разновидность имитационного моделирования.
4. Понятие баланса. Статическая балансовая модель и ее область применения. Представление о динамической модели МОБ. Области применения модели баланса.
5. Понятийный и теоретический аппарат теории графов. Сетевые модели планирования. Порядок построения сетевой модели планирования.
6. Деревья и их применение в решении некоторых прикладных управленческих задач. Модели для управленческих задач на основе деревьев решений. Виды деревьев (с примерами).
7. Методы (модели) принятия решений, учитывающие вероятностную природу будущих событий. Порядок построения и использования деревьев решений для принятия оптимального решения.
8. Специфика статистических и эконометрических методов моделирования. Типы эконометрических моделей. Основные этапы эконометрического моделирования. Статистические критерии и тесты, применяемые для верификации эконометрических

моделей и оценки значимости таких моделей (с приведением формул).

9. Методы оценивания параметров эконометрических моделей (МНК, МНП, метод моментов). Линейная регрессионная модель; линейная парная регрессия методом МНК (+ требования спецификации МНК). Линейная регрессионная модель: линейная парная регрессия. Оценка качества модели парной линейной модели.
10. Модель множественной регрессии (линейной и линеаризуемой). Нелинейные модели регрессии. Оценка значимости таких моделей (с формулами и разъяснениями их применения).
11. Отбор факторов для построения эконометрической модели множественной регрессии (априорный, апостериорный подходы). Проверка условий применимости классического метода МНК для построения модели множественной регрессии. Системы регрессионных уравнений (структурные модели).
12. Моделирование временных рядов. Порядок построения и применения моделей. Анализ стационарности ряда и выбор модели с учетом этого анализа. Виды моделей для временных рядов.
13. Аддитивные и мультипликативные модели временных рядов. Тренд. Сезонность. Периодичность. Порядок построения модели временного ряда, учитывающей тренд и периодические компоненты.
14. Модели с лаговыми переменными (авторегрессионные модели -  $AR(p)$ ). Проблемы построения авторегрессионных моделей. Оценка погрешности модели.
15. Адаптивные модели и области их применения. Модель адаптивных ожиданий; модель частичной корректировки - общие представления ( $MA(q)$ ,  $ARMA(p,q)$ ,  $ARIMA$ ). Оценка погрешности такой модели.
16. Методы оптимизации. Модели на основе оптимизационных подходов. Линейное программирование как методология решения линейных оптимизационных задач и области его применения. ЗЛП, Допустимое множество и целевая функция. Условия применения методов оптимального программирования. Свойства моделей социально-экономических систем на основе методов линейного программирования
17. Задачи оптимизации: критерии оптимальности решения задачи. Задачи ЛП в двухмерном ( $n$ -мерном) пространстве допустимых решений. Графический метод решения задач ЛП.
18. Линейное программирование: Симплекс-метод. Примеры проблем, решаемых методами линейного программирования и оптимального управления (транспортные модели, задача о назначениях, модели производства с запасами).
19. Теория игр и ее понятийный аппарат. Области применения моделей на основе игр. Матричные игры. Методы решения игр (игровых моделей). Этапы поиска решения парной игры путем сведения в ЗЛП.
20. Модели на основе теории игр: конечные и бесконечные игры. Оптимальная стратегия. Критерии оптимальности в играх. Минимаксная и максиминная стратегии. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.
21. Модели социально-демографических явлений. Модель социальной мобилизации. Модель гонки вооружений.
22. Имитационное моделирование. Область применения эволюционных моделей и генетических алгоритмов для решения задач. Суть имитационного моделирования с применением эволюционных методов. Понятийный аппарат генетических алгоритмов.
23. Применение нейросетевых методов для моделирования и решения управленческих задач. Понятийный аппарат НС. Виды НС, методы моделирования с помощью НС. Порядок использования нейросети при решении прикладных задач.

### **Типовые практические задачи для экзамена**

1. Решить парную игру из 3 стратегий для каждого игрока.
2. Дана парная игра (платежная матрица  $3 \times 3$ ). Проверить, есть ли седловаточка и найти оптимальную стратегию для игрока А.

Игроки	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$A_1$	2	0	3
$A_2$	5	2	5
$A_3$	7	9	7

3. Дана парная игра (платежная матрица  $3 \times 3$ ). Проверить, есть ли седловая точка, найти оптимальную стратегию для игрока А.

Игроки	$B_1$	$B_2$
$A_1$	2	0
$A_2$	5	2
$A_3$	7	9

4. Рассчитайте оценку дисперсии для следующих данных: {70 ; 3 ; 27 ; 4 ; 9 ; 82 ; 69 ; 31 ; 65 ; 3 ; 0 }. Рассчитайте мат. ожидание для ряда данных: {37.5 ; 12.7 ; 25.3 ; 34.9 ; 44.5 ; 47.6 ; 27.3 ; 6.9 ; 7.4 ; 15.9}. Выясните, стационарны ли эти ряды.
5. Постройте для ряда автокоррелограмму и выясните по ней, какого порядка следовало бы строить авторегрессионную модель для такого ряда:

3	2	5	6	4	2	7	5	9	12	9	7	8	6	9	15	14	13	7	7	12	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	----

6. Произведите сглаживание нижеприведенного ряда методом скользящего среднего с шагом 5:

3	2	5	6	4	2	7	5	9	12	9	7	8	6	9	15	14	13	7	7	12	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	----

7. Найти в Excel с помощью инструмента Поиск решения оптимальное решение транспортной задачи
8. Найти в Excel с помощью инструмента Поиск решения оптимальное решение логистической задачи.
9. Построить на основе 2-мерного ряда данных 2-факторную линейную регрессионную модель. Оценить ее значимость. Сделать вывод о качестве модели.
10. Построить на основе временного ряда данных модель средствами MSExcel. Тип модели выбрать после анализа стационарности ряда. Оценить значимость модели статистически или построить диаграмму исходных и модельных данных и сделать вывод о качестве модели визуально.
11. Построить дерево решений и найти оптимальное решение. Дерево должно моделировать процесс принятия решения о предоставлении социальных выплат заявителю: решение отрицательно, при условиях если человеку меньше 18 лет, или выплаты уже сделаны, или число детей у заявителя менее 2, если средний доход более 20 тыс, если заявитель не гражданин РФ; в остальных случаях решение принимается с учетом дохода и числа детей и/или иждивенцев (выплаты увеличиваются на коэффициент 0,1 от базовой суммы  $S_b$  случае положительного решения), а также с учетом уже имеющейся недвижимости стоимостью  $>1,5$  млнв собственности (в этом случае выплаты снижаются в 4 раза, при принятии положительного решения с учетом всех прочих условий).

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов(или одного теоретического и одного практического вопроса).

Образец экзаменационного билета:

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление: 38.03.04 Государственное и муниципальное управление  
Дисциплина «Основы математического моделирования социально-экономических процессов»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Деревья и их применение в решении некоторых прикладных управленческих задач. Модели для управленческих задач на основе деревьев решений. Виды деревьев (с примерами).
2. Дана парная игра (платежная матрица  $3 \times 3$ ). Проверить, есть ли в ней седловаточка и найти оптимальную стратегию для игрока А.

Игроки	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$A_1$	2	0	3
$A_2$	5	2	5
$A_3$	7	9	7

Зав. кафедрой УИБ

А.С. Исмагилова

Кафедра управления информационной безопасностью

**Критерии оценивания результатов экзамена для ОФО:** При выставлении баллов именно за экзамен (до 30 баллов в дополнение к баллам, полученным за другие виды отчетности) действует такой критерий оценки:

**25-30 баллов**

Студент дал полные, развернутые ответы на теоретический вопрос билета и правильно выполнил практическое задание, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**17-24 баллов**

Студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки, но все задание выполнено до конца.

**10-16 баллов**

При ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент сделал практическое задание лишь частично.

**1-10 баллов**

Ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей дисциплины, перечисленных в

рейтинг-плане дисциплины, для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания для экзамена: перевод оценки из 100-балльной в 4-балльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### **Критерии оценивания результатов экзамена для ЗФО**

**Отлично** – если студент дал полные, развернутые ответы на теоретический вопрос билета и правильно выполнил практическое задание, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**Хорошо** – если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки, но все задание выполнено до конца.

**Удовлетворительно** - если студент при ответе на теоретические вопросы допустил несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Студент сделал практическое задание лишь частично.

Оценка **неудовлетворительно** выставляется, если студент не сделал контрольную работу, ответы на основные вопросы билета неполны, неверны, имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Правильных ответов на дополнительные вопросы студент дать не смог вообще.

### **Типовые задания для практических занятий**

#### **Модуль 1. Представление о методах матмоделирования и инструментах моделирования.**

#### **Балансовые модели. Эконометрическое моделирование: регрессионные и адаптивные модели**

#### **Практическое занятие 1. Балансовые модели (модели Леонтьева)**

Балансовые модели (модели Леонтьева) – статические и динамические.

Статистическая балансовая модель:

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли					Конечный продукт	Валовой продукт
	1	2	3	...	n		
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	...	$x_{1n}$	$Y_1$	$X_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	...	$x_{2n}$	$Y_2$	$X_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	...	$x_{3n}$	$Y_3$	$X_3$
.	.	.	.		.	.	.
.	.	.	.	I	.	II	.
.	.	.	.		.	.	.
n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	$x_{n3}$	...	$x_{nn}$	$Y_n$	$X_n$
Амортизация	$c_1$	$c_2$	$c_3$	...	$c_n$		
Оплата труда	$v_1$	$v_2$	$v_3$	III	$v_n$	IV	
Чистый доход	$m_1$	$m_2$	$m_3$	...	$m_n$		
Валовой продукт	$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$		$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{j=1}^n X_j$

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}; \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Величина называется коэффициентами прямых затрат. Здесь

$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i; \quad i = \overline{1, n}.$  - валовая продукция любой отрасли (равна сумме материальных затрат потребляющих ее продукцию отраслей и конечной продукции этой отрасли).

1. Вычисление технологических коэффициентов и построение соответствующей матрицы.
2. Верификация полученной модели.
3. Вычисление прямых и полных затрат.
4. Изменение некоторых значений межотраслевого баланса в соответствии с управленческими воздействиями.
5. Прогнозирование развития процесса с учетом управленческих воздействий.

**Задача:** Известны коэффициенты прямых затрат  $a_{ij}$  и конечный продукт  $Y_i$  для модели экономики с 3 отраслями:

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,1 & 0,4 \\ 0,2 & 0,5 & 0 \\ 0,3 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 300 \end{pmatrix}$$

Определить коэффициенты полных затрат  $x_{ij}$ , вектор валового выпуска, межотраслевые поставки продукции. Проверить продуктивность матрицы  $A$  и заполнить схему межотраслевого баланса.

## Практическое занятие 2. Модели на основе теории графов

На основе проблемной ситуации решить задачу принятия оптимального решения в условиях неопределенности / риска с помощью модели дерева решений.

Этапы:

1. Выбор факторов моделирования.
2. Определение причинно-следственных связей между отобранными факторами, оценка вероятности исходов (по имеющимся данным/интуитивно/экспертным методом).
3. Верификация полученной модели.
4. Формализация управленческих воздействий и встраивание их в модель.
5. Прогнозирование развития процесса с учетом управленческих воздействий.
6. Использование пакета стат.анализа RStudio для решения задач методов деревьев

**Задача 1.** Постройте дерево решений для проекта по выведению на рынок нового лекарства.

Фармацевтическая компания разработала формулу нового лекарства от головной боли. Руководство компании стоит перед выбором: продать лицензию на эту разработку за 100 млн.

сейчас или самой продолжить работу с данным препаратом. В случае продолжения разработки, компании необходимо провести доклинические испытания, вероятность успеха которых, исходя из прошлого опыта, оценивается специалистами в 80%. В случае неудачи доклинических испытаний проект завершается (ликвидационная стоимость активов равна нулю). Затраты на доклинические испытания оцениваются в 50 млн. В случае успеха доклинических испытаний, компания может продать лицензию на данный препарат уже за 200 млн. или продолжить разработку самостоятельно. В последнем случае необходимо провести клинические испытания, затраты на которые оцениваются в 150 млн., а вероятность успеха в 60% (ликвидационная стоимость в случае неудачи также равна нулю). Наконец, в случае успешного завершения клинических испытаний, компания может приступить к производству препарата. Для этого она может закупить и установить конвейер малой мощности (стоимость 400 млн.) или конвейер большой мощности (стоимость 1000 млн.). При этом, существует еще рыночная неопределенность относительно успешности препарата на рынке. В случае, если он будет пользоваться высоким спросом, денежные потоки составят 1800 млн. для большого и 700 млн. для малого конвейера. В случае умеренного спроса – 600 млн. для большого и 300 млн. для малого конвейера соответственно. Ситуации высокого и умеренного спроса равновероятны.

**Задача 2.** Строительная фирма собирается принять решение о строительстве жилого комплекса (ЖК) в элитном районе. Сначала требуется принять решение: проводить ли информационно-рекламную кампанию. Она стоит 500000 условных единиц (у.е.). Опыт показывает, что лишь в 25 % случаев этот шаг обеспечивает успех на рынке.

Если информационно-рекламная кампания успешна, требуется принять решение: строить ли большой или малый ЖК. Строительство малого ЖК обойдется в 50000000, при этом можно построить 300 квартир. Строительство большого ЖК обойдется в 200000000, при этом можно построить 900 квартир.

Имеются исследования прогноза спроса. Они показывают, что существует вероятность в 40 % того, что произойдет падение спроса на элитное жильё. По предварительным расчётам, средние цены на квартиры будут определяться следующим образом:

	Большой ЖК	Малый ЖК
Спрос снизится	100 000	150 000
Спрос не снизится	250 000	400 000

Рассчитано, что расходы фирмы перед и в период продажи всех квартир в ЖК составят 5000000, независимо от величины ЖК. Требуется принять решение: проводить ли информационно-рекламную кампанию и начинать строительство ЖК.<sup>1</sup>

**Задание 3.** Составьте и решите свою задачу методом дерева решений (например, решить методом дерева решений, какую сумму следует потратить на приобретение технического или транспортного средства для какой-либо производственной или иной цели).

**Задача 4.** Использование пакета стат.анализа RStudio для решения задач методов деревьев (см. методические указания в почтовой рассылке).

### **Практические занятия 3,4. Эконометрические и статистические модели. Статические эконометрические регрессионные модели. Динамическое моделирование. Модели временных рядов. Инструментальные средства математического моделирования**

**1. Инструментальные средства математического моделирования (на примере MS Excel, Rstudio, MathCAD и др.)**

**2. Порядок построения и оценки значимости регрессионных моделей.**

А) Анализ данных и выбор подходящей модели и факторов для модели:

<sup>1</sup> Для проверки решения см. on-line сервис здесь, например: [https://function-x.ru/graphs4\\_modeling\\_decision\\_tree\\_game\\_tree.html](https://function-x.ru/graphs4_modeling_decision_tree_game_tree.html)

- Предварительное визуальное рассмотрение имеющихся данных, с помощью диаграмм рассеивания, с целью определения наиболее влияющих факторов для включения их в модель. Выявить тренд визуально или программными средствами.
  - Отобрать из множества признаков (факторов), присущих некоторой наблюдаемой экономической системе, 2-4 в наибольшей степени влияющих на исследуемый признак (отклик). При выполнении работы необходимо
  - Построение корреляционной матрицы, отобранных для модели временных рядов. Обосновать выбор существенных факторов, влияющих на отклик.
- Б). Рассчитать коэффициенты множественной регрессии, используя статистический пакет Rstudio, или MathCAD, или MS Excel и проинтерпретировать смысл этих коэффициентов. Построить модель множественной регрессии. Оценить качество модели регрессии с помощью коэффициента детерминации.
- В) Определить статистическую значимость параметров регрессионной модели по стандартным ошибкам оценок и уровню значимости.
- Г) Построить модель множественной регрессии только со статически значимыми факторами (уровень значимости принять равным 5%).
- Д) Оценка погрешности модели.

**Задания.** Произвести построение моделей по нижеприведенным исходным данным в соответствии с вышеуказанным алгоритмом. Отчет студента должен содержать набор файлов результатов работы по заданиям в отдельном каталоге «лабораторная работа стат.анализ» для проверки.

**Пример 1.** Исходные данные для моделирования:

Безработных в среднем за год	Среднегодовое число безработных в тысячах человек по методике МОТ Росстат <sup>(*)</sup>	В том числе:		среднегодовая цена барреля нефти Brent за год <sup>(**)</sup>
		мужчин	женщин	
2009	6373	3468	2905	61,9
2010	5636	3075	2562	79,6
2011	4922	2684	2238	111
2012	4131	2250	1881	121,4
2013	4137	2242	1895	108,8
2014	3889	2123	1766	98,9
2015	4264	2296	1968	52,4
2016	4243	2268	1975	44
2017 <sup>(**)</sup>	3900	2074,8	1825,2	54,4
2018	3700	1964,7	1735,3	55

\* сведения Росстат [http://www.gks.ru/bgd/free/b04\\_03/isswww.exe/stg/d01/36.htm](http://www.gks.ru/bgd/free/b04_03/isswww.exe/stg/d01/36.htm)

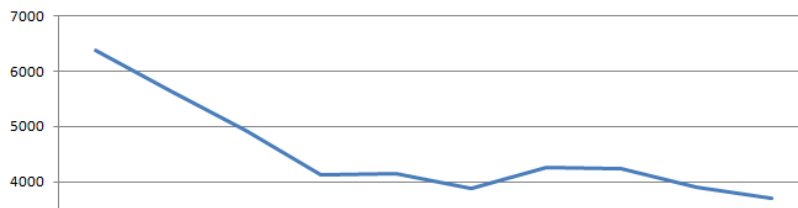
\*\* <https://nangs.org/analytics/rosstat-zanyatost-i-bezrobotitsa-v-rossijskoj-federatsii>

\*\*\* [http://newsruss.ru/doc/index.php/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%8B\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C](http://newsruss.ru/doc/index.php/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%8B_%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C)

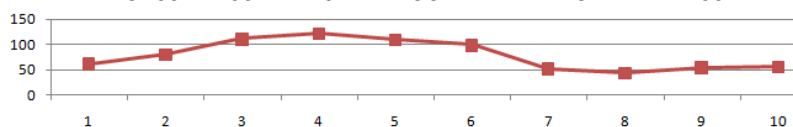
Проверить, есть ли корреляция между уровнем безработицы в социальной группе и полом, есть ли корреляция между среднегодовой ценой нефти марки Brent и уровнем безработицы в РФ. Построить график временного ряда, совмещенные графики, например, вида:



**Среднегодовое число безработных в тысячах человек по методике МОТ Росстат (\*)**



**среднегодовая цена барреля нефти Brent за год**



Если корреляция между ценой нефти и уровнем безработицы прослеживается, построить регрессионную модель зависимости уровня безработицы от среднегодовой цены нефти марки Brent за период с 2011 по 2018. Оценить значимость параметров и значимость модели. Сделать вывод о качестве модели и результатах моделирования.

**Пример 2.** Смоделировать разными моделями/методами временной ряд до 2016 года.

Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя ( м <sup>2</sup> ).										
19,2	19,5	19,8	20,2	20,5	20,9	21,3	21,5	22	22,4	22
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010

Проверить результат прогнозирования реальными данными, произведя поиск официальных статданных в глобальной сети (например, на сайте РосСтата).

**Пример №3**

Построить регрессионную модель зависимости продолжительности жизни (1) от других показателей (2 - ВВП/на душу населения, 3 - заболеваемость (всего тыс.чел), 4 - индекс цен, 5 - затраты на экологию, 6 - жилищный фонд (отопление)).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	65,23	64,95	64,85	65,27	65,3	66,6	67,51	67,88	68,67
2	8943,6	10819,2	13208,2	17027,2	21609,8	26917,2	33247,5	41276,8	38807,2
3	104322	106742	107385	106287	105886	108842	109571	109590	113877
4	101,6	101,5	101,1	101,1	100,8	100,8	101,1	100,7	100,4
5	127327	150567	173807	197047	233930	259228	295200	368627	343368
6	75	75	75	76	80	80	81	82	83

### **Практические занятия №5,6,7. Моделирование временных рядов. Адаптивные модели.**

1. Определение стационарности/нестационарности ряда.
2. Для стационарного ряда - определения наличия тренда, сезонной и циклической составляющей.
3. Для нестационарного ряда – построение моделей авторегрессии, скользящего среднего, ARMA, ARIMA.
4. Верификация полученных моделей временного ряда.
5. Прогнозирование развития временного ряда по моделям, оценка погрешности прогноза.

**Задание 1.** Для временного ряда (ряд из 26 значений см. ниже) проверить стационарность, найти лаг с помощью анализа автокоррелограммы и построить модель авторегрессии с указанным лагом. Оценить значимость модели, оценить погрешность прогнозов по модели.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1900	2105	2480	2440	2260	2525	3000	3020	2850	3100	3630	3650	3500
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3970	4600	4900	4480	5170	5870	6100	5660	6320	7250	7550	6570	7650

**Задание 2.** Выполнить анализ данных временного ряда «число безработных» или «среднегодовая цена барреля нефти» для оценки его стационарности:

Безработных в среднем за год	Среднегодовое число безработных в тысячах человек по методике МОТ Росстат <sup>(*)</sup>	В том числе:		среднегодовая цена барреля нефти Брент за год <sup>(**)</sup>
		мужчин	женщин	
<b>2009</b>	<b>6373</b>	<b>3468</b>	<b>2905</b>	<b>61,9</b>
<b>2010</b>	<b>5636</b>	<b>3075</b>	<b>2562</b>	<b>79,6</b>
<b>2011</b>	<b>4922</b>	<b>2684</b>	<b>2238</b>	<b>111</b>
<b>2012</b>	<b>4131</b>	<b>2250</b>	<b>1881</b>	<b>121,4</b>
<b>2013</b>	<b>4137</b>	<b>2242</b>	<b>1895</b>	<b>108,8</b>
<b>2014</b>	<b>3889</b>	<b>2123</b>	<b>1766</b>	<b>98,9</b>
<b>2015</b>	<b>4264</b>	<b>2296</b>	<b>1968</b>	<b>52,4</b>
<b>2016</b>	<b>4243</b>	<b>2268</b>	<b>1975</b>	<b>44</b>
<b>2017<sup>(**)</sup></b>	<b>3900</b>	<b>2074,8</b>	<b>1825,2</b>	<b>54,4</b>
<b>2018</b>	<b>3700</b>	<b>1964,7</b>	<b>1735,3</b>	<b>55</b>

Сделать диаграмму. С учетом результата анализа выбрать и построить подходящую модель (например, мультипликативную модель временного ряда).

Оценить ее значимость и погрешность. Сделать прогноз (экстраполировать модель) на 1-2 единицы времени впереди оценить его погрешность. Построить диаграмму временного ряда, включающую прогнозные значения с интервальной оценкой погрешности. Сделать вывод.

**Задание 3.** Даны сведения о доходности проекта X за несколько лет. Требуется смоделировать этот временной ряд (попробовать выделить тренд, проверить и если есть – выделить сезонность и периодическую компоненту) и сделать по полученной модели прогноз о доходности на 1 квартал 2019 года. Оценить погрешность прогноза.

Год	Месяц	Доходность проекта
2014	January	17 986 229р.
	February	23 571 965р.
	March	25 537 589р.
	April	24 630 951р.
	May	24 429 696р.
	June	26 116 377р.
	July	27 931 501р.
	August	25 914 893р.
	September	24 904 130р.
	October	22 360 354р.

	November	23 825 299p.
	December	22 241 744p.
2015	January	21 149 853p.
	February	23 770 186p.
	March	29 608 386p.
	April	28 588 548p.
	May	29 712 036p.
	June	31 191 793p.
	July	28 311 730p.
	August	27 438 262p.
	September	26 166 319p.
	October	25 916 207p.
	November	23 168 086p.
	December	27 707 909p.
2016	January	25 379 305p.
	February	27 823 570p.
	March	28 518 039p.
	April	33 971 886p.
	May	31 577 081p.
	June	29 328 611p.
	July	34 312 920p.
	August	31 364 478p.
	September	29 046 432p.
	October	27 244 171p.
	November	24 353 446p.
	December	25 447 525p.
2017	January	24 255 101p.
	February	22 391 876p.
	March	27 902 911p.
	April	24 102 028p.
	May	24 939 643p.
	June	25 401 741p.
	July	22 817 314p.
	August	23 554 471p.
	September	21 219 769p.
	October	21 144 903p.
	November	19 185 427p.
	December	20 507 490p.
2018	January	16 116 508p.
	February	20 363 081p.
	March	24 924 310p.
	April	23 881 278p.
	May	24 039 243p.
	June	29 292 943p.
	July	25 244 289p.
	August	26 986 987p.
	September	26 856 798p.
	October	27 051 059p.
	November	23 474 916p.

## Модуль 2. Оптимизационное моделирование. Имитационное моделирование

### Практическое занятие 8,9. Модели на основе оптимизационных задач

1. Задачи оптимизации и области их использования.
2. Варианты постановки оптимизационной задачи, подходы и методы их решения. Инструментальные средства решения социально-экономических задач на основе оптимизационных методов. Методология линейного программирования и области ее использования.
3. Решение конкретных линейных оптимизационных задач методами.

**Задача 1.** Экономико-математическую задачу линейного программирования поставлена в таком виде: требуется определить оптимальный объем выпуска продукции 2-х видов ( $x_1, x_2$ ), чтобы получаемая чистая прибыль была максимальна, при ограничениях на количество запасов сырья/материалов для изготовления этих видов продукции задано такими соотношениями: запасы сырья виды  $B_1=350$  ед., сырья  $B_2=240$  ед. При этом на изготовление продукции  $X_1$  уходит сырья 2-х видов, соответственно:  $\{1; 2\}$  единиц, на изготовление продукции  $X_2$  уходит сырья 2-х видов, соответственно:  $\{3.5; 0.5\}$  единиц. Также на изготовление каждого вида продукции уходит 1 ед. времени. Совокупные трудовые ресурсы, доступные при производстве, ограничены 150 ед. времени. Продукции первого вида  $X_1$  должно быть выпущено не менее 60 единиц. Доход от реализации продукции  $X_1=10$  ден.ед, от реализации продукции 2-го вида:  $X_2=20$  ден.ед. Учитывая эти ограничения составить оптимальный план выпуска, который бы приносил максимальный доход. Сформулируем задачу математическим языком:

Целевая функция  $f(x)=10X_1+20X_2 \rightarrow \max$

Условия задаются системой из 5 неравенств:

$$X_1+3.5X_2 \leq 350$$

$$2X_1+0.5X_2 \leq 240$$

$$X_1+X_2 \leq 150$$

$$X_2 \geq 60$$

$$X_1 \geq 0$$

Для решения используем метод линейного программирования (симплекс метод или графический), реализованный в MS Excel в виде инструмента «Поиск решения», или с помощью on-line-сервисов<sup>2</sup>. Графический метод решения может быть использован для задач линейного программирования с 2 переменными, используя Excel или OpenOffice.<sup>3</sup> (см. методические указания «Поиск решения ЗЛП в Excel» в почтовой рассылке).

**Задача 2.** На предприятии имеется возможность выпускать два вида продукции  $P_j$  ( $j=1..2$ ). При её изготовлении используются ресурсы  $S_1, S_2, S_3$ . Размеры допустимых затрат ресурсов ограничены соответственно величинами  $b_1, b_2$  и  $b_3$ . Расход ресурса  $i$ -го вида ( $i=1..3$ ) на единицу продукции  $j$ -го вида составляет  $a_{ij}$  единиц. Цена продукции  $j$ -го вида равна  $C_j$  денежных единиц.

Ресурсы	Расходы сырья на единицу продукции		Запасы сырья
	$P_1$	$P_2$	
$S_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$b_1$
$S_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$b_2$

<sup>2</sup> См., например, <https://math.semestr.ru/simplex/simplex-standart.php>

<sup>3</sup> См., например: Линейное и нелинейное программирование. Динамическое программирование. Элементы теории игр. Сетевое планирование: лабораторный практикум / Сост. М.А. Евдокимов, Л.Н. Смирнова, Т.А. Бенгина, Т.Н. Кочетова, О.В. Филиппенко. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 99 с.- Режим доступа: <http://lectmania.ru/1x1275a.html>

$S_3$	$a_{31}$	$a_{32}$	$b_3$
Цена единицы продукции	$C_1$	$C_2$	

1. Графическим методом найдите план выпуска продукции по видам с учётом имеющихся ресурсов, который обеспечивал бы предприятию максимальный доход.
2. Постройте двойственную задачу и, пользуясь теоремой о дополняющей нежёсткости, решите её.
3. Решите задачу симплекс методом. Сравните полученное решение с результатами графического метода.

**Задание 3.** Транспортная задача о перевозках грузов:

- запасы грузов  $a_i$  на станциях отправления от 3 поставщиков:  $A_i = \{120, 80, 30\}$
- потребность в грузах  $b_j$  на станциях назначения для 4 получателей грузов:  $B_j = \{40, 80, 50, 60\}$ ,
- тариф (стоимость) перевозки единицы груза  $C_{ij}$  из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -ый пункт назначения задан данными из таблицы:

$c_{11}$	6	$c_{23}$	4
$c_{12}$	8	$c_{24}$	12
$c_{13}$	5	$c_{31}$	2
$c_{14}$	6	$c_{32}$	11
$c_{21}$	2	$c_{33}$	5
$c_{22}$	5	$c_{34}$	4

Требуется спланировать перевозки так, чтобы общая сумма транспортных расходов была **минимальной**. Для решения задачи можно:

1. Построить опорное (базисное) решение «диагональным» методом (методом «северо-западного угла») и методом «минимальной стоимости» («минимального тарифа»);
2. Используя наилучшее из полученных опорных решений найти оптимальное решение транспортной задачи методом потенциалов

$B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$a_i$
$A_i$					
$A_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$a_1$
$A_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$a_2$
$A_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$	$a_3$
$b_j$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$\sum_{i=1}^3 a_i = \sum_{j=1}^4 b_j$

Решение можно проверить в Excel с помощью инструмента «Поиск решения»

**Задача 4. Задача о рудной смеси.** Для выплавки легированной стали смешивается железная руда, поступающая из четырех месторождений. Чтобы сталь обладала нужными свойствами, рудная смесь должна удовлетворять требованиям по содержанию в ней трех основных элементов: не менее 5 фунтов элемента А, не менее 100 фунтов элемента В и не менее 30 фунтов элемента С на 1 тонну рудной смеси. Руда с каждого месторождения содержит все три основных элемента, но в разных количествах. Состав руды и ее цена приведены в таблице.

Элемент	Содержание элементов в 1 т руды			
	Месторождени е 1	Месторождение 2	Месторождение 3	Месторождение 4
<b>А</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>В</b>	<b>90</b>	<b>150</b>	<b>75</b>	<b>175</b>
<b>С</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>37</b>
Цена 1 т руды, ед.	<b>800</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>500</b>

Составьте самую дешевую рудную смесь для производства стали. (Обозначьте через  $x_i$  процентное содержание (долю) руды из  $i$ -го месторождения в 1 тонне рудной смеси.)

**Задача 5. Задача об оптимальном составе смеси (составление оптимального дневного рациона)**

Для сбалансированного питания человеку ежедневно необходимо потреблять не менее 118 г белков, 56 г жиров, 500 г углеводов, 8 г минеральных солей. Количество питательных веществ, содержащихся в 1 кг каждого вида потребляемых продуктов, а также цены продуктов приведены в таблице. Общий вес дневного рациона не должен превышать 1,2 кг.

Питательные вещества	Содержание питательных веществ в 1 кг продукта						
	мясо	рыба	молоко	масло	сыр	гречка	картофель
Белки, г	180	190	30	10	260	130	21
Жиры, г	20	3	40	865	310	30	2
Углеводы, г	–	–	50	6	20	650	200
Минеральные соли, г	9	10	7	12	60	20	10
Цена продукта, руб./кг	35	20	6	52	62	17	5

Составьте дневной рацион с минимальной общей стоимостью, содержащий достаточную суточную норму потребности человека в необходимых питательных веществах.

**Задача 6.** В  $W$ -тонный самолет загружаются предметы трех наименований. Приведенная ниже таблица содержит данные о весе одного предмета  $A$  (в тоннах) и прибыли  $X$  (в тысячах долларов), получаемой от одного загруженного предмета. Как следует загрузить самолет, чтобы получить максимальную прибыль?

(номер варианта кратен порядковому номеру студента в списке группы):

Вариант	$A_1$	$X_1$	$A_2$	$X_2$	$A_3$	$X_3$	$W$
1	4	70	10	30	100	9	6000
2	2	20	20	80	10	1	10000
3	1	130	40	20	200	2	5000
4	3	30	100	40	4	3	6500
5	4	12	30	40	5	6	7000
6	6	10	20	400	2	40	60000
7	3	50	30	70	3	10	5000
8	2	20	50	40	6	20	8000

**Задача 7.** На основе данных таблицы восстановить схемы межотраслевого материального баланса.

Отрасль	Прямые межотраслевые потоки			Конечная продукция
	1	2	3	
1	0,2	0,2	0,1	50
2	0,5	0,3	0,2	0
3	0,2	0,2	0,4	30

**Задача 8.** Компания производит и реализует популярный алкогольный напиток, в основе которого смесь трех сортов виски: ирландского, шотландского и канадского. В таблице указаны цены, по которым компания закупает виски, и объемы емкостей, ежедневно используемые для хранения виски в процессе производства.

Сорт виски	Стоимость, \$	Дневной запас
Ирландское, л	70	2000
Шотландское, л	50	2500

Канадское, л	40	1200
--------------	----	------

Напиток производится согласно рецепту, устанавливающему максимум или минимум процентного содержания виски используемых сортов.

Сорт виски	Процентное содержание в 1 литре напитка	
	Минимум	Максимум
Ирландское	55 %	65 %
Шотландское	15 %	20 %
Канадское	15 %	20 %

Рыночная цена 1 л напитка равна 90 \$.

- Определите ежедневный объем производства напитка, обеспечивающий максимальную прибыль компании.
- Какова при этом будет ежедневная прибыль?
- Сколько виски каждого сорта ежедневно затрачивается на производство?

### Практическое занятие 10, 11. Модели сетевого планирования

1. Модели сетевого планирования. Терминология. Этапы сетевого планирования.
2. Задачи сетевого планирования и области их использования.

- Метод критического пути.
- Построение сетевого графика.
- Вычисление резервов времени.
- Методы оценки и пересмотра планов.
- Модели планирования и упорядочения работ в экономических организациях.
- Критерии оценки графика работ
- Детерминированные задачи календарного планирования.
- Стохастические задачи календарного планирования.

**Задача 1.** Составить сетевой график выполнения работ и рассчитать временные параметры по данным, представленным в таблице:

Содержание работы	Обозначение	Предыдущая	Продолжительность работы (дни)
Составление сметы		-	
Заказ и доставка оборудования			
Распределение кадров			
Установка оборудования			
Подготовка кадров			
Оформление торгового зала			
Доставка товаров			
Заказ и получение ценников			
Заказ и получение формы			
Выкладка товаров		<b>6,7</b>	
Заполнение ценников			
Генеральная репетиция		<b>9,10,11</b>	

**Задача 2.** Выполните планирование мероприятия (подготовка к конференции или праздничной ярмарке) с помощью метода сетевого планирования (с распределением ресурсов (человеческих, финансовых) и учетом временных затрат по заданию).

### Практические занятия 12,13,14. Стохастические модели. Моделирование с использованием теории игр. О моделях систем массового обслуживания.

1. Нахождение нижней и верхней цены игры, заданной матрицей.

2. Решение игры, заданной платежной матрицей, графическим методом.
3. Решение игры сведением к задаче линейного программирования (с использованием инструмента Поиск решения в MS Excel). Анализ полученных результатов.
4. Представление о теории массового обслуживания. СМО с потерями и СМО с отказами.
5. Модели СМО с простейшим (пуассоновским) потоком требований. Характеристики СМО.
6. Решение задач с использованием методов теории массового обслуживания.

**Задача 1.** Решить графическим методом игру, заданную платежной матрицей:

Игроки	$B_1$	$B_2$	$a = \min(A_i)$
$A_1$			5
$A_2$			4
$b = \max(B_i)$			

**Задача 2.** Парная игра задана платежной матрицей вида:

Игроки	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$A_1$	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>-5</b>
$A_2$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-5</b>
$A_3$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Решить задачу поиска оптимальной стратегии для обоих (А и В) игроков путем сведения ее к задаче линейного программирования. (Окончательное решение можно искать с использованием инструмента «Поиск решения» в Excel). Приложить к отчету скриншоты всех этапов со словесными разъяснениями.

**Задача 3.** Придумать реалистичную ситуацию (проблему), которую можно смоделировать игрой с 2 участниками (не более 3-4 вариантов стратегий у каждого). Составить платежную матрицу игры, отражающую эту ситуацию (выигрыши/проигрыши). Решить задачу, т.е. попытаться найти оптимальную стратегию игры для следующих случаев:

- для критерия оптимальности Вальда
- для критерия оптимальности Сэвиджа.

Приложить к отчету скриншоты всех этапов со словесными разъяснениями.

**Задание 4.** Придумать (т.е. составить матрицу игры) и смоделировать игру 2х3 (2 игрока по 3 стратегии). Найти графическим способом оптимальную смешанную стратегию для игроков. Приложить к отчету скриншоты всех этапов со словесными разъяснениями.

**Задача 5.** В телефонной службе по работе с населением крупного города работает 6 специалистов (рабочий день каждого длится 7 часов); в среднем в течение рабочего дня в службу поступает 200 звонков. На обработку телефонной заявки у специалиста уходит в среднем 12 минут. Надо оценить степень загруженности работой специалистов и прояснить вопрос, требуется ли увеличить или уменьшить число специалистов в службе с учетом их загруженности. В частности, надо выяснить, хватит ли 4 сотрудников, чтобы длина очереди из звонящих не превышала в среднем 1-2 человека.

**Практическое занятие 15. Имитационное моделирование. Представление о нейросетях как инструменте моделирования и решения социально-экономических задач. Модели конкретных природных и социально-экономических процессов. Использование аппарата дифференциального исчисления в динамических моделях.**

1. Ознакомление с имитационными моделями на конкретных примерах.
2. Представление о динамическом моделировании.
3. Эволюционные модели. Генетические алгоритмы и область их использования.
4. Нейросетевые методы моделирования и области их применения.



5. Примеры построения нейросети.
6. Инструменты создания нейросети, методика построения и обучения нейросети.
7. Модели конкретных природных и социально-экономических процессов. Использование аппарата дифференциального исчисления в динамических моделях.
8. Инструменты создания нейросети, методика построения и обучения нейросети.

**Задача.** Построить модель загрязнения Земли до 2020 года по следующим выражениям: с учетом начальных условий:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP}{dt} = P(B - D * Z / 10^{11}) \\ \frac{dZ}{dt} = PZ_k - \frac{Z}{T_Z} \end{array} \right.$$

$t_0 = 1900,$	(время начала моделирования)
$P_0 = 1,65 \cdot 10^9,$	(численность населения)
$Z_0 = 0,2 \cdot 10^9,$	(уровень загрязнения)
$B=0,15,$	(темпы рождаемости)
$D=0,13,$	(темпы смертности)
$Z_k=0,1$	(скорость генерации отходов)
$T_Z=5$	(время разложения отходов).

### **Практическое занятие 16. Итоговое практическое занятие**

1. Итоговое on-line-тестирование.
2. Защиты контрольной самостоятельной работы

**Критерии и методика оценивания (в баллах):**

#### **Модуль 1.**

За результат работы на одном практическом занятии студент может набрать:

- 1 балл – если решение частично неправильное, либо решены правильно от 20% до 50% заданий.
- 2 балла – если решение имеет мелкие недочеты, либо решены правильно не более 75% заданий
- 3 балла – если решены правильно не более 90% заданий в течение 1 практического занятия.
- 0 баллов – в остальных случаях.

#### **Модуль 1.**

За результат работы на одном практическом занятии студент может набрать:

- 1 балл – если решение частично неправильное, либо решены правильно от 20% до 60% заданий.
- 2 балла – если решены правильно более 60% заданий в течение 1 практического занятия.
- 0 баллов – в остальных случаях.

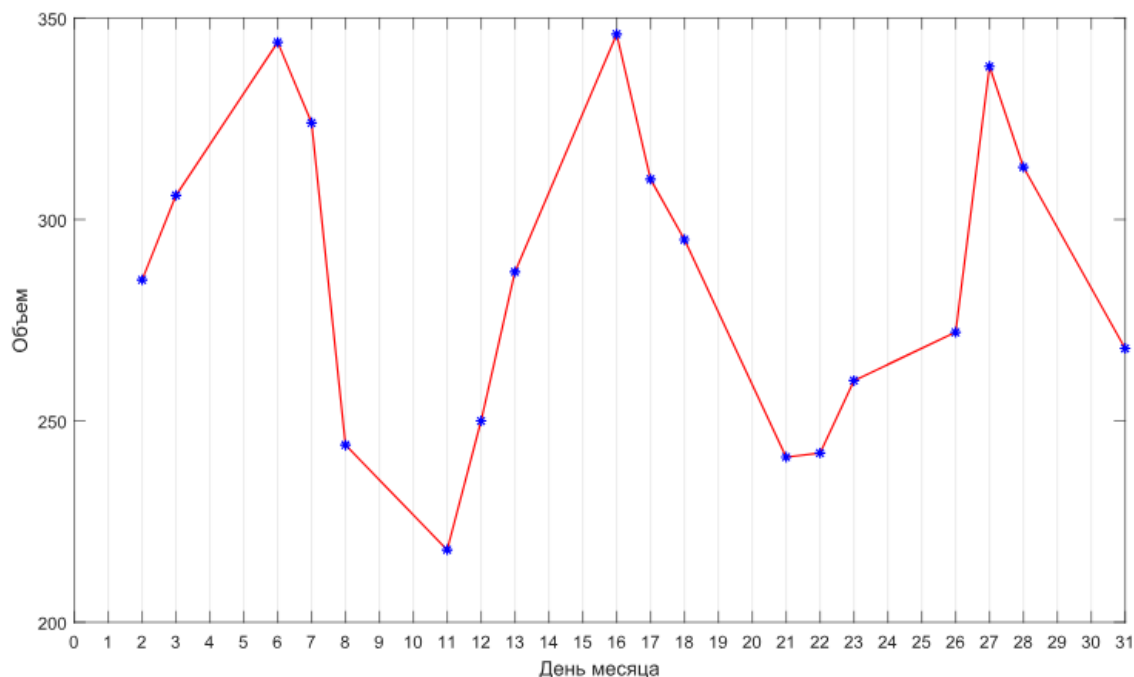
Для ЗФО результаты выполнения практики в баллах не оцениваются.

#### **Типовые тестовые задания**

При изучении дисциплины используются 2 теста (1 тест в Модуле 1, итоговый тест – в Модуле 2); тестовые задания – открытого и закрытого типа. Каждое тестовое задание включает вопрос и несколько вариантов ответов к нему либо предполагает вписывание правильного словосочетания, термина, даты и т.п. в текст тестового вопроса. Тестирование выполняется в письменной форме или в виде on-line-тестирования (в системе Moodle, <http://moodle.bashedu.ru/>) во время практических занятий по результату изучения теоретического материала.

Тест для модуля 1. Представление о методах матмоделирования и инструментах моделирования.  
Балансовые модели. Эконометрическое моделирование: регрессионные и адаптивные модели

1. К какому типу в каждой из 2-х классификаций (А) и (Б) относится нижеприведенный временной ряд?



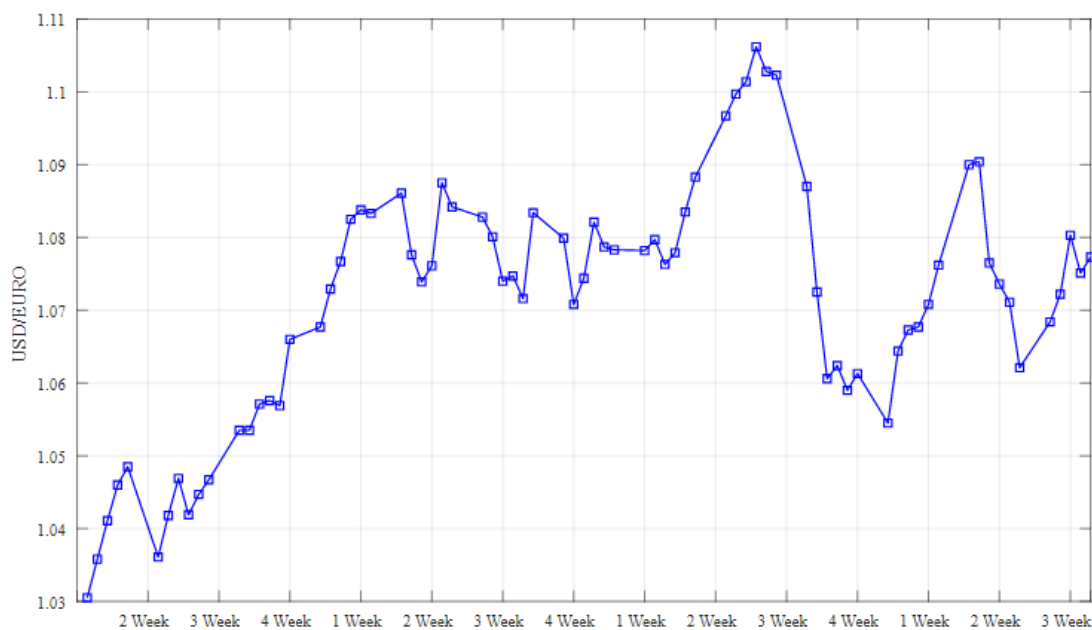
А) Вид временного ряда по виду отсчетов:

- а. Ряд абсолютных величин
- б. Ряд относительных величин
- в. Ряд средних величин

Б) Вид временного ряда по типу временной сетки:

- а. Неравноотстоящий ряд
- б. Равноотстоящий ряд

2. К какому типу в каждой из 2-х классификаций (А) и (Б) относится нижеприведенный временной ряд?



А) Вид временного ряда по виду отсчетов:

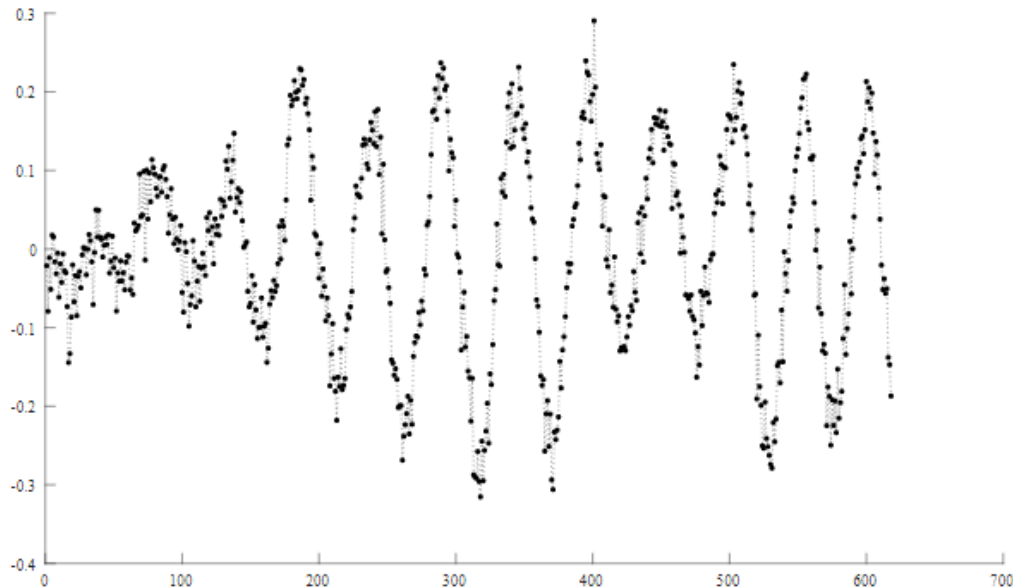
- а. Ряд абсолютных величин
- б. Ряд относительных величин

в. Ряд средних величин

**б) Вид временного ряда по типу временной сетки:**

- а. неравноотстоящий ряд
- б. равноотстоящий ряд

**3. По представленному изображению выберите тип временного ряда в соответствии с классификацией**



**А) Вид временного ряда по виду отсчетов:**

- а. Ряд абсолютных величин
- б. Ряд относительных величин
- в. Ряд средних величин

**Б) Вид временного ряда по типу временной сетки:**

- а. неравноотстоящий ряд
- б. равноотстоящий ряд

**4. Временной ряд – это значения признака, измеренные через**

- а. постоянные временные интервалы
- б. произвольные временные интервалы

**5. Что такое предсказательный интервал?**

- а. случайный интервал для фиксированного неслучайного параметра
- б. интервал, в котором предсказываемая величина окажется с вероятностью не меньше заданной (скорее всего, реализуется случайная величина)

**и т.д.**

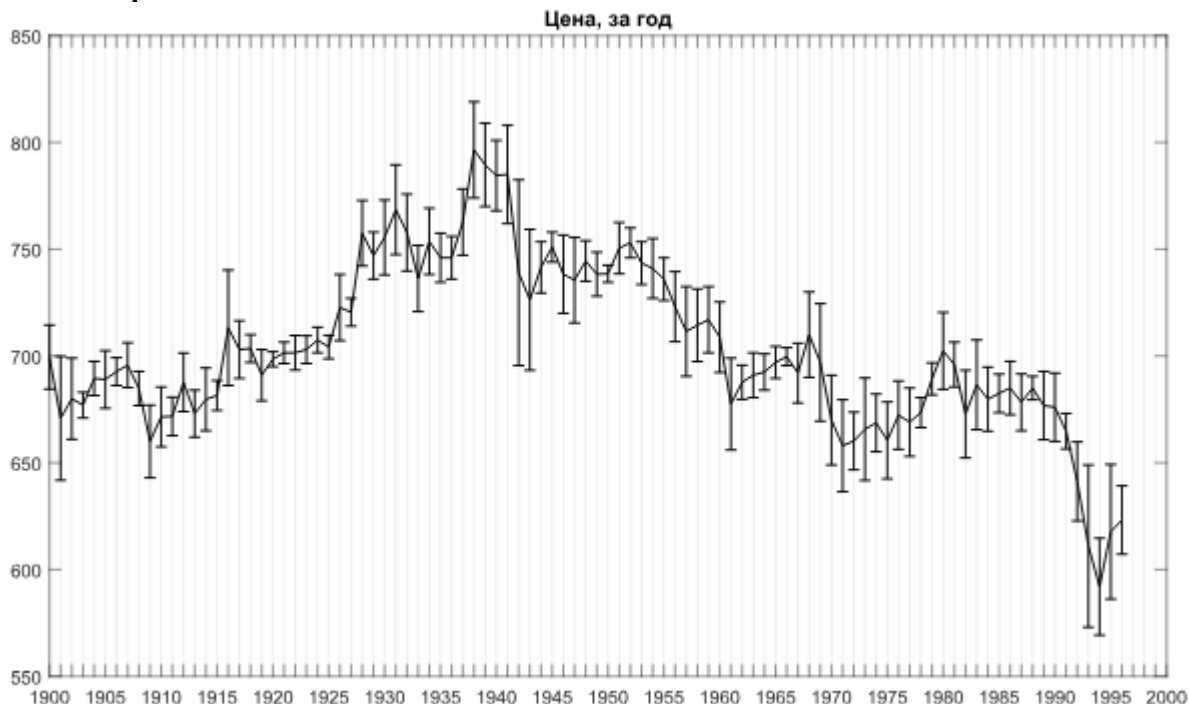
**Критерий оценивания Теста № 1:** 25 вопросов – до 7,5 баллов (1 правильно сделанный вопрос теста = 0,3 балла)

## **Тест модуля 2. Оптимизационное моделирование. Имитационное моделирование**

**1. При рассмотрении математической модели производственной задачи (задачи о планировании производства) через переменные обозначают**

- А) количество продукции (план производства);
- Б) прибыль от реализации единицы продукции;
- В) запасы сырья;
- Г) расход сырья при производстве единицы продукции.

2. По представленному изображению выберите тип временного ряда в соответствии с классификацией ВР:



А) Вид временного ряда по виду отсчетов:

- а. Ряд абсолютных величин
- б. Ряд относительных величин
- в. Ряд средних величин

Б) Вид временного ряда по типу временной сетки:

- а. неравноотстоящий ряд
- б. равноотстоящий ряд

3. При оценке качества модели

- а. нужно выбрать одну целевую метрику
- б. нужно использовать много метрик

4. При рассмотрении математической модели производственной задачи (задачи опланировании производства) постоянные (коэффициенты целевой функции) - это

- а. количество продукции (план производства);
- б. прибыль от реализации единицы продукции;
- в. запасы сырья;
- г. расход сырья при производстве единицы продукции.

5. При построении модели оптимизационной производственной задачи (ЗЛП) опланировании производства постоянные коэффициенты целевой функции ( $C_i$ ) - это:

- а. количество продукции (план производства);
- б. прибыль от реализации единицы продукции;
- в. запасы сырья;
- г. расход сырья при производстве единицы продукции.

и т.д.

Критерий оценивания теста № 2: 25 вопросов – до 7,5 баллов (1 правильно сделанный вопрос теста = 0,3 балла).

Для ЗФО тест считается пройденным (зачтенным), если количество правильных ответов – 50% и более.

Подробнее тесты приведены в ФОС.

### Примерные темы самостоятельной контрольной работы (КСР) Контрольная самостоятельная работа

**Задача 1.** Дана таблица затраты-выпуск в виде трехотраслевой системы в млн. евро.

Products	Industries			Final uses			Total
	Agriculture	Industry	Service activities	Final consumption	Gross capital formation	Exports	
Agricultural products	34	59	143	81	21	32	370
Industrial products	106	119	77	123	103	62	590
Services	70	112	75	291	61	31	640

Найти:

- а. Коэффициенты прямых затрат
- б. Коэффициенты полных затрат
- в. Условно чистую продукцию

**Задача 2.** В службу одного окна приходят посетители в среднем по 1 человеку за каждые 5 минут. Средняя продолжительность общения посетителя с работником составляет  $t_{об} = 22$  минуты. Построить модель работы службы одного окна и определить оптимальное количество инспекторов по приему населения. При определении оптимального количества инспекторов по приему населения руководствоваться двумя показателями:

- а. вероятность отказа
- б. общие затраты (вычисляются как сумма заработной платы (30000 руб/мес.) и социального страхования (30% от заработной платы) работающих инспекторов).

**Задача 3.** Дана таблица оснащения домов объектами благоустройства. Рассчитать интегральную оценку благоустройства ЖКХ районов разными методами:

	водопрово дом	водоотведе нием (канализац ией)	отопление м	газом (сетевым, сжиженны м)	горячим водоснабж ением	напольным и электропл итами
Белгородс- кая область	71,2	68,3	93,4	84,9	62,2	12
Брянская область	65,3	60,2	77,2	90,5	53,1	1,5
Владимирс- кая область	79,4	74,6	83,4	91,7	58,4	1,9
Воронежс- кая область	68,8	67,2	75,7	89	61,2	3,6

**Задача 4.** Многопродуктовая задача о смесях. Компания упаковывает и продает 4 вида смесей орешков в упаковку по 100-кг. Требования к составу смесей и удельная прибыль в расчете на одну упаковку приведены в таблице.

Вид смеси	Состав	Удельная прибыль, руб.
Смесь 1	Только цемент	1500

Смесь 2	Не более 50 % цемент, не менее 10 % красителя, не менее 40 % песка	1400
Смесь 3	Краситель (70%) с закрепителем (30%)	3000
Смесь 4	Не менее 30 % красителя, не менее 20 % песка, не менее 30 % закрепителя	1600

Компания имеет в распоряжении 350 т цемента, 150 т красителя, 190 т песка и 70 т закрепителя. Определите, какие смеси и в каком количестве следует производить компании, чтобы максимизировать валовую прибыль.

**Задача 5.** Соберите в интернете, например, на сайте Росстата, сведения об изменении уровня доходов населения или продолжительности жизни населения определенного региона за значительный временной период (число данных в выборке должны быть не менее 15). Постройте модель этого временного ряда (какую именно – решите после предварительного анализа данных, например, с учетом стационарности или нестационарности ряда). По модели сделайте прогноз на 1-2 временных шага вперед и оцените погрешность прогноза. Сделайте график для наглядной демонстрации соотношения исходных и модельных данных, в т.ч. прогнозных.

### Критерии и методика оценивания самостоятельной контрольной работы:

Каждое из пяти задач контрольной работы оценивается в 3 балла максимально.

- **15 баллов** за выполнение контрольной работы студент получает, если работа выполнена в полном объеме, изложена грамотным языком в правильной логической последовательности с точным использованием специализированной терминологии; если при этом показано уверенное владение прикладными программами.
- **10-14 баллов** студент получает за самостоятельную контрольную работу, если она выполнена в полном объеме, но имеет один из недостатков:
  - в работе допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа;
  - нет определенной логической последовательности, неточно используется специализированная терминология;
- **7-9 баллов** студент получает, если работа выполнена неполно, не показано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, при знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков (пропорционально количеству недочетов, ошибок, пробелов в знаниях). Решения части заданий неверны или неполны.
- **0-6 баллов** – в случае если большая часть задач не сделана правильно.

Оценочные баллы выставляются по результату защиты КСР на предпоследнем практическом занятии.

### Критерии и методика оценивания самостоятельной контрольной работы ЗФО:

- **оценку «отлично»** за выполнение контрольной работы студент получает, если работа выполнена в полном объеме, изложена грамотным языком в правильной логической последовательности с точным использованием специализированной терминологии; если при этом показано уверенное владение прикладными программами.
- **«хорошо»** студент получает за самостоятельную контрольную работу, если она выполнена в полном объеме, но имеет один из недостатков:
  - в работе допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа;
  - нет определенной логической последовательности, неточно используется специализированная терминология;
- **«удовлетворительно»** студент получает, если работа выполнена неполно, не показано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, при знании теоретического материала выявлена недостаточная

сформированность основных умений и навыков (пропорционально количеству недочетов, ошибок, пробелов в знаниях). Решения части заданий неверны или неполны.  
- «неудовлетворительно» –если большая часть задач сделана неправильно.

### **2.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении Б.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная учебная литература:

1. Алексеев, О. А. Основы системного исследования и моделирования [Электронный ресурс]: курс лекций / О. А. Алексеев; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Alekseev\\_coct\\_osnov\\_sistem.isl.i.modul\\_1\\_kurs\\_lekciy\\_2012.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Alekseev_coct_osnov_sistem.isl.i.modul_1_kurs_lekciy_2012.pdf)>.
2. Алпатов, Ю.Н. Математическое моделирование производственных процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Н. Алпатов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107271>.
3. Коледина, К. Ф. Математические методы в социальных науках [Электронный ресурс]: учеб. пособие / К. Ф. Коледина, И. М. Губайдуллин; БашГУ. — Уфа: РИО БашГУ, 2012. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/KoledinaMatemMetV\\_SocialNauk.UchPos.2012.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/KoledinaMatemMetV_SocialNauk.UchPos.2012.pdf)>.
4. Линд, Ю. Б. Математические методы и модели в экономике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. Б. Линд; БашГУ. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2011 — 57 с. — Электрон. версия печ. публикации. — Электрон. версия печ. публикации Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/LindMathMetodiModeliEkonom.pdf>>
5. Саяпова, А.Р. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Sajapova\\_Fajdrahmanova\\_Ekonomiko-matematicheskie\\_metody\\_i\\_modeli\\_up\\_2\\_izd\\_2016.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Sajapova_Fajdrahmanova_Ekonomiko-matematicheskie_metody_i_modeli_up_2_izd_2016.pdf)>.

#### Б) дополнительная литература

6. Бiryukov, А. Н. Модификации балансовых моделей в анализе экономических показателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие для магистрантов, обучающихся по направлению "38.04.01-Экономика" / А. Н. Бiryukov, О. И. Глушенко, Т. В. Григорьева; МОиН РФ; СФ БашГУ; Под ред. К. Н. Юсупова и др. — Стерлитамак: Изд-во СФ БашГУ, 2017 — 143 с. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Biryukov\\_Glushenko\\_Grigorieva\\_Modifikatsiya\\_balansovykh\\_up\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Biryukov_Glushenko_Grigorieva_Modifikatsiya_balansovykh_up_2017.pdf)>
7. Нейросетевое математическое моделирование в задачах ранжирования и кластеризации в бюджетно-налоговой системе регионального и муниципального уровней [Электронный ресурс]: монография / С. А. Горбатков [и др.]; БашГУ. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2011. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/PolupanovNeyrosetMatematModelirovanie.pdf>>.
8. Полупанов, Д. В. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д. В. Полупанов. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Polupanov\\_Chislennye\\_metody\\_up\\_2012.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Polupanov_Chislennye_metody_up_2012.pdf)>.
9. Кайль, Я.Я. Количественные методы определения систем публичного управления социально-



экономическими процессами на уровне города [Электронный ресурс] / Я.Я. Кайль, В.В. Великанов, Р.М. Ламзин. // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. — Электрон.дан. — 2016. — № 3. — С. 31-44. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/299628>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- Словари и энциклопедии On-Line- <http://www.dic.academic.ru>
- Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронная библиотечная система БашГУ – [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
- Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
- Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
- Справочная правовая система Гарант - <http://www.garant.ru;>
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - <http://www.consultant-plus.ru>

### Программы:

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian.Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle).

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 403 (гуманитарный корпус), аудитория № 405 (гуманитарный корпус), аудитория № 419 (гуманитарный корпус),</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> № 609 (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий ауд.№ 420 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций,</b> аудитория № 610 (гуманитарный корпус),</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, доска, вокальные радиомикрофоны AKGWMS 40 – 2шт., Интер-ая система со встроенным короткофокусным проектором PrometheanActivBoard 387 RPO-MOUNTEST -1 шт., Ком-ер встраиваемый в кафедру INTELCorei3-4150/DDR3 4 Gb/HDD, Экран настенный DraperLumaAV(1:1) 96/96”244*244MV (XT1000E) -1 шт., Настольный интерактивный дисплей , ActivPanel 21S – 1 шт. , Матричный коммутатор сигналов интерфейса HDMICMPRO 4H4H – 1 шт. , Мультимедиа-проектор PanasonicPT-EW640E - 1 шт., Двухполосный настенный громкоговоритель 20Вт/100В цвет белый(MASK4T-W)(белый) -6 шт., Петличный радиомикрофон AKGWMS45 – 1 шт. , Терминал видео конференц-связи LifeSizeIcon 600 Camera 10xPhone 2<sup>nd</sup>Generation – 1 шт., Экран настенный DraperLumaAV(1:1) 96/96”244*244MV (XT1000E) -1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 403</b> Учебная мебель, Мультимедийный-проектор PanasonicPT-LB78VE – 1 шт., Экран настенный ClassicNorma 244*183 – 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 419</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle).</p>

<p>аудитория № 509 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 610 (гуманитарный корпус), аудитория №609 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>5.помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 345 (главный корпус), аудитория № 613 (гуманитарный корпус), читальный зал ауд. № 402 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>б. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</b> аудитория № 523 (гуманитарный корпус)</p>	<p>Учебная мебель, доска, Проектор OptomaEx542 i – 1 шт., Экран настенный Dinon- 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 509</b> Учебная мебель, доска, мобильное мультимедийное оборудование</p> <p><b>Аудитория № 609</b> Учебная мебель, доска, мобильное мультимедийное оборудование.</p> <p><b>Аудитория № 420</b> Учебная мебель, компьютеры -15 штук.</p> <p><b>Аудитория № 610</b> Учебная мебель, доска, учебно-наглядные пособия, LED Телевизор TCLL55P6 USBLACK – 1 шт., кронштейн для телевизора NBP 5 – 1 шт., Кабель HDMI (m)-HDH(m)ver14,10м</p> <p><b>Аудитория № 345</b> Учебная мебель, доска, компьютеры – 11 штук, экран, проектор NECV 230 X – 1 шт, ноутбук HP- 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 613</b> Учебная мебель, доска, моноблок стационарный – 15 шт.</p> <p><b>Аудитория № 402</b> Учебная мебель, компьютеры в ком-те Монитор Samsung, сист.блокASUS– 5штук, стеллажи, шкаф стеллаж, шкаф карточный, шкаф, шкаф комбинированный.</p> <p><b>Аудитория № 523</b> Шкаф-стеллаж – 4 шт., стол-1 шт., стул – 2 шт.</p>	
---	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ИНСТИТУТ ИСТОРИИ И ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Содержание рабочей программы**  
 дисциплины «Основы математического моделирования социально-экономических процессов»  
 на 4 семестр ОФО

Вид работы	Объем дисциплины
	ОФО
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 ЗЕТ / 144 часа
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65,2
лекций	32
практических/ семинарских	32
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	43,8

Форма контроля:  
 Экзамен в 4 семестре

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительн ая литература, рекомендуем ая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиум ы, контрольные работы, компьютерны е тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Представление о методах мат.моделирования и инструментах моделирования. Балансовые модели. Эконометрическое моделирование: регрессионные и адаптивные модели</b>								
1	<b>Тема 1. Основные понятия и технология построения математических моделей социально-экономических процессов.</b> <b>Содержание:</b> Понятие и виды моделей. Место моделирования в управленческой деятельности. Особенности социально-экономического моделирования. Специфика математического моделирования. Виды мат. моделей и области их применения. Дисциплины математического моделирования (оптимизация, теория игр, теория управления, теория графов и др.). Экономико-математические методы моделирования. Этапы экономико-математического моделирования.	2	-		2	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов по теме лекции	ПЗ, Т, КСР
2	<b>Тема 2. Имитационное моделирование – общее представление.</b> <b>Содержание:</b> Имитационное моделирование и области его применения. Основные этапы процесса имитационного моделирования. Порядок разработки управленческих имитационных игр. Имитационные игры как разновидность имитационного моделирования. Примеры имитационных моделей.	2	-		2	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР

3	<p><b>Тема 3. Балансовые модели (модели Леонтьева)</b>  <b>Содержание:</b> Понятие баланса. Балансовая модель и ее область применения. Статическая и динамическая модели МОБ: Модель «затраты-выпуск» (модель Леонтьева). Решение конкретных экономических задач на основе модели межотраслевого баланса. Примеры и задачи применения статической балансовой модели. Представление о динамической модели МОБ.</p>	2	2		2	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
4	<p><b>Тема 4. Модели на основе теории графов.</b>  <b>Содержание:</b> Понятийный и теоретический аппарат теории графов. Деревья и их применение в решении некоторых прикладных управленческих задач. Модели на основе деревьев для решения управленческих задач. Методы (модели) принятия решений, учитывающие вероятностную природу будущих событий.</p>	4	2		4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту.	ПЗ, Т, КСР
5	<p><b>Тема 5. Эконометрические и статистические модели. Статические эконометрические регрессионные модели.</b>  <b>Содержание:</b> Специфика статистических и эконометрических методов моделирования. Типы эконометрических моделей. Основные этапы эконометрического моделирования Программные инструменты математического моделирования. Регрессионные модели, методы оценивания параметров регрессионных моделей (МНК, ММП, метод моментов). Требования спецификации МНК. Линейная регрессионная модель (парная и множественная регрессия, простой и обобщенный МНК, оценка качества модели линейной модели). Нелинейные модели регрессии. Отбор факторов для построения эконометрической модели множественной регрессии (априорный, апостериорный подходы). Проверка условий применимости классического метода МНК для построения модели множественной регрессии. Системы регрессионных уравнений (структурные модели).</p>	4	6		4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
6	<p><b>Тема 6. Динамическое моделирование. Модели временных рядов. Адаптивные модели.</b>  <b>Содержание:</b> Динамическое моделирование – предварительные сведения. Модели для стационарных и нестационарных временных</p>	6	6		6	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов,	ПЗ, Т, КСР

	рядов. Учет тренда и сезонных компонент. Модели адаптации. Авторегрессионные модели и модели скользящего среденго (AR, MA, ARMA, ARIMA). Модель адаптивных ожиданий; модель частичной корректировки - общие представления. Некоторые прикладные проблемы построения авторегрессионных моделей.						подготовка к тесту.	
<b>Модуль 2. Оптимизационное моделирование. Имитационное моделирование</b>								
7	<b>Тема 7. Оптимизационные модели. Линейные и нелинейные оптимизационные задачи и основные методы и подходы к решению оптимизационных задач.</b> <b>Содержание:</b> Оптимизационные задачи и способы их математического решения. Методы линейного программирования для решения оптимизационных задач. Условия применения методов оптимального программирования. Допустимое множество (ограничения задачи) и целевая функция. Свойства моделей ЛП социально-экономических систем. Задачи ЛП в двумерном (n-мерном) пространстве допустимых решений. Графический метод решения 2-факторных задач ЛП; симплекс-метод решения многофакторных задач. Примеры проблем, решаемых методами линейного программирования и оптимального управления (транспортные модели, задача о назначениях, модели производства с запасами).	4	4		4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
8	<b>Тема 8. Стохастические модели. Моделирование с использованием теории игр.</b> <b>Содержание:</b> Представление о теории игр и ее понятийный аппарат. Области применения моделей на основе игр. Конечные и бесконечные матричные игры. Оптимальная стратегия. Критерии оптимальности в играх. Минимаксная и максиминная стратегии. Решение матричных игр в смешанных стратегиях. Решение игровых задач.	4	4		4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
9	<b>Тема 9. Модели сетевого планирования.</b> Модели сетевого планирования и область их применения с примерами решения задач.	2	4		3	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной	ПЗ, Т, КСР

							самостоятельной работы.	
10	<b>Тема 9. Примеры конкретных моделей, описывающих динамику социальных систем. Модели на основе нейронных сетей.</b> <b>Содержание:</b> Модели социально-демографических явлений. Модель социальной мобилизации. Модель гонки вооружений. Модель «хищник-жертва». Модель спроса/потребления и др. Использование нейросетей для моделирования процессов. Эволюционные модели, генетические алгоритмы – общее представление, примеры использования.	2	4		4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, тестирование, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
	Всего:	32	32	-	35			

ПЗ –практическое задание (или семинар), Т – тест, КСР – выполнение контрольной самостоятельной работы (темы см. выше)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ И ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Содержание рабочей программы**  
дисциплины «Основы математического моделирования социально-экономических процессов»  
на 5 семестр ЗФО

Вид работы	Объем дисциплины
	ЗФО
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 ЗЕТ / 144 часа
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	23,7
лекций	10
практических/ семинарских	12
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	112,5
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	7,8

Форма контроля:

Экзамен, контрольная работа в 5 семестре



### Заочная форма обучения

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Представление о методах мат. моделирования и инструментах моделирования. Балансовые модели. Эконометрическое моделирование: регрессионные и адаптивные модели</b>								
1	<b>Тема 1. Основные понятия и технология построения математических моделей социально-экономических процессов.</b> <b>Содержание:</b> Понятие и виды моделей. Место моделирования в управленческой деятельности. Особенности социально-экономического моделирования. Специфика математического моделирования. Виды мат. моделей и области их применения. Дисциплины математического моделирования (оптимизация, теория игр, теория управления, теория графов и др.). Экономико-математические методы моделирования. Этапы экономико-математического моделирования.	1			4	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов по теме лекции	ПЗ, Т, КСР
2	<b>Тема 2. Имитационное моделирование – общее представление.</b> <b>Содержание:</b> Имитационное моделирование и области его применения. Основные этапы процесса имитационного моделирования. Порядок разработки управленческих имитационных игр. Имитационные игры как разновидность имитационного моделирования. Примеры имитационных моделей.	1			12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР

3	<p><b>Тема 3. Балансовые модели (модели Леонтьева)</b>  <b>Содержание:</b> Понятие баланса. Балансовая модель и ее область применения. Статическая и динамическая модели МОБ: Модель «затраты-выпуск» (модель Леонтьева). Решение конкретных экономических задач на основе модели межотраслевого баланса. Примеры и задачи применения статической балансовой модели. Представление о динамической модели МОБ.</p>				12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
4	<p><b>Тема 4. Модели на основе теории графов.</b>  <b>Содержание:</b> Понятийный и теоретический аппарат теории графов. Деревья и их применение в решении некоторых прикладных управленческих задач. Модели на основе деревьев для решения управленческих задач. Методы (модели) принятия решений, учитывающие вероятностную природу будущих событий.</p>	1	1		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту.	ПЗ, Т, КСР
5	<p><b>Тема 5. Эконометрические и статистические модели. Статические эконометрические регрессионные модели.</b>  <b>Содержание:</b> Специфика статистических и эконометрических методов моделирования. Типы эконометрических моделей. Основные этапы эконометрического моделирования Программные инструменты математического моделирования. Регрессионные модели, методы оценивания параметров регрессионных моделей (МНК, ММП, метод моментов). Требования спецификации МНК. Линейная регрессионная модель (парная и множественная регрессия, простой и обобщенный МНК, оценка качества модели линейной модели). Нелинейные модели регрессии. Отбор факторов для построения эконометрической модели множественной регрессии (априорный, апостериорный подходы). Проверка условий применимости классического метода МНК для построения модели множественной регрессии. Системы регрессионных уравнений (структурные модели).</p>	2	3		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
6	<p><b>Тема 6. Динамическое моделирование. Модели временных рядов. Адаптивные модели.</b>  <b>Содержание:</b> Динамическое моделирование – предварительные сведения. Модели для стационарных и нестационарных временных</p>	2	4		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов,	ПЗ, Т, КСР

	рядов. Учет тренда и сезонных компонент. Модели адаптации. Авторегрессионные модели и модели скользящего среденго (AR, MA, ARMA, ARIMA). Модель адаптивных ожиданий; модель частичной корректировки - общие представления. Некоторые прикладные проблемы построения авторегрессионных моделей.						подготовка к тесту.	
<b>Модуль 2. Оптимизационное моделирование. Имитационное моделирование</b>								
7	<b>Тема 7. Оптимизационные модели. Линейные и нелинейные оптимизационные задачи и основные методы и подходы к решению оптимизационных задач.</b> <b>Содержание:</b> Оптимизационные задачи и способы их математического решения. Методы линейного программирования для решения оптимизационных задач. Условия применения методов оптимального программирования. Допустимое множество (ограничения задачи) и целевая функция. Свойства моделей ЛП социально-экономических систем. Задачи ЛП в двумерном (n-мерном) пространстве допустимых решений. Графический метод решения 2-факторных задач ЛП; симплекс-метод решения многофакторных задач. Примеры проблем, решаемых методами линейного программирования и оптимального управления (транспортные модели, задача о назначениях, модели производства с запасами).	2	2		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
8	<b>Тема 8. Стохастические модели. Моделирование с использованием теории игр.</b> <b>Содержание:</b> Представление о теории игр и ее понятийный аппарат. Области применения моделей на основе игр. Конечные и бесконечные матричные игры. Оптимальная стратегия. Критерии оптимальности в играх. Минимаксная и максиминная стратегии. Решение матричных игр в смешанных стратегиях. Решение игровых задач.	1	1		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
9	<b>Тема 9. Модели сетевого планирования.</b> Модели сетевого планирования и область их применения с примерами решения задач.		1		12	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, подготовка к тесту, выполнение контрольной	ПЗ, Т, КСР

							самостоятельной работы.	
10	<p><b>Тема 10. Примеры конкретных моделей, описывающих динамику социальных систем. Модели на основе нейронных сетей.</b></p> <p><b>Содержание:</b> Модели социально-демографических явлений. Модель социальной мобилизации. Модель гонки вооружений. Модель «хищник-жертва». Модель спроса/потребления и др. Использование нейросетей для моделирования процессов. Эволюционные модели, генетические алгоритмы – общее представление, примеры использования.</p>				12,5	1-9	Самостоятельное изучение источников и материалов, тестирование, выполнение контрольной самостоятельной работы.	ПЗ, Т, КСР
	Всего:	10	12	-	112,5			

ПЗ –практическое задание (или семинар), Т – тест, КСР – выполнение контрольной самостоятельной работы (темы см. выше)

Приложение Б  
Рейтинг – план дисциплины

Основы математического моделирования социально-экономических процессов  
Направление 38.03.04 Государственное и муниципальное управление  
Курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>24</b>
1. Аудиторная работа				
- Практические задания	3	8	0	24
<b>Рубежный контроль</b>				<b>7,5</b>
Тест 1	0,3	25	0	7,5
<b>Всего</b>				<b>31,5</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>16</b>
1. Аудиторная работа				
- Практические задания	2	8	0	16
<b>Рубежный контроль</b>				<b>22,5</b>
- Итоговый тест	0,3	25	0	7,5
Контрольная самостоят. работа	15	1	0	15
<b>Всего</b>				<b>38,5</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация научной статьи	5	1	0	5
2. Участие в научно-практической конференции по профилю	5	1	0	5
<b>Всего</b>				<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий	-	-	0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	30	1	0	<b>30</b>