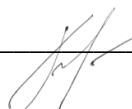



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «12» января 2022 г. № 6
Зав. кафедрой

 Р.Х.Бахитова

Согласовано:
Председатель УМК института

 /Л.Р. Абзалилова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Имитационное моделирование

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

38.03.05 Бизнес-информатика

Профиль «Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса»

Квалификация
Бакалавр

Разработчики (составители):
доцент, к.ф.-м.н.



Абзалилова Л.Р.

Для приема 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Абзалилова Л.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникаций протокол от «12» января 2022 г. № 6.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	4
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	11
4.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	11
4.2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	13
4.3. Рейтинг-план дисциплины.....	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
5.1.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	23
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	23
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25

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

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<i>отсутствует</i>	<i>ПК-2. Способен применять соответствующих математический аппарат и инструментальные средства для обоснованных экономических и финансовых решений</i>	<i>ПК 2.1 Применяет соответствующий математический аппарат для выбора, анализа и оценки эффективности экономических и финансовых решений</i>	<i>Знать: типовые математические схемы описания систем и обобщенные алгоритмы имитационного моделирования; принципы построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования Уметь: проводить компьютерный эксперимент с целью оценки имитационной модели, практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами Владеть: основными методами имитационного моделирования и их практической реализации; навыками разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Имитационное моделирование процессов и систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах для очной формы обучения.

Целью изучения дисциплины «Имитационное моделирование процессов и систем» является ознакомление студентов с основными методами решения задач на основе имитационного моделирования, получение навыков создания моделей систем различного назначения, изучение методов планирования экспериментов, применение полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями систем различной сложности.

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Имитационное моделирование процессов и систем»
на 7 семестр
очной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,2
лекций	16
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)	58,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:
Экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические / 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/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1. Методология имитационного моделирования								
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования. Введение в имитационное моделирование. Имитационные модели, область применения и основные определения. Структура процесса имитационного моделирования.	2	4		10	О: 1, 2, 3, 4 Д: 5	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 1	Проверка ответов на вопросы и выполнения заданий, контрольная работа
2	Математический аппарат имитационного моделирования. Применение теории вероятностей и математической статистики к имитационному моделированию. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Статистические проблемы имитационного моделирования. Системность имитационного моделирования. Условие системности имитационного моделирования. Модели общих систем. Возможности интеграции имитирующих моделей с помощью моделей общих систем.	2	6		10	О: 1, 2, 3, 4 Д: 5	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 1	Проверка ответов на вопросы и выполнения заданий, контрольная работа
3	Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. Имитационные модели систем. Дискретные Имитационные модели. Непрерывные имитационные модели. Методологии имитационного моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей. Аналитический метод, метод статистического моделирования (Монте-Карло), комбинированный подход.	4	6		12	О: 1, 2, 3, 4 Д: 5	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 1	Проверка ответов на вопросы и выполнения заданий, контрольная работа

	Модуль 2. Компьютерные среды имитационного моделирования							
6	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерные среды моделирования. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области.	4	8		12	О: 1, 2, 3, 4 Д: 5	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 2	Проверка ответов на вопросы и выполнения заданий, контрольная работа
7	Компьютерное имитационное моделирование различных систем. Моделирование прогнозирования объёма продаж. Алгоритм построения прогноза объёма реализации для продукции с сезонным характером продаж. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов и цен. Общее и особенное в методиках формирования тарифов и цен на услуги субъектов разных отраслей естественных монополий. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению.	4	8		14,8	О: 1, 2, 3, 4 Д: 5	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 2	Проверка ответов на вопросы и выполнения заданий, контрольная работа
	Всего часов:	16	32	0	58,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Имитационное моделирование процессов и систем»
на 8 семестр
очной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,2
лекций	16
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)	58,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:
Экзамен 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические / 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/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 3. Дискретно-событийное моделирование систем								
1	Марковские случайные процессы. Элементы теории марковских случайных процессов, используемые при моделировании систем. Марковские цепи. Непрерывные цепи Маркова. Финальные вероятности состояний. Математическое представление потока событий. Компоненты и классификация моделей систем массового обслуживания (СМО). Расчёт основных характеристик СМО на основе использования их аналитических моделей.	4	8		14	О: 1, 2, 4 Д: 5, 6	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 3-4	Лабораторная работа, вопросы, тест
2	Моделирование систем массового обслуживания аналитическими методами теории массового обслуживания. Основные объекты среды Anylogic. Основные блоки языка Anylogic. Поступление транзактов в модель. Уничтожение транзактов. Моделирование работы одноканальных устройств. Моделирование очередей. Моделирование многоканальных устройств. Изменение маршрута движения транзактов. Разработка модели и процесс моделирования в GPSS. Примеры создания модели: Имитационное моделирование деятельности банка. Имитационное моделирование	4	8		14	О: 1, 2, 4 Д: 5, 6	Вопросы для самостоятельной работы к модулю 3-4	Лабораторная работа, вопросы, тест

	динамических систем. Управление процессом моделирования							
	Модуль 4. Системная динамика							
6	Системный анализ и этапы имитационного моделирования сложных систем. Построение моделей системной динамики. Моделирование причинно-следственных связей. Паутинообразная равновесная модель системной динамики. Верификация и оценка устойчивости моделей системной динамики	4	8		15	О: 1, 2, 4 Д: 5, 6	Вопросы и задания для самостоятельной работы к модулю 3-4	Лабораторная работа, вопросы, тест
7	Проектирование и разработка имитационных моделей сложных объектов. Основные стадии и этапы. Формулировка проблемы. Определение границ. Формулировка и разработка модели. Подготовка данных. Трансляция модели. Верификация и валидация. Постановка эксперимента. Анализ результатов моделирования. Примеры создания модели: Моделирование задачи системной динамики «Ассимиляция этносов». Модель распространения продукта по Бассу	4	8		15,8	О: 1, 2, 4 Д: 5, 6	Вопросы и задания для самостоятельной работы к модулю 3-4	Лабораторная работа, вопросы, тест
	Всего часов:	16	32		58,8			

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции: ПК-4. Способен применять соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обоснованных экономических и финансовых решений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
ПК 2.1 Применяет соответствующий математический аппарат для выбора, анализа и оценки эффективности экономических и финансовых решений	Знать: принципы построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования	Фрагментарные представления о принципах построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования	Неполные представления о принципах построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о принципах построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования	Сформированные систематические представления о принципах построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования
	Уметь: практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами	Фрагментарные умения практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами	В целом успешное, но не систематическое умение практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами	Сформированное умение практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами

	<p><i>Владеть навыками разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i></p>	<p><i>Фрагментарное владение навыками разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i></p>	<p><i>В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i></p>	<p><i>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i></p>	<p><i>Успешное и систематическое применение навыков разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования</i></p>
--	---	--	---	---	--

Показатели сформированности компетенции:

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

Шкалы оценивания:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

4.2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК 2.1 Применяет соответствующий математический аппарат для выбора, анализа и оценки эффективности экономических и финансовых решений	Знать: типовые математические схемы описания систем и обобщенные алгоритмы имитационного моделирования; принципы построения моделей систем и процессов их функционирования в основных парадигмах имитационного моделирования	Вопросы к экзамену; контрольная работа, тест
	Уметь: проводить компьютерный эксперимент с целью оценки имитационной модели, практически применять имитационные модели в системах управления экономическими объектами	практическое задание; контрольная работа; лабораторная работа
	Владеть: основными методами имитационного моделирования и их практической реализации; навыками разработки имитационных моделей, основанных на использовании современных методов имитационного моделирования	практическое задание, лабораторная работа

Тематика контрольных работ:

1. Основные понятия теории моделирования систем.
2. Математический аппарат имитационного моделирования.

Пример варианта контрольной работы

Основные понятия теории моделирования систем

1. Понятие сложной системы S. Подсистемы и элементы. Структура, функции, переменные, параметры, состояния и характеристики информационной системы.
2. Модели и их роль в изучении процессов функционирования информационных систем. Классификация видов моделирования систем.
3. Математическое моделирование информационных систем. Аналитические и имитационные модели. Комбинированные (аналитико-имитационные) модели.
4. Методы машинной реализации моделей. Возможности использования машинного моделирования при разработке информационных систем.

Критерии оценки (в баллах) для очной формы обучения

Критерии оценивания	Количество баллов
Методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены.	21-25
Методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены.	16-20
Методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены.	11-15
Методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены.	1-10

Пример практического задания

Занятие 1. Генерация псевдослучайных чисел: 1) равномерно распределенные случайные числа; 2) случайные числа, распределенные по закону Пуассона; 3) экспоненциально распределенные случайные числа.

1. Для своего индивидуального варианта необходимо сгенерировать 50 псевдослучайных чисел, распределенных равномерно на интервале $[a, b]$. Сравнить характеристики распределения (математическое ожидание и дисперсию), вычисленные по заданным формулам и по полученным данным. Найти абсолютную (ед.) и относительную (%) погрешность. Построить диаграмму, отображающую полученные псевдослучайные числа.
2. Для своего индивидуального варианта необходимо сгенерировать 50 псевдослучайных чисел, распределенных по закону Пуассона с параметром λ . Сравнить характеристики распределения (математическое ожидание и дисперсию), вычисленные по заданным формулам и по полученным данным. Найти абсолютную (ед.) и относительную (%) погрешность. Построить диаграмму, отображающую полученные псевдослучайные числа.
3. Для своего индивидуального варианта необходимо сгенерировать 50 псевдослучайных чисел, распределенных экспоненциально с параметром λ . Сравнить характеристики распределения (математическое ожидание и дисперсию), вычисленные по заданным формулам и по полученным данным. Построить диаграмму, отображающую полученные псевдослучайные числа.

Критерии оценивания (в баллах) для очной формы обучения

Критерии оценивания	Количество баллов
Студентом задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логических рассуждениях и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом.	5
Студентом задание выполнено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логическом рассуждении и выполнении нет существенных ошибок; есть объяснение решения, допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ	4
Студентом задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом	3

задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, задание выполнено не полностью или в общем виде	
Студентом задание не выполнено.	2

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа № 1

Моделирование систем с одним прибором и очередью

Цель работы: освоение принципов моделирования процессов функционирования систем, получение и закрепление навыков построения имитационных моделей.

Задание:

1. Ознакомиться с системами массового обслуживания и их характеристиками.
2. Изучить основы дискретно-событийного моделирования СМО.
3. Проверить моделирование одноканальных СМО, ознакомиться с основными характеристиками работы одноканальной СМО.
4. Освоить среду моделирования AnyLogic
5. Изучить принципы построения имитационных программ

Индивидуальное задание

В пункте обмена валюты имеется 1 касса. Интервалы прихода клиентов распределены равномерно, а минут. Время обслуживания так же равномерно распределено по b минут. Клиенты обслуживаются в порядке «первым пришел – первым обслужен». Модель работы обменного пункта должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу пункта в течение часов.

Варианты заданий приведены в таблице:

№ варианта	a	b	c
1	12±6	6±4	12
2	20±3	7±3	24
3	15±7	9±3	10
4	19±8	8±5	8

Критерии оценивания (в баллах) выполнения лабораторных работ для очной формы обучения:

Критерии оценивания	Количество баллов
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.	5
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с	3-4

консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы	
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчёты; даны ответы на контрольные вопросы	2
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны	менее 2

Пример тестового задания:

1. Что понимается под технологией моделирования?
 - a. Строго определённая последовательность этапов исследования модели.
 - b. Расчёт значений параметров системы.
 - c. Взгляд разработчика на математическую модель.
 - d. Совокупность математических зависимостей.
2. Модель – это...
 - a. Структура системы
 - b. Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.
 - c. Алгоритм функционирования
 - d. Описание объекта.
3. Что понимается под математической моделью?
 - a. Первый этап построения компьютерной модели.
 - b. Совокупность соотношений, определяющих характеристики системы.
 - c. Совокупность объектов, выполняющих определённую задачу.
 - d. Расчёт значений одного варианта выходных характеристик.
4. Система массового обслуживания – это:
 - a. Совокупность технических и программных средств.
 - b. Первый этап построения математической модели.
 - c. Физическая модель системы.
 - d. Совокупность обслуживающих приборов, входного и выходного потоков
5. Коэффициент парной корреляции позволяет установить
 - a. Есть ли связь между случайными величинами и насколько сильная.
 - b. Отсутствие связи между выборками.
 - c. Вид функциональной зависимости между случайными величинами.
 - d. Форму функциональной зависимости между случайными величинами.
6. Коэффициент парной корреляции изменяется в пределах
 - a. От 0 до 1.
 - b. От $-\infty$ до ∞ .
 - c. От -1 до 1.
 - d. От -10 до 10.
7. Коэффициент парной корреляции равен 0,25. Это означает, что

- a. Между случайными величинами связи нет.
 b. Есть очень сильная связь. С
 . Есть очень слабая связь.
 d. Есть умеренная связь.
8. При изучении взаимосвязи трех процессов получены следующие коэффициенты парной корреляции: $r_{12} = 0,88$; $r_{13} = -0,95$; $r_{23} = 0,33$ Укажите наличие взаимосвязей исследуемых процессов
- a. У первого процесса – сильная прямая связь со вторым и сильная обратная с третьим процессом. У второго и третьего процессов сильная прямая связь.
 b. У первого процесса – сильная прямая связь со вторым и сильная обратная с третьим процессом. У второго и третьего процессов связи нет.
 c. У первого процесса – сильная обратная связь со вторым и сильная прямая с третьим процессом. У второго и третьего процессов сильная прямая связь.
 d. Связи между процессами нет.
9. Для исследуемого процесса вычислены коэффициенты линейной регрессии: $a^* = 3,4$; $b^* = 2,5$. Напишите уравнение регрессии. а. $Y = 2.5 + 3.4 \cdot X$
 b. $Y = -2.5 + 3.4 \cdot X$
 c. $Y = 3.4 + 2.5 \cdot X$
 d. $Y = 3.4 - 2.5 \cdot X$
10. Для исследуемого процесса вычислены коэффициенты линейной регрессии: $a^* = 3,4$; $b^* = 2,5$. Осуществите прогноз для $X = 10$.
- a. 28,4
 b. 36,5
 c. 5,9
 d. 15,9

Критерии оценивания для очной формы обучения

Процент правильных ответов	Количество баллов
95 - 100 %	15
85 - 94 %	12-14
75 - 84%	9-11
65 - 74%	7-8
55 - 64%	5-6
45 – 54%	4
менее 45%	0

Вопросы и задания для самостоятельной работы

Модуль 1-2.

1. Основные понятия имитационному моделированию. Как измеряется риск и по каким правилам выбирается один из двух альтернативных проектов?
2. Метод Монте-Карло.
3. Оценка погрешности метода Монте-Карло.
4. Разыгрывание дискретной случайной величины.
5. Разыгрывание непрерывной случайной величины.
6. Проверка статистических гипотез.
7. Использование законов распределения случайных величин при имитации экономических процессов.
8. Обобщенное распределение Эрланга.
9. Дискретный марковский процесс с дискретным временем.

10. Марковская однородная цепь.
11. Марковская неоднородная цепь.
12. Дискретный марковский процесс с непрерывным временем.
13. Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.
14. Пуассоновский нестационарный поток событий.
15. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.
16. Простейшая одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
17. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.
18. Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
19. Имитация основных процессов: генераторы, очереди узлы обслуживания, терминаторы.

Модуль 3-4.

Имитационное моделирование бизнес-процессов.

- 1) Имитационное моделирование в геопространстве и визуализация пространства.
- 2) Проблемно-ориентированные имитационные модели.
- 3) Применение имитационных моделей при осуществлении сложных финансово-экономических расчетов.
- 4) Автоматизированное конструирование моделей бизнес процессов.
- 5) Стратегии управления ресурсами.
- 6) Динамические модели процессов на предприятии
- 7) Имитация процессов финансирования и денежных потоков.
- 8) Моделирование клиринговых процессов.
- 9) Построение модели фирмы с учетом ее взаимодействия: с рынком, с банками, с поставщиками, с бюджетом.
- 10) Стратегии управление ресурсами.
- 11) Равновесие на конкурентном рынке.
- 12) Имитационное моделирование определение оптимальной ставки налога.

Критерии оценивания:

Критерии оценивания	Оценка
Задание выполнено: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объеме.	зачтено
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	не зачтено

Перечень вопросов к экзамену:

1. Методика формального представления объекта моделирования и принципы, на которых базируется теория моделирования.
2. Характеристика основных этапов технологии моделирования.
3. Методология разработки концептуальной модели.
4. Разработка математической модели и характеристика обобщённых формализованных схем.
5. Классификация математических моделей.
6. Структура модели СМО и классификация моделей СМО.
7. Потоки событий.

8. Методы построения генераторов случайных величин.
9. Проверка качества последовательностей случайных величин.
10. Моделирование случайных процессов (реализация события).
11. Моделирование случайных процессов (реализация группы событий).
12. Моделирование случайных процессов (реализация сложного события, состоящего из двух независимых событий).
13. Моделирование случайных процессов (реализация сложного события, состоящего из двух зависимых событий).
14. Моделирование случайных процессов (реализация однородной марковской цепи).
15. Моделирование случайных процессов с заданным законом распределения.
16. Необходимое число реализаций имитационного эксперимента для обеспечения точности статистических характеристик.
17. Принципы построения моделирующих алгоритмов (принцип «Дельта t », «Особых состояний», «Последовательной проводки заявок»).
18. Алгоритм имитации функционирования одноканальной СМО и анализ показателей её функционирования.
19. Алгоритм имитации функционирования многоканальной СМО и анализ показателей её функционирования.
20. Методика определения приоритетов обслуживания заявок.
21. Моделирование случайных величин
22. Модель многоканальной СМО
23. Модель многоканальной СМО с ограниченной длиной очереди .
24. Модель СМО с приоритетами
25. Методика расчёта вероятностей состояний однородной марковской цепи.
26. Методика составления уравнений Колмогорова.
27. Предельные вероятности состояний.
28. Процесс «размножения и гибели».
29. Модель многоканальной СМО с отказами.
30. Модель одноканальной СМО с ограниченной очередью.
31. Модель одноканальной СМО с неограниченной очередью.
32. Модель многоканальной СМО с ограниченной очередью.
33. Модель многоканальной СМО с неограниченной очередью.
34. Модель СМО с ограниченным временем ожидания.

Образец экзаменационного билета:

Башкирский государственный университет

Институт экономики, финансов и бизнеса

Кафедра математических методов в
экономике

Направление подготовки 38.03.05
«Бизнес-информатика»
Профиль «Аналитическая и
инструментальная поддержка бизнеса»
Дисциплина «Имитационное
моделирование процессов и систем»

Экзаменационный билет № 1

1. Что такое модель, моделирование, критерий, ограничение, адекватность модели?
2. Понятие агент-ориентированных моделей

Зав. кафедрой

Р.Х.Бахитова

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную 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 оценки (в баллах) (для очной формы обучения):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, 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;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил практические задания или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Критерии оценки (в баллах) (для заочной формы обучения):

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, 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;

- **«удовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил практические задания или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

4.3.Рейтинг-план дисциплины

Имитационное моделирование процессов и систем
направление Бизнес-информатика.

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				25
1. Аудиторная работа	5	5		25
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	25	1		25
Модуль 2				
Текущий контроль				25
1. Аудиторная работа	5	5		25
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	25	1		25
Поощрительные баллы				
1. Выступление на конференции с докладом	10	1		10
2. Участие в олимпиаде	10	1		10
Посещаемость				
Посещаемость лекций				-6
Посещаемость практических занятий				-10
Итоговый контроль				
зачет				30

Рейтинг-план дисциплины

Имитационное моделирование процессов и систем
направление Бизнес-информатика. Профиль «Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса»

курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 3				
Текущий контроль				20
1. Лабораторная работа	10	2		20
Рубежный контроль				
1. Тест	15	1		15
Модуль 4				
Текущий контроль				20
1. Лабораторная работа	10	2		20
Рубежный контроль				
1. Тест	15	1		15
Поощрительные баллы				
1. Выступление на конференции с докладом	10	1		10
2. Участие в олимпиаде	10	1		10
Посещаемость				
Посещаемость лекций				-6
Посещаемость практических занятий				-10
Итоговый контроль				
Экзамен				30

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5-8353-1299-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371)
2. Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : Учеб.пособие / А.А.Емельянов,Е.А.Власова,Р.В.Дума .— М. : Финансы и статистика, 2002 .— 368с. — Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ; Библиогр.:с.358 .— ISBN 5279025720 : 89.00.
3. Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н.Ю. Салмина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2012. - 90 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-4332-0067-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208690>
4. Эльберг, М.С. Имитационное моделирование : учебное пособие / М.С. Эльберг, Н.С. Цыганков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : СФУ, 2017. - 128 с. : ил. - Библиогр.: с. 124 - 125 - ISBN 978-5-7638-3648-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497147>

Дополнительная литература:

5. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов ; ГУ - Высшая школа экономики .— Москва : Юрайт, 2016 .— 399 с. — (Бакалавр. Академический курс) .— Библиогр.: с. 388 .— ISBN 978-5-9916-5549-1
6. Информационные технологии : учебное пособие / З.П. Гаврилова, А.А. Золотарев, Е.Н. Остроух и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 90 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0893-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241042>

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

Пользователям библиотеки БашГУ предоставляется возможность использования следующих электронных информационных ресурсов:

№	Наименование Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1.	Федеральная служба государственной статистики	www.gks.ru

2.	Министерство финансов РФ	www.minfin.ru
3.	Международный валютный фонд	www.imf.org
4.	Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	www.forecast.ru
5.	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РБ	www.bashstat.ru
6.	Информационно-издательский центр «Статистика России»	www.infostat.ru
7.	Информационно-аналитический сайт в области информационных технологий	citforum.ru
8.	Издание о высоких технологиях	cnews.ru
9.	Библиотека Г. Верникова – все о менеджменте и ИТ - подборка аналитических материалов по вопросам экономики, менеджмента и информационных технологий.	vernikov.ru
10.	Официальный портал ИТ-директоров (Реестр ИТ-поставщиков)	globalcio.ru
11.	Журнал СІО – руководитель информационной службы	cio-world.ru
12.	Электронно-библиотечная система	ZNANIUM.COM
13.	Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ	http://sophist.hse.ru/

1. База данных периодических изданий на платформе EastView: «Вестники Московского университета», «Издания по общественным и гуманитарным наукам» - <https://dlib.eastview.com/>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru>

3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. Справочно-правовая система Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>

5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>

6. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>

7. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>

8. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi>.

9. Архивы научных журналов на платформе НЭИКОН (Cambridge University Press, SAGE Publications, Oxford University Press) - <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

10. Издательство «Annual Reviews» - <https://www.annualreviews.org/>

11. Издательство «Taylor&Francis» - <https://www.tandfonline.com/>

12. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

13. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

14. AnyLogic 8.x.x Software Licensing Agreement for Document number 20180614

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 204, 207, 208, 209, 210, 212, № 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в, 312 .</p>	<p>Лекции</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры. 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. AnyLogic Software Licensing Agreement for 8.x.x Document number 20180614</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 204, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в, 312 .</p>	<p>Практические/семинарские занятия</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры. 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. AnyLogic Software Licensing Agreement for 8.x.x Document number 20180614</p>
<p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: №№ 107, 108, 110, 111, 114, , 122, 204, 207, 208, 209, 210, 212, № 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в, 312.</p>	<p>Групповые и индивидуальные консультации</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры. 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. AnyLogic Software Licensing Agreement for 8.x.x Document number 20180614</p>
<p>Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: №№ 107, 108, 110, 111, 114, , 122, 204, 207,</p>	<p>Текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры. 5. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</p>

208, 209, 210, 212, № 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в, 312.		<p>6. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</p> <p>7. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007</p> <p>8. AnyLogic Software Licensing Agreement for 8.x.x Document number 20180614</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы: 302 читальный зал (гуманитарный корпус).</p>	Самостоятельная работа	Учебная мебель, персональные компьютеры в комплекте НР, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iRU.