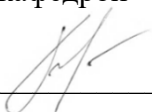


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

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**

Дисциплина “Моделирование случайных процессов”

(дисциплина по выбору)

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

01.03.05 Статистика

Направленность (профиль) подготовки

Анализ данных

Квалификация-бакалавр

**Разработчики (составители):**

Доцент, к.ф.-м.н.



Е.В. Силова

Для приема: 2022 г.

Уфа - 2022

Составитель / составители: доцент, к.ф.-м.н. Е.В. Силова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры Кафедра цифровой экономики и коммуникации 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/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель 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)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
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	8
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	18
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

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
Подготовка данных	ПК-3 проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения	ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей всех основных субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом
		ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности
		ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы в реляционных и нереляционных базах данных	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов
		ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации
		ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства
		ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки

			результатов математических моделей экономики.
--	--	--	---

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

Б1.В.ДВ.02.01 Вариативная часть, дисциплина по выбору

Для успешного освоения курса «Моделирование случайных процессов» необходимы компетенции, сформированные в результате освоения таких дисциплин учебного плана, как «Теория вероятностей и математическая статистика», «Эконометрическое моделирование», «Дискретная математика». Осваивается на 4 курсе в 7 семестре. Дисциплина необходима для прохождения практики и успешной защиты ВКР.

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

*(очная форма обучения)*

Дисциплины «**Моделирование случайных процессов**» на **7** семестр

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	40,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	54

Форма(ы) контроля:

Экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС		
1.	Определение и описание случайных процессов, их классификация	3	3	3	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 1	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
2.	Основные характеристики случайных процессов	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 2	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
3.	Стационарные и нестационарные случайные процессы	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 3	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
4.	Основные классы случайных процессов: Марковский случайный процесс Пуассоновский процесс	3	3	3	8	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 3	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
5.	Компоненты и классификация моделей массового обслуживания	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 5	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
6.	Одноканальная СМО	2	2	2	4	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 6	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
7.	Многоканальная СМО	2	2	2	4.8	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 7	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
<b>Всего часов:</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40.8</b>		

#### 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-3 проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы в реляционных и нереляционных базах данных	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обра-	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через кон-	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых



ботки данных из различных источников, в том числе в режиме реального времени	клетные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства	от требуемых			
ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки результатов математических моделей экономики.	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых

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

Шкалы оценивания экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей всех основных субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом	Контрольная работа
ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности	Контрольная работа
ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов	Контрольная работа

в реляционных и нереляционных базах данных		
ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации	Контрольная работа
ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства	Контрольная работа
ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки результатов математических моделей экономики.	Контрольная работа

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Моделирование случайных процессов**

Направление: Статистика

курс 4, семестр 7 2024/2025 гг.

Количество часов по учебному плану 144, в т.ч. контактная работа 49.2: лк 16; пр16, лр 16, самостоятельная работа 40,8

Преподаватель: д.э.н., проф. Бахитова Р.Х.

Кафедра: Кафедра цифровой экономики и коммуникации

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 – Элементы теории случайных процессов</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>20</b>
1. Аудиторная работа	2	4	0	8
2. Выполнение индивидуальных заданий	4	3	0	12
<b>Рубежный контроль</b>				<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа	20	1	0	20
<b>Итого</b>				<b>40</b>
<b>Модуль 2 – Модели массового обслуживания</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Аудиторная работа	2	1	0	2
2. Выполнение индивидуальных заданий	4	2	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа	20	1	0	20
<b>Итого</b>				<b>30</b>
<b>Поощрительные баллы (не более 10 в семестр)</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Выступление на конференции с докладом			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль: Экзамен</b>				<b>30</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>110</b>

Утверждено на заседании кафедры " Кафедра цифровой экономики и коммуникации "

Протокол № 9 от 22.06.2021 года

Зав. Кафедрой



Р.Х.Бахитова

Преподаватель



Р.Х.Бахитова

Итоговая аттестация студента за семестр складывается из двух составляющих: баллов за работу в семестре (70 баллов) и баллов за экзамен (30 баллов).

Работа в семестре включает работу на семинарах (у доски) - 2 балла максимально за задание, самостоятельную работу – 4 балла максимально (не более 5 заданий) и контрольные работы (90 минут) – 20 баллов максимально каждая. В семестре предусмотрено две контрольных работы.

Таким образом, максимальное количество баллов, которое студент может набрать семестре, составляет 100 баллов: 70 баллов за работу в семестре и 30 баллов за экзамен.

Программа дисциплины включает 2 модуля:

Модуль 1 – Элементы теории случайных процессов;

Модуль 2 – Модели массового обслуживания.

Изучение теории и приобретение практических навыков, соответствующих каждому модулю, вносит свой вклад в формирование профессиональных компетенций.

Изучение каждого раздела (модуля) дисциплины завершается рубежным контролем в виде **контрольной работы**. Количество заданий в контрольной кратно числу компетенций, формируемых в ходе изучения дисциплины (кратно двум). На оценку степени сформированности каждой компетенции при рубежном контроле отводится не менее одного задания.

*Пример варианта рубежной контрольной 1 по дисциплин «Теория случайных процессов»:*

1. Найти математическое ожидание, ковариационную функцию, дисперсию случайного процесса  $X(t) = u * \cos(5 * t)$ , где  $u$  – случайная величина, причем  $M(u) = 8, D(u) = 7$ .
2. Найти взаимную ковариационную функцию двух случайных процессов:  $X(t) = u * \sin(t)$  и  $Y(t) = 4 * t * u$ , где  $u$  – случайная величина, причем  $M(u) = 5, D(u) = 15$
3. Дан случайный процесс  $X(t) = a * \sin(t) + \mu$ , где  $a = 25$ ,  $\mu$  – дискретная случайная величина, заданная рядом распределения:

$\mu$	1	5	8
$p$	0,3	0,5	0,2

Найти математическое ожидание случайного процесса  $X(t)$ .

4. Осуществить проверку следующих процессов на стационарность:
  - a)  $y_t = 6,07 - 0,02 * y_{t-1} + \varepsilon_t$
  - b)  $y_t = 2 + 2 * y_{t-1} + \varepsilon_t$
5. В таблице 1 приводятся данные о размерах запасов некоторого продукта. Необходимо найти прогнозные значения на 2 периода. При этом известна оценка модели ARMA(1;1):  
 $y_t = 150 - 1,1 * y_{t-1} + \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$

Таблица 1

t	$y_t$
2010	60
2011	81
2012	72
2013	78
2014	61
2015	78

6. Магазин посещают в среднем 30 покупателей за час. Определить вероятность того, что:
  - a) за 5 минут будет 2 покупателя;
  - b) за 3 минуты не будет ни одного покупателя.

7. Автоматизированная сборочная линия предприятия в среднем 1 раз в месяц выходит из строя и ремонтируется в среднем 3 дня. Кроме того, в среднем 2 раза в месяц она проходит техническое обслуживание, которое длится в среднем 1 день. В среднем в одном случае из трех при техническом обслуживании обнаруживается неполадка, и линия ремонтируется. Определить, какую среднюю прибыль приносит линия за месяц, если за один день безотказной работы прибыль равна 15 тыс. р. Один день технической обработки обходится в 20 тыс. р., а один день ремонта — 30 тыс. р.

### Критерии оценки для контрольных работ

Контрольная работа «зачтена», если работа выполнена в полном объеме, показано уверенное владение теоретическим материалом; составлен правильный алгоритм решения задач, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок или нет существенных ошибок, получен верный ответ; задача решена рациональным способом или правильно сделан выбор формул и метода решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок.

Контрольная работа «не зачтена», если работа выполнена не в полном объеме; допущены существенные ошибки в выборе формул и методов решения или в математических расчетах; задачи решены не полностью или в общем виде или неправильно.

Перед проведением итогового контроля преподаватель вычисляет среднее значение процента правильных ответов на вопросы трех рубежных тестов, соответствующих проверке сформированности каждой компетенции в ходе учебного семестра.

Итоговый контроль по дисциплине «Моделирование случайных процессов» проводится в виде экзамена (максимальная сумма баллов – 30). В экзаменационном билете – 2 вопроса. Ответ на каждый вопрос максимально оценивается в 15 баллов. Оценка ответа на вопрос от 4 до 5 баллов соответствует начальному уровню сформированности компетенции, от 6 до 10 – базовому, от 11 до 15 – повышенному. Баллы, полученные при сдаче экзамена, суммируются с баллами, полученными в ходе семестра. Уровень знаний обучающегося по предмету соответствует оценке «удовлетворительно», если сумма баллов составляет 45-59 баллов, «хорошо», если сумма баллов составляет 61-79 баллов и «отлично», если сумма баллов составила 80-100 баллов.

Текущая самостоятельная работа студента нацелена на углубление и закрепление знаний студентов по дисциплине.

Текущая самостоятельная работа студента включает следующие виды работ:

- работа с основной и дополнительной литературой, источниками периодической печати, представленных в базах данных и библиотечных фондах БашГУ, а также на сайте библиотеки БашГУ; самостоятельное изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы; составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, контент-анализ и др.) и др.;
- подготовка к контрольным работам, практическим занятиям, промежуточной аттестации;
- выполнение тестовых заданий, домашнего задания;
- написание научных статей и докладов др.

### Вопросы и задания для самостоятельной работы

Тема №1. Определение и описание случайных процессов, их классификация

*Проработать и обосновать основные вопросы темы.*

Что такое случайный процесс? Что такое сечение случайной функции? Что такое реализация случайного процесса? Рассмотреть классификацию случайных процессов. Примеры случайных процессов.

## Тема №2. Основные характеристики случайных процессов

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Математическое ожидание случайного процесса. Дисперсия случайного процесса. Корреляционная функция. Взаимная функция корреляции. Функция ковариации случайного процесса. Центрированный случайный процесс.

## Тема №3. Стационарные и нестационарные случайные процессы

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Определение стационарных и нестационарных случайных процессов. Примеры данных процессов. Строгая стационарность. Слабая стационарность. Основные инструменты диагностики стационарности. Модели стационарных процессов. Виды нестационарных процессов.

## Тема №4. Основные классы случайных процессов: Марковский случайный процесс, Пуассоновский процесс

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Потоки событий. Граф состояний. Основные характеристики Марковского случайного процесса. Основные характеристики Пуассоновского процесса. Процессы гибели и размножения.

## Тема №5. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Определение системы массового обслуживания (СМО). Примеры СМО. Основные элементы СМО. Классификация СМО. Основные параметры СМО.

## Тема №6. Одноканальная СМО

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Определение системы одноканальной СМО. Основные характеристики одноканальной СМО. Виды одноканальной СМО.

## Тема №7. Многоканальная СМО

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Определение системы многоканальной СМО. Основные характеристики многоканальной СМО. Виды многоканальной СМО.

## Типовые задачи с решениями

Пример 1. Найти математическое ожидание, ковариационную функцию случайного процесса  $X(t) = u * \sin(10 * t)$ , где  $u$  – случайная величина, причем  $M(u) = 8, D(u) = 20$ .

Решение

$$\begin{aligned} M(X(t)) &= M(u * \sin(10 * t)) = \sin(10 * t) * M(u) = 8 * \sin(10 * t) \\ K &= M(X^0(t_1) * X^0(t_2)) = \\ &= M((u * \sin(10 * t_1) - 8 * \sin(10 * t_1)) * (u * \sin(10 * t_2) - 8 * \sin(10 * t_2))) \end{aligned}$$

$$K = \sin(10 * t_1) * \sin(10 * t_2) * M((u - 8)^2) = 20 * \sin(10 * t_1) * \sin(10 * t_2)$$

Пример 2. Магазин посещают в среднем 20 покупателей за час. Определить вероятность того, что за 5 минут будет 2 покупателя.

Решение

Выбрав за единицу времени 1 минуту, интенсивность пуассоновского потока покупателей магазина  $\lambda = \frac{1}{3}$  (20 покупателей в час).

$k = 2, t_1 = 0, t_2 = 5$  :

$$P(2) = \frac{\left(\frac{1}{3} * 5\right)^2}{2!} * e^{-\frac{1}{3} * 5} = \frac{25}{18} * e^{-\frac{1}{3} * 5} = 0,26$$

Ответ: вероятность того, что за 5 минут будет 2 покупателя, равна 0,26.

## Примерный перечень вопросов, выносимых на итоговый контроль (экзамен)

1. Понятие случайного процесса. Примеры. Определение случайного процесса
2. Сечение случайного процесса. Примеры
3. Реализация случайного процесса. Примеры
4. Классификация случайных процессов
5. Математическое ожидание случайного процесса. Свойства
6. Дисперсия случайного процесса. Свойства
7. Корреляционная функция случайного процесса
8. Функция ковариации случайного процесса
9. Понятие о стационарном случайном процессе. Примеры
10. Строгая стационарность. Слабая стационарность
11. Модели стационарных процессов (AR, MA, ARMA)
12. Алгоритм идентификации моделей AR, MA, ARMA
13. Понятие о нестационарном случайном процессе. Примеры
14. Виды нестационарных случайных процессов
15. Потоки событий
16. Виды потоков событий
17. Пуассоновский случайный процесс
18. Марковский случайный процесс
19. Процессы гибели и размножения
20. Понятие системы массового обслуживания. Примеры
21. Основные элементы системы массового обслуживания
22. Основные параметры эффективности работы системы массового обслуживания
23. Классификация систем массового обслуживания
24. Одноканальная СМО. Пример
25. Многоканальная СМО. Пример



## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов - М.: Юрайт-Издат, 2013. - 404 с. ISBN: 9785991626477.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. для вузов - М. : Юрайт-Издат, 2013. - 400 с. ISBN: 9785991622202.
3. Красс, М.С. Математика в экономике: Математические методы и модели / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. — М.: Юрайт, 2013. — 544 с.
4. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие для бакалавров / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. — М.: Дашков и К, 2013. — 186 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44098](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44098)
5. Гончаренко, В.М. Методы оптимальных решений в экономике и финансах (для бакалавров). — М.: КноРус, 2014. — 400 с., // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53469](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53469)
6. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебник / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, И.В. Орлова – М.: Юрайт, 2015.
7. Соколов Г. А. Основы теории вероятностей Инфра-М, 2015. - 352 с.

#### Дополнительная литература

8. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 816с.
9. Четыркин Е.М. Вероятность и статистика / Четыркин Е.М., Монсик В.Б., Скрынников А.А. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 384 с. ISBN: 9785996306374.
10. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина; под ред. В.А. Колемаева. - М.: Кнорус, 2013. - 400с. ISBN: 9785406028193.
11. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие / кол. Авторы; под ред. С.И. Макарова. – М.: КНОРУС, 2007.
12. Математические методы и модели для менеджмента. 3-е изд. / Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. – Спб.: Изда-тельство «Лань», 2007.
13. Математические методы и модели в экономике: Учебник / С.Н. ч, Е.В. Мирзоева, В.В. Лысенко. – Ростов н/Д: Фе-никс, 2007.
14. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. - М.: Юнити-Дана, 2009. – 551 с. ISBN: 9785238012704.
15. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – М.: Прикладная математика" / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров.- 4-е изд. - М.: Форум, 2014. - 368 с. ISBN: 9785819903568
16. Боровиков В.П. Введение в современный анализ данных в системе STATISTICA: учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – М.: Инф. изд. дом «Филин», 2013. – 288 с. ISBN: 9785991203265
17. Соколов Г.А. Математическая статистика: учебник для вузов / Г.А. Соколов, И.В. Гладких. – М.: Экзамен, 2007. – 432 с. ISBN: 5946929828. 45. Ермаков В.И.
18. Сборник задач по высшей математике для экономистов: учебное пособие / под редакцией Ермакова В.И. - М.: ИНФРА-М, 2010. – 575 с. ISBN: 9785160039862.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

№	Наименование Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1.	Федеральная служба государственной статистики	<a href="http://www.gks.ru">www.gks.ru</a>
2.	Министерство финансов РФ	<a href="http://www.minfin.ru">www.minfin.ru</a>
3.	Международный валютный фонд	<a href="http://www.imf.org">www.imf.org</a>
4.	Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	<a href="http://www.forecast.ru">www.forecast.ru</a>
5.	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РБ	<a href="http://www.bashstat.ru">www.bashstat.ru</a>
6.	Информационно-издательский центр «Статистика России»	<a href="http://www.infostat.ru">www.infostat.ru</a>
7.	Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ	<a href="http://sophist.hse.ru/">http://sophist.hse.ru/</a>

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. R GNU General Public License Version 2, June 1999.
15. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p>	Лекции	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4),</p>	Практические/семинарские занятия	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

<p>аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p>		
<p><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305</p>	<p>Групповые и индивидуальные консультации</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

<p>(гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p>		
<p><b>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а</p>	<p>Текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

(гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).		
<b>помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 302 читальный зал (гуманитарный корпус).	Самостоятельная работа	Учебная мебель, персональные компьютеры в комплекте HP, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iRU.
<b>помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 115 (помещение, ул. Карла Маркса, д.3, корп.4), 118 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4)	Хранение и профилактическое обслуживание учебного оборудования	Учебная мебель, колонки (2 шт.), динамики, dvd плеер toshiba, магнитола sony (4 шт.).