

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:

на заседании кафедры

математического моделирования

протокол от « 25 » июня 2018 г. № 8

Зав. кафедрой _____ / С.И. Спивак

Согласовано:

Председатель УМК факультета

_____ / А.М. Ефимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дискретные и вероятностные модели

Базовая часть

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (профиль) подготовки

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Квалификация

Магистр

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н., доцент

_____ / Абдюшева С.Р.

Для приема 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель к.ф.-м.н., доц. Абдюшева С.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 8 от «25» июня 2018 г.

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 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 6
 - 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
 - 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
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 11
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 12

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми 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 | Знать методы математического моделирования и способы их реализации | ОПК-4 - способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики. | |
| Умения | Уметь применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа | ОПК-4 - способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики. | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | ОПК-4 - способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики. | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дискретные и вероятностные модели» входит в базовую часть цикла Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Целями освоения дисциплины "Дискретные и вероятностные модели" являются: фундаментальная подготовка в области построения и анализа дискретных и вероятностных моделей, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в разнообразных приложениях.

Для освоения дисциплины как предшествующие входные знания и умения необходимы компетенции, сформированные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, функциональный анализ, алгебра, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, теория случайных процессов, исследование операций.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «Дискретные и вероятностные модели» составляет 6 ЗЕТ, или 216 академических часов, в том числе контактная работа с преподавателем 65,7 часа, самостоятельная работа – 124,5 часа, контроль – 25,8 часа.

3. 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

Код и формулировка компетенции: ОПК-4 - способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики.

| 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 (уровень) | Знать методы математического моделирования и способы их реализации | Фрагментарные представления о методах математического моделирования и способах их реализации | Неполные представления о методах математического моделирования и способах их реализации | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах математического моделирования и способах их реализации | Сформированные систематические представления о методах математического моделирования и способах их реализации |
| Второй этап (уровень) | Уметь применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа | Фрагментарные умения применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа | В целом успешное, но не систематическое умение применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа | Сформированное умение применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего анализа |
| Третий этап (уровень) | Владеть методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на | Фрагментарное владение методами математического моделирования | В целом успешное, но не систематическое применение навыков | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов | Успешное и систематическое применение навыков применения методов |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | ия при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | владения методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук |
|---|--|---|---|---|

Показатели сформированности компетенции:

Критерием оценивания является оценка на экзамене, которая выставляется преподавателем по результатам ответов на вопросы билета, и зачет по РГР по результатам выполнения заданий.

Шкала оценивания:

для экзамена:

«неудовлетворительно»;

«удовлетворительно»;

«хорошо»;

«отлично»;

для РГР: «зачтено», «незачтено».

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 | Знать методы математического моделирования и способы их реализации | ОПК-4 | Групповой и индивидуальный опрос РГР Экзамен |
| 2-й этап Умения | Уметь применять математические модели и получать результаты на основании их всестороннего | ОПК-4 | Домашние задания Лабораторные работы РГР |

| | | | |
|----------|--|-------|----------------|
| | анализа | | Экзамен |
| 3-й этап | Владеть методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук | ОПК-4 | РГР Экзамен |

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи из приложенного списка.

Примерный перечень вопросов для опроса на занятиях и к экзамену.

1. Элементы дискретного моделирования.
2. Генерирование выборочных значений.
3. Имитационное моделирование.
4. Метод Монте-Карло.
5. Генерирование случайных чисел.
6. Методы сбора статистических данных.
7. Построение вероятностных моделей.
8. Эмпирические распределения.
9. Методы прогнозирования.
10. Вероятностное динамическое программирование.
11. Модель управления запасами с непрерывным контролем уровня.
12. Одноэтапные модели управления запасами.
13. Многоэтапные модели управления запасами.
14. Марковские процессы принятия решений.
15. Модели принятия решений в теории массового обслуживания.
16. Модель со стоимостными характеристиками.
17. Модель предпочтительного уровня обслуживания.
18. Модель динамического программирования с конечным числом этапов.
19. Модель с бесконечным числом этапов. Метод полного перебора.
20. Метод итераций по стратегиям без дисконтирования.
21. Метод итераций по стратегиям с дисконтированием.
22. Применение методов линейного программирования.

Образец экзаменационного билета

1. Методы прогнозирования.
2. Метод отбора при генерировании выборочных значений.
3. Задача.

Критерии оценки:

- **Отлично** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические 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 теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **Удовлетворительно** выставляется студенту, если 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 основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **Неудовлетворительно** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы 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.

Групповой и индивидуальный опрос.

Вопросы приведены выше. Опрос проводится в процессе занятий.

Примерные задания для домашних, лабораторных работ и РГР.

1. В парикмахерскую с одним парикмахером приходят клиенты через 20 ± 10 минут друг за другом. Время стрижки одного клиента составляет 19 ± 5 мин. Требуется определить среднюю длину очереди клиентов и среднее время ожидания клиентами начала обслуживания.
2. На трикотажной фабрике 50 швей работают на 50 машинах по 8 часов в день и по 5 дней в неделю. Любая из этих машин в любой момент во время работы может выйти из строя. В этом случае ее сразу заменяют резервной машиной. Если резервных машин нет, то швея простаивает до появления резервной машины, причем *почасовой убыток* от простоя одной швеи составляет 20 долларов. Тем временем сломанную машину передают в ремонтную мастерскую, где чинят в течение 7 ± 3 ч и возвращают в цех уже в качестве резервной.
Известно, что *время наработки на отказ* для швейной машины составляет 157 ± 25 ч. Оплата одного рабочего в ремонтной мастерской - 3,75 доллара в час.
Для создания запаса резервных машин предлагается кроме собственных 50 машин арендовать еще несколько по цене 30 долларов в день.
Управляющий должен решить, сколько рабочих следует нанять для работы в мастерской и сколько машин арендовать, чтобы ежедневные издержки производства были минимальны.
3. После найма N_p рабочих и аренды N_m машин менеджеру фабрики предлагается за 6 000 долларов обучить ремонтных рабочих и оснастить их специальными инструментами. В результате этого среднее время ремонта машин одним рабочим сократится с 7 часов до 5 часов, т.е. время ремонта машины составит 5 ± 2 ч.
Требуется определить, выгодно ли это предложение для фабрики, и, если выгодно, то каков будет годовой экономический эффект этого мероприятия.
Каков будет экономический эффект, если обучить только двоих рабочих за 6000 долларов и повысить их оплату до 35 долларов в день, а третьего рабочего уволить?
4. Менеджер фабрики думает о том, стоит ли *нанять* (после того, как взята в аренду 4 машины и нанято 3 рабочих - оптимальное решение на предыдущем этапе), *еще одного*

рабочего, который выполнял бы профилактический осмотр и настройку машин в нерабочее время (во вторую смену). Зарплата этого рабочего за один день равна зарплате ремонтных рабочих - 30 долларов в день. В результате его труда по профилактическому осмотру машин они будут отказывать не через 157 ± 25 часов работы, а через 200 ± 25 ч, - т.е. несколько реже, чем раньше. Или, может быть, лучше перевести одного из рабочих-ремонтников на такую профилактическую работу во вторую смену? Нужно проверить оба этих варианта и принять решение об их целесообразности на основе годового экономического эффекта этих вариантов.

5. На комплектовочный конвейер сборочного цеха каждые 5 ± 1 мин поступают 5 изделий первого типа и каждые 20 ± 7 мин поступают 20 изделий второго типа. Конвейер состоит из секций, вмещающих по 10 изделий каждого типа. Комплектация начинается только при наличии деталей обоих типов в требуемом количестве и длится 10 мин. При нехватке деталей секция конвейера остается пустой.

Смоделировать работу конвейера сборочного цеха. Определить среднее число пропущенных секций за смену (за 8 часов). Найти средние и максимальные очереди по каждому типу изделий.

Предложить мероприятия по снижению числа пропускаемых секций. Оценить их экономическую целесообразность.

6. Транспортный цех объединения обслуживает три филиала А, В и С. Грузовики перевозят изделия из А в В и из В в С, возвращаясь затем в А без груза. Погрузка в А занимает 20 мин, переезд из А в В длится 30 мин, разгрузка и погрузка в В - 40 мин, переезд в С - 30 мин, разгрузка в С - 20 мин и переезд в А - 20 мин. Если к моменту погрузки в А или в В отсутствуют изделия, грузовики уходят дальше по маршруту. Изделия в А выпускаются партиями по 1000 штук через 20 ± 3 мин, в В - такими же партиями через 20 ± 5 мин. На линии работают 8 грузовиков, каждый перевозит по 1000 изделий. В начальный момент все грузовики находятся в А.

Смоделировать работу транспортного цеха объединения и определить частоту пустых перегонов грузовиков между А и В, В и С. Разработать мероприятия по уменьшению числа пустых перегонов.

7. Требуется написать имитационную модель двухканальной СМО следующего типа: во входном потоке время между приходами заявок распределено равномерно, время обслуживания заявок каналом также распределено равномерно, что СМО имеет два канала и максимальная длина очереди равна трем.

Когда заявка приходит в СМО, выполняется проверка на наличие свободного канала. Если первый канал свободен, заявка занимает его. Если он занят, то проверяется, свободен ли второй канал. Если второй канал свободен, то заявка занимает его. Если оба канала заняты, заявка попадает в очередь. Но если в очереди перед этим уже находятся три заявки, то пришедшая заявка покидает СМО, т.е. теряется.

Время между приходами заявок распределено равномерно в интервале от 0 до 200 с. Время обслуживания заявки каналом (любым) распределено равномерно в интервале от 0 до 500 с.

Критерии оценивания РГР.

- **Зачтено** выставляется студенту за правильно выполненные и аккуратно оформленные задания.

- **Незачтено** выставляется студенту за неправильно или не полностью выполненные задания.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

а) основная литература

1. Есипов, Б.А. Методы исследования операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Есипов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68467>.
2. Буре, В.М. Теория вероятностей и вероятностные модели [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Буре, Е.М. Парилина, А.А. Седаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108328>.
3. 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>
4. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02736-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649> .

б) дополнительная литература

1. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865>.
2. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Электронный ресурс] / Е.М. Кудрявцев. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1213>. — Загл. с экрана.
3. Бурда, А.Г. Исследование операций в экономике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Бурда, Г.П. Бурда. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 564 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109616>.

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

1. Сайт Росстата www.gks.ru
2. <http://www.businessstudio.ru>
3. http://www.cfin.ru/finanalysis/imitation_model.shtml
4. Microsoft Office

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. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 502 (физико- | Аудитория № 502 Учебная мебель, доска Аудитория № 528 Учебная мебель, доска | 1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade; лицензии бессрочные, договор №104 от 17.06.2013 г |

| | | |
|---|---|---|
| <p>математический корпус - учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 528 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 528 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (физико-математический корпус), аудитория № 426 компьютерный класс (физико-математический корпус – учебное).</p> | <p>Аудитория № 531 Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор.ДА32</p> <p>Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>Аудитория № 426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTWP-065442-G-GY</p> | <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензии бессрочные, договор №114 от 12.11.2014 г.</p> <p>3. Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).</p> <p>4. AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г.</p> <p>5. Python 3.7 (лицензия Python SoftwareFoundationLicense, свободное программное обеспечение)</p> <p>6. Язык программирования Go (лицензия BSD, свободное программное обеспечение).</p> <p>7. Язык программирования PHP (The PHP License, version 3.01, свободное программное обеспечение).</p> <p>8. СУБД MySQL (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>9. Web-сервер Apache (Apache License, свободное программное обеспечение).</p> <p>10. Lazarus (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>11. Браузер Google Chrome (лицензия BSD, свободное программное обеспечение).</p> <p>12. Архиватор 7-Zip. (лицензия GNU LGPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>13. Текстовый редактор Notepad++. (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>14. Simply Linux x86_64 (лицензионный договор на программное обеспечение Simply Linux 8.2.0 и включенные для него программы для ЭВМ, свободное программное обеспечение)</p> <p>15. Коллекция компиляторов GCC. (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>16. Файловый менеджер GNU Midnight Commander (MC). (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> |
|---|---|---|

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
 КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Дискретные вероятностные модели на 2 семестр
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|--|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 216/6 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 16 |
| практических/ семинарских | |
| лабораторных | 48 |
| ФКР | 1,7 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 124,5 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль) | 25,8 |

Форма(ы) контроля:

 экзамен 2 семестр

 РГР 2 семестр

| № п/п | 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/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Элементы дискретного моделирования. | 4 | | 10 | 25 | [1],[2] Доп.литра [1], [2] | Проработка лекционного материала, литературных источников. | Групповой и индивидуальный опрос |
| 2. | Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. | 4 | | 15 | 25 | [1],[2] Доп.литра [1], [2] | Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа |
| 3. | Методы прогнозирования. | 4 | | 10 | 25 | [1],[2] Доп.литра [1], [2] | Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | Групповой и индивидуальный опрос |

| | | | | | | | | |
|----|---|----|--|------|-------|-------------------------------|--|--|
| 4. | Вероятностные модели. Эмпирические распределения. | 4 | | 13 | 25 | [1],[2] Доп.лitra [1], [2] | Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа. |
| | РГР | | | 0,5 | 24,5 | [1],[2] Доп.лitra [1], [2] | Выполнение расчетно-графической работы | |
| | Экзамен | | | 1,2 | 25,8 | [1],[2] Доп.лitra [1], [2] | Проработка лекционного материала, литературных источников. | |
| | | | | | | | | |
| | Всего часов: | 16 | | 49,7 | 150,3 | | | |

