

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра информационных систем и математических методов в экономике**

Авторы-составители: **Бячков Андрей Борисович**  
**Чудинов Кирилл Михайлович**

Рабочая программа дисциплины  
**ДИСКРЕТНЫЕ И ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ**  
Код УМК 77077

Утверждено  
Протокол №9  
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Дискретные и вероятностные модели

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Дискретные и вероятностные модели** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.04.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

**ОПК.3** Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.3.1** Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (1 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Дискретные и вероятностные модели [для экономистов]. Первый семестр**

Целью дисциплины является ознакомление студентов с направлениями применения дискретных и вероятностных математических моделей в технических и социально-экономических системах.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование у студентов навыков построения моделей с использованием дискретной математики и теории вероятностей.

#### **Входной контроль**

Входной контроль проводится в виде письменной работы и контролируются знания по математике (математический анализ, линейная алгебра), основам статистики и статистических методов.

#### **Метод математической индукции и простейшие дискретные модели**

В данной теме рассматриваются понятия математической индукции. Индукция в задачах арифметики, алгебры и геометрии. Основные ошибки при применении метода. Индукция и возвратные последовательности. Варианты задачи о ханойской башне: построение математической модели. Решение разностного уравнения.

Дискретная динамическая система. Автономное разностное уравнение первого порядка. Метод итераций. Ступенчатые диаграммы. Точки равновесия и конечного равновесия (eventual equilibrium). Модель рынка одного товара (cobweb phenomenon), критерий стабилизации цены.

#### **Метод математической индукции**

В данной теме рассматриваются понятия математической индукции. Индукция в задачах арифметики, алгебры и геометрии. Основные ошибки при применении метода. Индукция и возвратные последовательности. Варианты задачи о ханойской башне: построение математической модели. Решение разностного уравнения.

#### **Простейшие дискретные модели**

Дискретная динамическая система. Автономное разностное уравнение первого порядка. Метод итераций. Ступенчатые диаграммы. Точки равновесия и конечного равновесия (eventual equilibrium). Модель рынка одного товара (cobweb phenomenon), критерий стабилизации цены.

#### **Точки равновесия и периодические решения. Устойчивость. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: устойчивое равновесие, точка притяжения, асимптотически устойчивое равновесие. Условия асимптотической устойчивости уравнения первого порядка. Цикл, длина цикла, орбита. Условия асимптотической устойчивости и неустойчивости  $k$ -цикла. Устойчивость решения. Область устойчивости решения в пространстве параметров. Комплексные числа: арифметическая, геометрическая и показательная формы; арифметические операции; формула Муавра. Разностное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Общий вид решения. Построение и исследование дискретных и вероятностных моделей: разорения игрока, национального дохода, передачи информации.

#### **Точки равновесия и периодические решения.**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: устойчивое равновесие, точка притяжения, асимптотически устойчивое равновесие. Условия асимптотической устойчивости уравнения первого порядка. Цикл, длина цикла, орбита.

### **Устойчивость**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: устойчивость решения. Область устойчивости решения

### **Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: разностное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Общий вид решения. Построение и исследование дискретных и вероятностных моделей: разорения игрока, национального дохода, передачи информации.

### **Линейные дискретные динамические системы**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: линейные автономные системы: общий вид решения. Вычисление степени матрицы. Общий вид решения неавтономной системы: фундаментальная матрица, формула вариации постоянных. Сведение уравнения  $n$ -го порядка к линейной динамической системе. Приложения теории линейных систем: цепи Маркова, случайные блуждания, модель национального дохода при торговле двух стран и ее обобщения.

### **Линейные автономные системы**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: линейные автономные системы: общий вид решения. Вычисление степени матрицы.

### **Линейные неавтономные системы**

Общий вид решения неавтономной системы: фундаментальная матрица, формула вариации постоянных. Сведение уравнения  $n$ -го порядка к линейной динамической системе. Приложения теории линейных систем: цепи Маркова, случайные блуждания, модель национального дохода при торговле двух стран и ее обобщения.

### **Линеаризация и метод D-разбиения. Бифуркации и хаос**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: локальная устойчивость, поверхности D-разбиения. Построение области устойчивости. Область притяжения. Глобальная устойчивость. Простейшие случаи бифуркаций. Логистическое уравнение: динамика изменения точек равновесия и их устойчивости в зависимости от параметра. Бифуркационные диаграммы. Хаос. Теорема Файгенбаума.

### **Локальная устойчивость**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: локальная устойчивость, поверхности D-разбиения. Построение области устойчивости.

### **Случаи бифуркаций**

В данном разделе курса изучаются простейшие случаи бифуркаций. Логистическое уравнение: динамика изменения точек равновесия и их устойчивости в зависимости от параметра. Бифуркационные диаграммы.

### **Хаос. Теорема Файгенбаума.**

В данном разделе курса изучаются такие понятия: Хаос. Теорема Файгенбаума.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для академического бакалавриата / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 321 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/434183>
2. Разностные методы математической физики/Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики.-Москва:Издательство Московского университета,1984.-143.-Библиогр. в конце ст.

### Дополнительная:

1. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник-практикум / А. В. Браилов, В. И. Глебов, С. Я. Криволапов, П. Е. Рябов. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016. — 414 с. — ISBN 978-5-4344-0415-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69368.html>
2. Вероятностные методы и кибернетика.сборник статей.Вып. 12.-Казань:Издательство Казанского университета,1987.-146
3. Вероятностные модели и математическая статистика:сборник статей/Академия наук Узбекской ССР.-Ташкент:Фан,1987.-176.
4. Вероятность и математическая статистика:Энциклопедия/гл. ред. Ю. В. Прохоров.-М.:Большая Рос. Энциклопедия,1999, ISBN 5-85270-265-X.-910.
5. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках/[К. Н. Волков, Ю. Н. Дерюгин, В. Н. Емельянов и др.].-Москва:Физматлит,2014, ISBN 978-5-9221-1609-1.-414.-Библиогр.: с. 386-414
6. Вероятностные модели и методы в языкознании:методические рекомендации для студентов/сост.: Е. В. Ерофеева, И. А. Угланова.-Пермь,2007.-34.-Библиогр.: с. 21-34
7. Вероятностные модели.Справочник:В 2ч/Василий Васильевич Губарев.Ч.2.-Новосибирск,1992, ISBN 5-230-13293-0.-421



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://stepik.org/course/3089/promo> Онлайн курс

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Дискретные и вероятностные модели** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине «Дискретные и вероятностные модели» предполагает:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
- специальные ПО не требуются .

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В учебном процессе для изучения дисциплины "Дискретные и вероятностные модели" для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для текущего контроля необходима аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Дискретные и вероятностные модели**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.3**

**Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.3.1</b> Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Обучающийся находит готовую модель в классе дискретных моделей. Обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности. Знает: -Способы формализации цели исследования и методы ее достижения. -Подходы к разработке концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач в классе дискретных моделей. -Фундаментальные концепции методологического подхода в исследовании социально-экономических объектов и явлений с использованием дискретных моделей. Умеет: -Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений и проблемой выбора. -Реализовать математические модели экономических процессов и явлений в классе дискретных моделей: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает: -Способов формализации цели исследования и методов ее достижения -Подходов к разработке концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач в классе дискретных моделей. -Фундаментальных концепций методологического подхода в исследовании социально-экономических объектов и явлений с использованием дискретных моделей Не умеет: -Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений и проблемой выбора -Реализовать математические модели экономических процессов и явлений: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить адекватность модели и реализовать решение -Осуществлять концептуальный анализ прикладных задач, связывать конкретные задачи предметной области с теоретическими проблемами прикладной математики и информатики с использованием дискретных моделей.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает: Общие, но не структурированные знания -Способов формализации цели исследования и методов ее достижения -Подходов к разработке концептуальных и</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>адекватность модели, реализовать решение и обосновать ее применимость.</p> <p>-Осуществлять концептуальный анализ прикладных задач, связывать конкретные задачи предметной области с теоретическими проблемами прикладной математики и информатики с использованием дискретных моделей.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>теоретических моделей научных проблем и задач в классе дискретных моделей.</p> <p>-Фундаментальных концепций методологического подхода в исследовании социально- экономических объектов и явлений с использованием дискретных моделей</p> <p>Умеет: В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения</p> <p>-Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений и проблемой выбора</p> <p>-Реализовать математические модели экономических процессов и явлений: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить адекватность модели и реализовать решение</p> <p>-Осуществлять концептуальный анализ прикладных задач, связывать конкретные задачи предметной области с теоретическими проблемами прикладной математики и информатики с использованием дискретных моделей.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает: Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания:</p> <p>-Способов формализации цели исследования и методов ее достижения</p> <p>-Подходов к разработке концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач в классе дискретных моделей</p> <p>-Фундаментальных концепций методологического подхода в исследовании социально- экономических объектов и явлений с использованием дискретных моделей.</p> <p>Умеет: В целом успешные, но содержащие отдельные недочеты умения:</p> <p>-Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>и проблемой выбора, в классе дискретных моделей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Реализовать математические модели экономических процессов и явлений: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить адекватность модели и реализовать решение</li> <li>-Осуществлять концептуальный анализ прикладных задач, связывать конкретные задачи предметной области с теоретическими проблемами прикладной математики и информатики с использованием дискретных моделей.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает: Сформированные систематические знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Способов формализации цели исследования и методов ее достижения</li> <li>-Подходов к разработке концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач, решаемых в области прикладной математики и информатики в классе дискретных моделей.</li> </ul> <p>Фундаментальных концепций методологического подхода в исследовании социально- экономических объектов и явлений с использованием дискретных моделей.</p> <p>Умеет: Сформированное умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений и проблемой выбора;</li> <li>-Реализовать математические непрерывные модели экономических процессов и явлений: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить адекватность модели и реализовать решение;</li> <li>-Осуществлять концептуальный анализ прикладных задач, связывать конкретные задачи предметной области с</li> </ul>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>теоретическими проблемами прикладной математики и информатики в классе дискретных моделей; -Применить информацию о развитии данного процесса или явления для построения моделей решаемых научных задач методами разработки концептуальных и теоретических моделей с использованием дискретных моделей</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 12/24/0/72 зачет

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Входной контроль <b>Входное тестирование</b>	Входной контроль проводится в виде письменной работы и контролируются знания по математике (математический анализ, линейная алгебра), основам статистики и статистических методов.
<b>ОПК.3.1</b> Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности	Устойчивость <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знает и умеет применять следующие понятия и методы: 1. Множества и функции.1.1. Множества.Конечные множества. Взаимно однозначное соответствие. Натуральные числа. Бесконечные множества. Диагональный метод Кантора. Теорема Кантора-Бернштейна. Мощность множества.1.2. Операции над множествами.Декартово произведение. Функции.Алгебра логики. Предикаты и кванторы.2. Вычислимость.2.1. Вычислимые функции.Алгоритмы. Конструктивные объекты. Вычислимые функции.Перечислимые и разрешимые множества. Перечислимое множество, не являющееся разрешимым.2.2. Вычислительные модели.Машины Тьюринга.Равносильность вычислительных моделей. Тезис Чёрча.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.3.1</b> Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Линейные неавтономные системы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>ВЗнает и умеет применять следующие понятия и методы: 2.3. Главные нумерации. Универсальные функции. Главные нумерации вычислимых функций. Теорема Успенского-Райса. Теорема о неподвижной точке.3. Формальный аксиоматический метод. 3.1. Логика первого порядка. Языки первого порядка. Синтаксис и семантика. Интерпретации и модели.3.2. Формальные теории. Формальный вывод. Исчисление высказываний. Исчисление предикатов. Аксиоматические теории. Непротиворечивость, полнота, разрешимость.3.3. Формальная арифметика. Арифметические функции. Арифметичность вычислимых функций. Доказуемость. Неразрешимые задачи.4. Сложность вычислений и вероятностные алгоритмы.4.1. Классы сложности. Классы сложности алгоритмов. Сводимость по Карпу и КР-полнота.4.2. Вероятностные алгоритмы. Вероятностные машины Тьюринга. Классы вероятностных алгоритмов. Колмогоровская сложность и природа случайности.</p>



Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.3.1</b> Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Локальная устойчивость <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знает и умеет применять следующие понятия и методы: 1. Множества и функции.1.1. Множества.Конечные множества. Взаимно однозначное соответствие. Натуральные числа. Бесконечные множества. Диагональный метод Кантора. Теорема Кантора-Бернштейна. Мощность множества.1.2. Операции над множествами.Декартово произведение. Функции.Алгебра логики. Предикаты и кванторы.2. Вычислимость.2.1. Вычислимые функции.Алгоритмы. Конструктивные объекты. Вычислимые функции.Перечислимые и разрешимые множества. Перечислимое множество, не являющееся разрешимым.2.2. Вычислительные модели.Машины Тьюринга.Равносильность вычислительных моделей. Тезис Чёрча. 2.3. Главные нумерации.Универсальные функции. Главные нумерации вычислимых функций.Теорема Успенского-Райса.Теорема о неподвижной точке.3. Формальный аксиоматический метод.3.1. Логика первого порядка.Языки первого порядка. Синтаксис и семантика. Интерпретации и модели.3.2. Формальные теории. Формальный вывод. Исчисление высказываний. Исчисление предикатов. Аксиоматические теории. Непротиворечивость, полнота, разрешимость.3.3. Формальная арифметика.Арифметические функции. Арифметичность вычислимых функций. Доказуемость. Неразрешимые задачи.4. Сложность вычислений и вероятностные</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		алгоритмы.4.1. Классы сложности. Классы сложности алгоритмов. Сводимость по Карпу и КР-полнота.4.2. Вероятностные алгоритмы. Вероятностные машины Тьюринга. Классы вероятностных алгоритмов. Колмогоровская сложность и природа случайности.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решенное задание	5

#### Устойчивость

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решенное задание (максимальный балл)	30
Верное решенное задание (проходной балл)	13
Верное решенное задание (минимальный балл)	5

#### Линейные неавтономные системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решенное задание (максимальный балл)	40
Верное решенное задание (проходной балл)	20
Верное решенное задание (минимальный балл)	5

#### Локальная устойчивость

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решенное задание (максимальный балл)	30
Верное решенное задание (проходной балл)	13
Верное решенное задание (минимальный балл)	5