

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 Анализ данных и принятие решений в экономике

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 : Анализ данных и принятие решений в экономике)

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

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

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>ОПК.3.1 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.</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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 align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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 <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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 align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает: Общие, но не структурированные знания</p> <ul style="list-style-type: none"> -Способов формализации цели исследования и методов ее достижения -Подходов к разработке концептуальных и

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 использование дискретных моделей.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</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 использование 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 использование дискретных моделей.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</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 использование 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;">Хорошо</p> <p>и проблемой выбора, в классе дискретных моделей</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 использование дискретных моделей.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает: Сформированные систематические знания:</p> <p>-Способов формализации цели исследования и методов ее достижения</p> <p>-Подходов к разработке концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач, решаемых в области прикладной математики и информатики в классе дискретных моделей.</p> <p>Фундаментальных концепций методологического подхода в исследовании социально- экономических объектов и явлений с использование дискретных моделей.</p> <p>Умеет: Сформированное умение:</p> <p>-Разрабатывать концептуальные и теоретические модели научных проблем, связанных с проблемами принятия решений и проблемой выбора;</p> <p>-Реализовать математические непрерывные 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</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</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
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Входной контроль проводится в виде письменной работы и контролируются знания по математике (математический анализ, линейная алгебра), основам статистики и статистических методов.
ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности	Устойчивость Защищаемое контрольное мероприятие	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>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Линейные неавтономные системы Защищаемое контрольное мероприятие</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>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Локальная устойчивость Итоговое контрольное мероприятие</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**

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