МИНОБРНАУКИ РОССИИ

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Руководитель ОПОП ВО  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.М. Ажмухамедов  «28» августа 2020 г. |  | УТВЕРЖДАЮ  Заведующий кафедрой ИТ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Окладникова  «28» августа 2020 г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Составитель(-и) | **Окладникова С.В., к.т.н., зав. кафедрой информационных технологий** |
| Направление подготовки | **27.06.01 Управление в технических системах** |
| Направленность (профиль) ОПОП | **Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)** |
| Квалификация | **«Исследователь. Преподаватель-исследователь»** |
| Форма обучения | **очная** |
| Год приема | **2020** |

Астрахань – 2020

**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование в научных исследованиях» являются углубленное изучение принципов построения математических моделей различных классов при проведении научных исследований на основе как экспертных оценок, так и статистической информации, с использованием современных аналитических и вычислительных методов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): «Математическое моделирование в научных исследованиях»

* изучение основных типов моделей и математических методов исследования систем различных классов;
* изучение и освоение методических принципов построения моделей различных систем, в том числе, в условиях неопределенности, методов формализации моделей;
* разработка моделей реальных систем различных классов с использованием современных методов исследования;
* обработка и анализ результатов моделирования реальных систем для выявления свойств и закономерностей, присущих процессам, протекающим в системах;
* изучение основных принципов и методов верификации моделей на основе экспертных оценок и статистической информации.

**2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЕВСТРУКТУРЕ ОПОП**

2.1 Учебная дисциплина (модуль) «Математическое моделирование в научных исследованиях» относится к вариативной части.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, изучаемыми в образовании по программам магистратуры, специалитета*,* а также по дисциплине:

Информационные технологии в научных исследованиях.

Знания: основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ;

Умения:

* уметь разрабатывать модели реальных систем, формулировать и решать задачи анализа и синтеза систем различных классов, используя современные методы исследования;
* уметь анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах;
* уметь ставить и решать задачи оптимизации систем с учетом требований, предъявляемых к качеству их функционирования;

Навыки:

* владеть современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования сложных систем, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: педагогическая практика, педагогика и психология высшей школы, научно-исследовательская деятельность.

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

***а) профессиональных (ПК):***

способность к исследованию возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов комплексов программ, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений (ПК-1);

способность создания математических методов, аппаратно-программных средств и технологий обработки информации, соответствующих современным направлениям развития информатики и ВТ (ПК-2);

способность применять методы вычислительной математики и математического моделирования для решения прикладных задач (ПК-3).

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код компетенции | Планируемые результаты освоения дисциплины | | |
| Знать | Уметь | Владеть |
| способность к исследованию возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов комплексов программ, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений (ПК-1) | Основы программирования,  подходы к созданию математических и имитационных компьютерных моделей; виды характеристик комплексов программ | улучшать технические, эксплуатационные экономические и эргономические характеристики комплексов программ | Владеть навыками разработки математических и компьютерных моделей для решения задач разработки новых принципов построения и технических решений |
| способность создания математических методов, аппаратно-программных средств и технологий обработки информации, соответствующих современным направлениям развития информатики и ВТ (ПК-2) | Основные математические методы, аппаратно-программные средства и технологии обработки информации | Использовать и создавать математические методы, аппаратно-программные средства и технологии обработки информации | современными методами обработки информации, соответствующими современным направлениям развития информатики и ВТ |
| способность применять методы вычислительной математики и математического моделирования для решения прикладных задач (ПК-3). | Основные сведения из научно-предметной области деятельности, в т.ч. связанные с методами математических моделирования и обработки данных | Собирать, анализировать, структурировать и обобщать информацию в рамках научно-предметной области деятельности | Методами вычислительной математики и математического моделирования для решения прикладных задач |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет – 4 зачетные единицы, 144 академических часов. На контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) – 20 часов и на самостоятельную работу обучающихся – 124 часа.

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование радела (темы) | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа  (в часах) | | | Самостоят. работа | Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)*  Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* |
| Л | ПЗ | ЛР |
|  | Классификация моделей. | 3 |  | 2 | 2 |  | 25 | Устный опрос |
|  | Классификация математических моделей. | 3 |  | 2 | 2 |  | 25 | Устный опрос |
|  | Методические принципы построения моделей | 3 |  | 2 | 2 |  | 25 | Устный опрос |
|  | Математические модели в научных исследованиях | 3 |  | 2 | 2 |  | 25 | Устный опрос |
|  | Моделирование в условиях неопределенности | 3 |  | 2 | 2 |  | 24 | Устный опрос.  Итоговое тестирование |
| **ИТОГО** | |  |  | **10** | **10** |  | **124** | **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ** |

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы.

**Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов   
учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Темы,  разделы  дисциплины | Кол-во  часов | Компетенции | | | |
| ПК 1 | ПК 2 | ПК 3 | общее количество компетенций |
| Классификация моделей. | 29 | + | + | + | 3 |
| Классификация математических моделей. | 29 | + | + | + | 3 |
| Методические принципы построения моделей | 29 | + | + | + | 3 |
| Математические модели в научных исследованиях | 29 | + | + | + | 3 |
| Моделирование в условиях неопределенности | 28 | + | + | + | 3 |

**Содержание дисциплины**

**Классификация моделей**

Формальная классификация моделей. Линейные или нелинейные модели.

Сосредоточенные или распределённые системы. Детерминированные или стохастические.

Статические или динамические. Дискретные или непрерывные. Классификация по способу представления объекта. Содержательные и формальные модели. Содержательная классификация моделей

**Классификация математических моделей**

Понятие математической модели. В зависимости от оператора модели: простые, сложные, алгоритмические, линейные, нелинейные. Классификация математических моделей в зависимости от входных и выходных. Модели с неопределенными параметрами. Модели по отношению к размерности, ко времени, в зависимости от вида используемых параметров. Модели по целям моделирования. Управленческие модели. Модели в зависимости от метода реализации, по объектам исследования. По принадлежности модели к иерархическому уровню описания объекта.

По характеру отображаемых свойств модели. По порядку расчета. В зависимости от использования управления процессом.

**Методические принципы построения моделей**

Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости.

Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.

**Математические модели в научных исследованиях**

Моделирование как метод познания реальной действительности. .Прямые и обратные задачи научной теории. Методы решения прямых задач моделирования. Методы решения обратных задач моделирования.

Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании. Общая классификация методов математического моделирования. Этапы математического моделирования (построение математической модели; разработка алгоритма для реализации на компьютере; создание программы на языке программирования). Основные этапы численного решения задачи на компьютере (физическая постановка задачи; математическое моделирование; выбор численного метода; разработка алгоритма решения задачи; составление и отладка программы; расчет и анализ результатов). Методы планирования эксперимента и методы обработки экспериментальных данных. Инструментальные средства и технологии создания математических моделей Применение электронных таблиц для построения компьютерных математических моделей. Применение систем компьютерной алгебры для построения математических моделей. Вычисление и математический анализ, форматирование объектов, графическая визуализация, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные функции, модульное программирование, работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, сохранение и использование данных. Методы статистической обработки экспериментальных данных. Примеры решения систем алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений в рассматриваемом прикладном программном обеспечении.

**Моделирование в условиях неопределенности**

Закономерности, описывающие процессы и явления объективного мира. Наиболее значимые причины появления неопределенности. Типы неопределенности. Причины возникновения неоднозначности. Математически неопределенность может быть описана: стохастически, статистически, с позиции теории нечетких множеств и интервально. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиции теории нечетких множеств. Моделирование в условиях стохастической неопределенности

**5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ   
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

Обучающемся проводится лекция с коллективным исследованием. По ходу излагаемого материала обучающимся предлагается совместно вывести то или иное правило, комплекс требований, определить закономерность на основе имеющихся знаний. Подводя итог рассуждениям, предложениям аспирантов, преподаватель дает правильное решение путем постановки необходимого вопроса.

Цель семинарских и практических занятий углубить и закрепить соответствующие знания аспирантов по предмету, но и развить инициативу, творческую активность, вооружить будущего специалиста методами и средствами научного познания. С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Он предполагает возможность использования рефератов.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер радела (темы) | Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение | Кол-во  часов | Формы работы |
| Классификация моделей. | Когнитивные, концептуальные и формальные модели. | 25 | Внеаудиторная,  изучение учебных пособий |
| Классификация математических моделей. | Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации. | 25 | Внеаудиторная,  изучение учебных пособий |
| Методические принципы построения моделей | Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. | 25 | Внеаудиторная,  изучение учебных пособий |
| Математические модели в научных исследованиях | Эколого-экономические и медико-эколого-экономические модели. | 25 | Внеаудиторная,  изучение учебных пособий |
| Моделирование в условиях неопределенности | Моделирование в условиях стохастической неопределенности. | 24 | Внеаудиторная,  изучение учебных пособий |

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно – не предусмотрено .

**6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов в рамках изучения дисциплины «Математическое моделирование в научных исследованиях» предусмотрено использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

| **Название образовательной технологии** | **Темы, разделы дисциплины** | **Краткое описание применяемой технологии** |
| --- | --- | --- |
| Анализ проблемных ситуаций | По всем темам | Анализ проблемных ситуаций, выбор наиболее рациональных математических методов и моделей для обеспечения информационно-аналитической поддержки соответствующих решений, запись математических моделей на бумаге или в электронной форме, определение целесообразных численных методов для реализации разработанных математических моделей |
| Проведение сеансов видеоконференцсвязи | По всем темам | Использования сеансов видеоконференцсвязи для оперативного обсуждения с аспирантами вопросов, относящихся к теме курса |
| Изучение «свежих» статей, публикуемых в научных журналах университета | По всем темам | Используются свежие статьи, опубликованные в журналах Астраханского государственного университета (с целью анализа содержащейся в них информации, изучения новых методов и подходов к анализу данных) |
| Подготовка научных публикаций | По всем темам | С помощью преподавателя подготавливаются тексты научных публикаций, связанные с темой кандидатской диссертации |
| Решение практических задач расчетного характера с использованием штатных средств электронных таблиц и разработки программ для ЭВМ | По всем темам | Используются индивидуализированные постановки задач для решения на аудиторных занятиях |

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;

- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

- использование электронной почты преподавателя;

- использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LМS Moodle) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название информационной технологии | Темы, разделы дисциплины | Краткое описание  применяемой технологии |
| Использование возможностей Интернета в учебном процессе | По всем темам | Проведение входного, текущего и рейтингового контроля знаний учащихся (в системах электронного обучения) |
| Использование средств представления учебной информации | По всем темам | Использование мультимедийной презентации |

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

а) Перечень лицензионного учебного программного обеспечения:

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование программного обеспечения | Назначение |
| Adobe Reader | Программа для просмотра электронных документов |
| Moodle | Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ» |
| Mozilla FireFox | Браузер |
| Microsoft Office 2013,  Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013 | Пакет офисных программ |
| 7-zip | Архиватор |
| Microsoft Windows 7 Professional | Операционная система |
| Kaspersky Endpoint Security | Средство антивирусной защиты |
| Платформа дистанционного обучения LМS Moodle | Виртуальная обучающая среда |

б) Информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: [https://library.asu.edu.ru](https://library.asu.edu.ru/).
2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
3. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
4. Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>
5. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) [http://mars.arbicon.ru](http://mars.arbicon.ru/)
6. Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com)
7. Справочная правовая система КонсультантПлюс: [http://www.consultant.ru](http://www.consultant.ru/)
8. Информационно-правовое обеспечение «Система ГАРАНТ»: [http://garant-astrakhan.ru](http://garant-astrakhan.ru/)

**7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И   
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование в научных исследованиях» проверяется сформированность у обучающихся компетенций*,* указанных в разделе 3 настоящей программы*.* Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 5. Соответствие изучаемых разделов,   
результатов обучения и оценочных средств**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля) | Код контролируемой компетенции (компетенций) | Наименование  оценочного средства |
| 1 | Классификация моделей. | ПК 1, ПК 2, ПК 3 | Вопросы для обсуждения |
| 2 | Классификация математических моделей. | ПК 1, ПК 2, ПК 3 | Вопросы для обсуждения |
| 3 | Методические принципы построения моделей | ПК 1, ПК 2, ПК 3 | Вопросы для обсуждения |
| 4 | Математические модели в научных исследованиях | ПК 1, ПК 2, ПК 3 | Вопросы для обсуждения |
| 5 | Моделирование в условиях неопределенности | ПК 1, ПК 2, ПК 3 | Вопросы для обсуждения. Итоговое тестирование. Вопросы к зачету |

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 6. Критерии оценивания результатов обучения**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии** | **Оценка** |
| Аспирант владеет освоенными в процессе прохождения практики компетенциями в полном объеме, может доступно излагать материал отчета, приводит примеры по объекту практики. Отчет раскрывает основные критические пункты программы практики и индивидуального задания.  Электронная презентация визуально оформлена интересно, с использованием доступных грамотных схем. Текст доступен для восприятия слушателем.  Аспирант ответил на все вопросы, допустил не более 1 ошибки в ответе. | отлично |
| Аспирант владеет основными освоенными в процессе прохождения практики компетенциями, может доступно излагать материал отчета, примеры по объекту практики отсутствуют. Отчет раскрывает основные критические пункты программы практики и индивидуального задания не в полном объеме.  Электронная презентация визуально оформлена в основном в форме текста, без графического и табличного представления. Текст доступен для восприятия слушателем.  Аспирант ответил на все вопросы, допустил более 1, но менее 3 ошибок. | хорошо |
| Аспирант слабо освоил необходимые компетенции, материал отчета изложен не логично, примеры по объекту практики отсутствуют. Отчет не раскрывает основные критические пункты программы практики и индивидуального задания.  Электронная презентация визуально оформлена в основном в форме текста, без графического и табличного представления. Текст плохо доступен для восприятия слушателем.  Аспирант ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки. | удовлетворительно |
| Аспирант не освоил необходимые компетенции, материал отчета изложен не логично, примеры по объекту практики отсутствуют. Отчет не раскрывает критические пункты программы практики, оформлен не в соответствии с требованиями.  Электронная презентация визуально оформлена не интересно, в основном в форме текста и не соответствует программы практики и индивидуальному заданию. Текст презентации плохо доступен для восприятия слушателем.  Аспирант ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок. | Неудовлетворительно |

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Классификация моделей**

***1. Вопросы для обсуждения***

1. Формальная классификация моделей.
2. Линейные или нелинейные модели.
3. Сосредоточенные или распределённые системы.
4. Детерминированные или стохастические системы.
5. Статические или динамические модели.
6. Дискретные или непрерывные модели.
7. Классификация по способу представления объекта.
8. Содержательные и формальные модели.
9. Содержательная классификация моделей

**Классификация математических моделей**

***1. Вопросы для обсуждения***

1. Понятие математической модели.
2. Классификация математических моделей в зависимости от оператора.
3. Классификация математических моделей в зависимости от входных и выходных.
4. Модели с неопределенными параметрами.
5. Модели по отношению к размерности,
6. Классификация математических моделей ко времени,
7. Классификация математических моделей в зависимости от вида используемых параметров.
8. Классификация математических моделей по целям моделирования.
9. Управленческие модели.
10. Классификация математических моделей в зависимости от метода реализации.
11. Классификация математических моделей по объектам исследования.
12. Классификация математических моделей по принадлежности модели к иерархическому уровню описания объекта.
13. Классификация математических моделей по характеру отображаемых свойств модели.
14. Классификация математических моделей по порядку расчета.
15. Классификация математических моделей в зависимости от использования управления процессом.

**Методические принципы построения моделей**

***1. Вопросы для обсуждения***

1. Принцип информационной достаточности.
2. Принцип осуществимости.
3. Принцип множественности моделей.
4. Принцип агрегирования.
5. Принцип параметризации.

**Математические модели в научных исследованиях**

***1. Вопросы для обсуждения***

1. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании.
2. Общая классификация методов математического моделирования.
3. Этапы математического моделирования.
4. Основные этапы численного решения задачи на компьютере
5. Методы планирования эксперимента и методы обработки экспериментальных данных.
6. Инструментальные средства и технологии создания математических моделей
7. Применение электронных таблиц для построения компьютерных математических моделей.
8. Применение систем компьютерной алгебры для построения математических моделей.
9. Вычисление и математический анализ, форматирование объектов, графическая визуализация, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные функции, модульное программирование, работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, сохранение и использование данных.
10. Методы статистической обработки экспериментальных данных.
11. Примеры решения систем алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений в рассматриваемом прикладном программном обеспечении.

**Моделирование в условиях неопределенности**

***1. Вопросы для обсуждения***

1. Закономерности, описывающие процессы и явления объективного мира.
2. Наиболее значимые причины появления неопределенности.
3. Типы неопределенности.
4. Причины возникновения неоднозначности.
5. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиции теории нечетких множеств.
6. Моделирование в условиях стохастической неопределенности

***2. Итоговое тестирование***

**Примерные тестовые задания для итогового тестирования:**

В рамках статистических исследований в «выборке» количество объектов всегда

* меньше чем в «генеральной совокупности»
* равно количеству объектов в генеральной совокупности
* больше количества объектов в генеральной совокупности
* должна составлять не менее 50% от числа объектов генеральной совокупности

При аппроксимации зависимостей процессов регрессионное уравнение может быть

* линейным
* квадратичной параболой
* кубической параболой
* только ступенчатой функцией
* дискретной кохлеоидой

Для программирования алгоритмов, используемых в целях моделирования, могут быть использованы такие языки программирования

* «Си»
* ФОРТРАН
* Бэйсик
* Q++
* F#
* PL/9

Для поддержки принятия решений могут использоваться методы

* линейного программирования
* дробно-линейного программирования
* параметрического программиирования
* дискретно-выпуклого программирования
* дискретно-вогнутого программирования
* дискретно-конвергентного программирования

Для оптимизации решений могут применяться такие методы

* динамического программирования
* нелинейного программирования
* инверсного программирования
* виртуально-математического программирования
* детерминировано-линейного программирования
* конвергентного программирования

К методам «нелинейного программирования» относятся задачи с

* нелинейной критериальной функцией
* нелинейными ограничениями для переменных
* конвергентной критериальной функцией
* конвергентными ограничениями для переменных
* дискретно-динамическими ограничениями для переменных

Для практического использования методов «математического программирования» можно использовать средство «поиск решения» из такого программного обеспечения

* Microsoft Excel
* OpenOffice Calc
* Microsoft Word
* Microsoft PowerPoint
* CorelPerfectSpreadSheet
* GoogleAnalitics
* AdobeMathSolver

Термин «прогнозирование» применительно к социально-экономическим процессам может означать

* оценку значений одного показателя в будущие моменты времени
* оценку совокупности показателей в будущие моменты времени
* определение тенденций развития таких процессов
* только экспертное получение оценок
* исключительно использование нейронных сетей для выполнения прогнозов (с учетом специфики объекта прогнозирования)
* ни один другой ответ не является правильным

Искусственные нейронные сети могут использоваться для решения следующих задач, связанных с управлением социально-экономическими системами

* анализа данных, представленных одномерными временными рядами
* анализа данных, представленных многомерными временными рядами
* построения конвергентных уравнений
* главным образом выполнения дисперсионного анализа данных
* преимущественно выполнения корреляционного анализа данных

**Вопросы для зачета:**

1. Формальная классификация моделей.
2. Линейные или нелинейные модели.
3. Сосредоточенные или распределённые системы.
4. Детерминированные или стохастические системы.
5. Статические или динамические модели.
6. Дискретные или непрерывные модели.
7. Классификация по способу представления объекта.
8. Содержательные и формальные модели.
9. Содержательная классификация моделей
10. Понятие математической модели.
11. Классификация математических моделей в зависимости от оператора.
12. Классификация математических моделей в зависимости от входных и выходных.
13. Модели с неопределенными параметрами.
14. Модели по отношению к размерности,
15. Классификация математических моделей ко времени,
16. Классификация математических моделей в зависимости от вида используемых параметров.
17. Классификация математических моделей по целям моделирования.
18. Управленческие модели.
19. Классификация математических моделей в зависимости от метода реализации.
20. Классификация математических моделей по объектам исследования.
21. Классификация математических моделей по принадлежности модели к иерархическому уровню описания объекта.
22. Классификация математических моделей по характеру отображаемых свойств модели.
23. Классификация математических моделей по порядку расчета.
24. Классификация математических моделей в зависимости от использования управления процессом.
25. Принцип информационной достаточности.
26. Принцип осуществимости.
27. Принцип множественности моделей.
28. Принцип агрегирования.
29. Принцип параметризации.
30. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании.
31. Общая классификация методов математического моделирования.
32. Этапы математического моделирования.
33. Основные этапы численного решения задачи на компьютере
34. Методы планирования эксперимента и методы обработки экспериментальных данных.
35. Инструментальные средства и технологии создания математических моделей
36. Применение электронных таблиц для построения компьютерных математических моделей.
37. Применение систем компьютерной алгебры для построения математических моделей.
38. Вычисление и математический анализ, форматирование объектов, графическая визуализация, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные функции, модульное программирование, работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, сохранение и использование данных.
39. Методы статистической обработки экспериментальных данных.
40. Примеры решения систем алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений в рассматриваемом прикладном программном обеспечении.
41. Закономерности, описывающие процессы и явления объективного мира.
42. Наиболее значимые причины появления неопределенности.
43. Типы неопределенности.
44. Причины возникновения неоднозначности.
45. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиции теории нечетких множеств.
46. Моделирование в условиях стохастической неопределенности

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценивание аспирантов осуществляется в соответствие с требованиями и критериями 100-балльной шкалы. Зачет основан на итоговой оценке, включающий в себя следующее: суммы баллов по результатам текущего контроля (устные опросы, контрольные задания, комплексное задание творческого (проблемного) характера; результаты работы на занятиях в процессе обучения (инициативность, качество выполнения текущих заданий и пр.); результаты итогового тестирования; количества пропусков занятий; публикационная активность по теме учебного курса.

Преподаватель, реализующий дисциплину, в зависимости от уровня подготовленности, обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

**8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ   
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ( сравнить с обновленным списком 2018 г.)**

**а) Основная литература:**

1. Никонов, О. И. Математическое моделирование и методы принятия решений : учебное пособие / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева ; под редакцией А. А. Астафьев. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 100 c. — ISBN 978-5-7996-1562-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/69624.html (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
2. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 179 c. — ISBN 978-5-7829-0534-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/73309.html> (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
3. Юрчук, С. Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 96 c. — ISBN 978-5-906953-43-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/78562.html (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
4. Ракул Е.А., Теория принятия решений: учебное пособие для магистрантов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Ракул Е.А. - Брянск : Брянский ГАУ, 2019. - 78 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/IBGAU_058.html> (ЭБС "Консультант студента")
5. Зайцев М.Г., Методы оптимизации управления для менеджеров: компьютерно-ориентированный подход : учебное пособие. - 4-е изд./ Зайцев М.Г. - М.: Дело, 2017. - 312 с. - ISBN 978-5-7749-1140-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785774911400.html> (ЭБС "Консультант студента")

**б) Дополнительная литература**

1. Буйначев, С. К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С. К. Буйначев ; под редакцией Ю. В. Песин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 72 c. — ISBN 978-5-7996-1197-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html> (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
2. Постников В.М., Методы принятия решений в системах организационного управления : учеб. пособие / В.М. Постников, В.М. Черненький - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 205 с. - ISBN 978-5-7038-3946-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839461.html> (ЭБС "Консультант студента")
3. Машунин Ю.К., Теория управления. Математический аппарат управления в экономике : учеб. пособие / Ю.К. Машунин - М. : Логос, 2013. - 448 с. (Новая университетская библиотека) - ISBN 978-5-98704-736-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047361.html> (ЭБС "Консультант студента")
4. Джафаров К.А., Методы оптимальных решений : учеб. пособие / Джафаров К.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 76 с. - ISBN 978-5-7782-2526-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778225268.html> (ЭБС "Консультант студента")
5. Трофимов В.Б., Экспертные системы в АСУ ТП : учебник / В.Б. Трофимов, И.О. Темкин. - М. : Инфра-Инженерия, 2020. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0480-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972904808.html> (ЭБС "Консультант студента")
6. Доррер Г.А., Методы и системы принятия решений : учеб. пособие / Доррер Г.А. - Красноярск : СФУ, 2016. - 210 с. - ISBN 978-5-7638-3489-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834895.html> (ЭБС "Консультант студента")
7. Балдин К.В., Методы оптимальных решений : учебник / Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В.; под общ. ред. Балдина К.В. - 5-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2020. - 328 с. - ISBN 978-5-9765-2068-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765206841.html> (ЭБС "Консультант студента")

**в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)**

1. ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" <http://www.studentlibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/>

**9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вуз располагает необходимыми материально-техническими условиями для качественного проведения учебного процесса по реализуемой ОПОП ВО. Материально-техническое обеспечение включает необходимые учебные и вспомогательные площади для учебного процесса, достаточную инфраструктуру, обеспечение учебного процесса вычислительной и оргтехникой, достаточным количеством учебных материалов. Все учебные помещения оборудованы соответствующей мебелью, досками, техническими средствами обучения, что позволяет качественно осуществлять учебный процесс.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление аспиранта (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).