

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2020 14:26:14  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«24» ноября 2020 г.  
М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Имитационное моделирование сложных технических систем и анализ больших данных»

Направление подготовки – 09.04.03 «Прикладная информатика»

Направленность (профиль) – «Системы корпоративного управления для инновационных отраслей»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-4** «Способен проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.015** Специалист по информационным системам.

**Обобщенная трудовая функция Д (6)** – «Управление работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы».

**Трудовая функция Д /17.7–** «Организационное и технологическое обеспечение разработки баз данных».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-4.ИМСТСиАБД</b> Способен проводить на основе больших данных имитационное моделирование ИУС в целях их совершенствования	Моделирование и проектирование прикладных и информационных процессов на основе современных технологий	<b>Знания</b> принципов моделирования информационно-управляющих систем и основ построения математических моделей их функционирования. <b>Умение</b> выполнять статистический анализ данных, оценивать и прогнозировать параметры информационно-управляющих систем с использованием моделей машинного обучения. <b>Опыт</b> практической разработки моделей информационно-управляющих систем, с использованием языка программирования Python.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока ФТД «Факультативы» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в областях: теория вероятности и статистики, объектно-ориентированное программирование и программирование на языках высокого уровня.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	4	144	16	-	32	96	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
<b>Модуль 1.</b> Функционирование современных сложных технических систем. Работа с данными.	2		4	14	Выполнение ДЗ №1 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
<b>Модуль 2.</b> Отказы сложных технических систем. Статистические распределения и гипотезы	2		4	12	Выполнение ДЗ №2 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
<b>Модуль 3.</b> Задача прогнозирования состояния компонентов сложных технических систем	2		4	12	Выполнение ДЗ №3 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания

<b>Модуль 4.</b> Построение моделей прогнозирования на основе методов машинного обучения	6		8	22	Выполнение ДЗ №4 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
<b>Модуль 5.</b> Прогнозирование отказов сложных технических систем на основе данных о ТС компонентов изделия	2		8	20	Выполнение ДЗ №5 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
<b>Модуль 6.</b> Средства наглядной визуализации большого объема данных.	2		4	16	Выполнение ДЗ №6 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания Тестирование

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	<p>Общая характеристика современных радиолокационных станций дальнего обнаружения. Современные РЛС с синтезированной апертурой как наукоемкие высокотехнологичные изделия. Особенности создания, функционирования и эксплуатации РЛС с синтезированной апертурой. Современные методы и средства контроля технического состояния РЛС с синтезированной апертурой.</p> <p>Автоматизация эксплуатации РЛС с синтезированной апертурой. Организация эксплуатации РЛС с синтезированной апертурой. Автоматизация управления эксплуатацией РЛС с синтезированной апертурой. Цели и решаемые задачи. Контроль технического состояния РЛС с синтезированной апертурой.</p>

2	2	2	<p>Элементы теории вероятностей. Введение в теорию вероятностей. Введение в теорию случайных процессов</p> <p>Элементы математической статистики. Введение в математическую статистику. Некоторые статистические критерии и проблема статистического вывода.</p> <p>Элементы теории оптимального управления. Задача оптимального управления. Стохастические дифференциальные уравнения.</p>
3	3	2	<p>Реконфигурируемая контрольно-диагностическая система РЛС с синтезированной апертурой. Реконфигурируемая контрольно-диагностическая система. Цели и решаемые задачи. РКДС. Состав и структура РКДС. Вариативная модель технического диагностирования при помощи РКДС. Алгоритмы работы РКДС в интересах автоматизации эксплуатации РЛС с синтезированной апертурой</p> <p>Имитационная модель РЛС с синтезированной апертурой. Формализация имитационной модели РЛС с синтезированной апертурой. Структурно-функциональная схема имитационной модели. Алгоритмы построения имитационной модели.</p>
4	4	2	<p>Введение в машинное обучение и анализ данных. Задача машинного обучения. Линейные методы. Нелинейные методы. Искусственные нейронные сети. Ансамблевые методы.</p>
	5	2	<p>Методы расчета показателей надежности РЛС с синтезированной апертурой. Особенности анализа надежности РЛС с синтезированной апертурой. Классификация отказов. Виды и оценка распределений отказов в аппаратно-программных комплексах РЛС с синтезированной апертурой.</p>
	6	2	<p>Методы и модели расчета показателей надежности. Анализ способов формирования структурной схемы надежности РЛС с синтезированной апертурой. Восстановление структурной схемы надежности критических элементов функциональных систем РЛС с синтезированной апертурой.</p> <p>Применение машинного обучения для прогнозирования функциональных характеристик и параметров, определяющих техническое состояние РЛС с синтезированной апертурой.</p>
5	7	2	<p>Качество эксплуатации РЛС с синтезированной апертурой. Оценка и прогнозирование функциональных характеристик РЛС с синтезированной апертурой. Прогнозное управление ключевыми показателями качества функционирования РЛС с синтезированной апертурой. Модели и алгоритмы оценки прогнозирования функциональных характеристик РЛС с синтезированной апертурой. Выявление взаимосвязей между отказами элементов РЛС с синтезированной апертурой на основе статистического анализа данных</p> <p>Модели и алгоритмы оценки прогнозирования функциональных характеристик РЛС с синтезированной апертурой. Прогнозирование функциональных характеристик РЛС с синтезированной апертурой на основе эмпирического распределения отказов.</p> <p>Прогнозирование функциональных характеристик РЛС с</p>

			синтезированной апертуройна основе алгоритмов машинного обучения.
6	8	2	Интеллектуальная система поддержки функциональных характеристик (ИСП ФХ) РЛС с синтезированной апертурой. Цели и задачи ИСП ФХ. Поддержание заданных характеристик надежности РЛС с синтезированной апертуройна основе резервирования элементов по предотказному состоянию. Обоснование периода и длительности превентивного ТО на основе прогнозирования функциональных характеристик. Когнитивный интерфейс поддержки боевых возможностей РЛС с синтезированной апертуройна основе критерия визуальной простоты.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	«Синтаксис языка программирования Python».
	2	4	«Статистический анализ данных».
3	3	4	«Построение статистической модели прогнозирования».
	4	4	«Анализ данных. Методы машинного обучения. Часть 1».
	5	4	«Анализ данных. Методы машинного обучения. Часть 2».
4	6	4	«Оценка точности прогнозирования отказов ИУС».
	7	8	. «Визуализация проведенного анализа».

#### 4.3. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
2	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных

		ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
3	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
4	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
5	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
6	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекции
	4	Подготовка текущего ДЗ
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины

- ✓ Методические рекомендации
- ✓ Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- ✓ Ссылки на литературу по всей дисциплине
- ✓ Образовательная технология ко всей дисциплине

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Сузи Р.А. Язык программирования Python / Р.А. Сузи. - 2-е изд. - М. : ИНТУИТ.РУ, 2016. - 350 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100546> (дата обращения: 16.11.2020). - ISBN 5-9556-0058-2 : 0-00.
2. Белоус, А. И. Космическая электроника : В 2-х кн. Кн. 1 / А. И. Белоус, В. А. Солодуха, С. В. Шведов. - Москва : Техносфера, 2015. - 696 с. - (Мир электроники).

- URL: <https://e.lanbook.com/book/76155> (дата обращения: 05.11.2020). - ISBN 978-5-94836-398-1. - Текст : электронный.
3. Моделирование микропроцессорных систем на базе программируемых логических интегральных схем с использованием Verilog HDL и САПР Quartus II : Учеб. пособие по курсу "Микропроцессорные средства и системы" / Д.Н. Беклемишев, А.Н. Орлов, М.Г. Попов, А.А. Кудров; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. А.Л. Переверзева. - М. : МИЭТ, 2014. - 100 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0760-4 : б.ц., 350 экз.
  4. Микропроцессорные средства и системы : Курс лекций / Д.Н. Беклемишев, А.Н. Орлов, А.Л. Переверзев [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Ю.В. Савченко. - М. : МИЭТ, 2013. - 288 с. - ISBN 978-5-7256-0723-9 : б.ц., 350 экз.

#### Нормативная литература

1. **ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками)** = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018 : Взамен ГОСТ 7.32-2001. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [ л.]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 24.02.2021). - Текст : электронный.

### 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

### 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.



В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах электронных компонентов видео-сервисов:

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория прототипирования и тестирования ИУС	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС;	Win pro от 7, Python Anaconda
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-4.ИМСТСиАБД «Способен проводить на основе больших данных имитационное моделирование ИУС в целях их совершенствования»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

«Имитационное моделирование информационно-управляющих систем и анализ больших данных» – это области знаний, объединяемые на современном этапе в единый методический комплекс, представляющий собой важнейший инструмент диагностики функционирования сложных современных ИУС.

Дисциплина базируется на следующих, ранее изученных предметах: «Теория вероятностей и статистика», «Специальные разделы математического анализа», «Электротехника и электроника». Студенты должны освоить эти дисциплины для успешного усвоения материала по данному курсу.

В настоящем курсе «Имитационное моделирование информационно-управляющих систем и анализ больших данных» материал представлен шестью модулями. В первом модуле приводятся общие сведения об особенностях функционирования современных ИУС и их эксплуатации, структуре файлов с данными о техническом состоянии ИУС. Рассматриваются задачи по обработке данных о техническом состоянии разных компонентов ИУС с целью приведения их к единому формату для решения задачи прогнозирования отказов. Второй модуль посвящен изучению характера отказов компонентов ИУС. Строятся различные распределения отказов, оцениваются параметры распределений и характеристики надежности ИУС, разрабатываются модели по проверке статистических гипотез о виде распределения. В третьем модуле изучается задача прогнозирования технического состояния компонентов ИУС на основе данных об отказах изделия. Рассматриваются основы построения моделей прогнозирования с использованием эмпирического распределения. Четвертый модуль посвящен задаче прогнозирования технического состояния компонентов ИУС на основе данных с датчиков контроля. Рассматриваются основы построения моделей прогнозирования с использованием методов машинного обучения с «учителем» (градиентный бустинг на решающих деревьях). В пятом модуле изучается задача прогнозирования технического состояния ИУС на основе данных о техническом состоянии компонентов изделия. Рассматриваются и анализируются различные методы машинного обучения. Оценивается точность прогнозирования с помощью разных метрик. Шестой модуль посвящен изучению способов наглядной визуализации большого объема данных. Рассматриваются и изучаются возможности библиотеки plotly для построения классических, так и трехмерных и интерактивных графиков по результатам анализа данных.

Все модули могут быть изучены как логически-законченные темы. Теоретические знания по всем модулям закрепляются при проведении соответствующих лабораторных работ. Выполнение всех лабораторных работ обязательно для получения допуска к экзамену. Выполнение каждой лабораторной работы состоит из следующих составляющих:

- подготовка к проведению лабораторной работы;
- допуск к выполнению лабораторной работы;
- выполнение лабораторной работы;
- оформление отчета по лабораторной работе;
- защита лабораторной работы
- выполнение индивидуального практического задания на тематику лабораторных работ/ индивидуального самостоятельного задания на тематику практических занятий

Рекомендуется перед выполнением очередной лабораторной работы ознакомиться с заданием и ходом ее выполнения.

В качестве допуска к лабораторной работе студент должен ответить преподавателю на вопросы по темам, представленным в лекциях.

В процессе выполнения работы преподаватель помогает студентам, отвечая на их вопросы. Прежде, чем обратиться за помощью преподавателя, рекомендуется предварительно сформировать собственное мнение по интересующему вопросу, и, при необходимости, корректировать его, выслушав советы преподавателя. Не допускается завершать лабораторную работу досрочно, если не проведены требуемые расчеты и не получены необходимые результаты. Рекомендуется ход выполнения лабораторной работы, расчеты и результаты отражать в черновых материалах. Черновые материалы проверяются и заверяются преподавателем. Оформление итогового отчета в ходе выполнения лабораторной работы не допускается.

Итоговый отчет по лабораторной работе оформляется в рамках ресурсов по самостоятельной работе в период времени, предшествующий проведению очередной лабораторной работы. В обязательном порядке итоговый отчет должен содержать сведения, указанные в Лабораторном практикуме. Дополнительный материал, который студент считает необходимым поместить в итоговый отчет – не ограничивается.

Защита лабораторной работы проводится в процессе выполнения последующей лабораторной работы в интервал времени, который студент считает целесообразным. Защита состоит из анализа преподавателем содержания итогового отчета (при необходимости совместно с черновыми материалами) по лабораторной работе и опроса студентов. Допускается в процессе защиты исправление в итоговом отчете незначительных ошибок, неточностей, опусков и др., не связанных с грубыми ошибками методического характера, искажающими суть изучаемой дисциплины. Так как содержание лабораторного практикума дополняет содержание лекционного курса, вопросы при защите лабораторных работ могут не ограничиваться только материалом защищаемой работы, но и распространяться на лекционный материал для закрепления теоретических знаний. При неудовлетворительной подготовке студента защита лабораторной работы откладывается до проведения следующего занятия. «Доучивание» и повторная защита отложенной работы на текущем занятии не допускается. Также не допускается защита лабораторной работы в день ее выполнения.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные работы по тематике практических занятий (или семинарных, не знаю что лучше). Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных в ходе решения задач, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Для успешного прохождения всех контрольных мероприятий настоятельно рекомендуется конспектировать все лекции, даже если они даются в формате видеолекций. По всем вопросам, рассматриваемым на лекциях, можно дополнительно обратиться на консультации по расписанию. При отсутствии на лабораторном занятии выполнить и сдать работу можно будет только в конце семестра на дополнительном занятии.

## 11.2. Система контроля и оценивания


Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 70 баллов) и сдача экзамена(30 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Ассистент Института МПСУ, к.т.н.

 /А.Ю. Перлов/

Доцент Института МПСУ, к.т.н.

 /Д.В. Калеев/

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование сложных технических систем и анализ больших данных» по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», направленности (профиля) «Системы корпоративного управления для инновационных отраслей» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30» сентября 2020 года, протокол № 1

Зам. директора Института МПСУ

 /Д.В. Калеев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающим Институтом системной и программной инженерии и информационных технологий

Директор Института СПИНТех

 /Л.Г. Гагарина/


Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова /