

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета


(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем»

Направление подготовки
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)
«00 Радиотехника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем» является изучение статистических методов анализа и синтеза радиотехнических систем и устройств различного назначения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть математическим аппаратом векторного и матричного анализа, линейной алгебры, дифференциального исчисления, уметь решать основные типы дифференциальных уравнений, знать специальные функции и их свойства, знать основы теории вероятностей и математической статистики, иметь представление об основных понятиях радиотехники.

Полученные в курсе «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем» знания необходимы для изучения дисциплины «Радиотехнические системы».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция (код и формулировка) | Индикатор достижения компетенции (код и формулировка) | Перечень планируемых результатов обучения |
|---|---|--|
| Профессиональные компетенции | | |
| ПК-2. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных радиотехнических устройств и систем | ИД_ПК-2.1 Знает основные характеристики радиотехнических устройств и систем | знает: – принципы построения и характеристики радиотехнических систем: радиолокационных, радионавигационных, систем передачи информации, радиопротиводействия и др. |
| | ИД_ПК-2.2 Применяет экспериментальные методы исследования процессов в радиотехнических устройствах и системах | уметь: – выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; владеет: – методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем с использованием средств автоматизации проектирования. |
| | ИД_ПК-2.3 Проводит теоретические | знает: – основы теории обнаружения, различения, разрешения и оценки |

| | | |
|--|---|--|
| | исследования радиотехнических устройств и систем | <p>параметров сигналов, используемых в радиотехнических системах;</p> <p>– методы математическое и имитационного моделирования объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;</p> <p>умеет:</p> <p>– выполнять математическое моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.</p> <p>владеет:</p> <p>– методиками расчета характеристик устройств обнаружения, различения, разрешения и оценки параметров сигналов для различных помех;</p> <p>– методиками математического моделирования объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.</p> |
| | ИД_ПК-2.4 Оформляет отчеты в соответствии предъявляемыми требованиями | <p>умеет:</p> <p>–представлять результаты моделирования и проектирования в соответствии с требованиями нормативных документов.</p> |

4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачёт. ед., 72 акад. час.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации |
|----------|---|---------|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| | | | Контактная работа | | | | | Самостоятельная работа | |
| | | | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | | |
| 1 | Статистическое описание сигналов, сообщений и помех | 7 | | | 5 | | | 5 | Отчет по лабораторной работе |
| 2 | Основы теории статистических решений | 7 | | | 5 | 1 | | 5 | Отчет по лабораторной работе |
| 3 | Обнаружение сигналов | 7 | | | 5 | | | 6 | Отчет по лабораторной работе |
| 4 | Оптимальная согласованная фильтрация сигналов | 7 | | | 6 | 1 | | 6 | Отчет по лабораторной работе |

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации |
|----------|---|----------|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| | | | Контактная работа | | | | | Самостоятельная работа | |
| | | | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | | |
| 5 | Оптимальная линейная фильтрация информационных процессов | 7 | | | 5 | | | 6 | Отчет по лабораторной работе |
| 6 | Различение и разрешение сигналов | 7 | | | 6 | 1 | | 6 | Отчет по лабораторной работе |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | 0,3 | | Зачёт |
| | ИТОГО | 7 | | | 34 | 3 | 0,3 | 34,7 | 72 |
| | <i>в том числе с ЭО и ДОТ</i> | | | | | | | | |

Содержание разделов дисциплины:

Тема № 1

Статистическое описание сигналов, сообщений и помех

Основные понятия теории вероятностей. Вероятностное описание случайных величин. Многомерные случайные величины. Случайные процессы.

Тема № 2

Основы теории статистических решений

Общие понятия. Решения. Функция потерь. Обобщенная функция потерь. Функция риска. Оптимальные решения. Оптимальные решения при наличии случайных неинформативных параметров сигнала. Оптимальные решения при наличии случайных параметров сообщения.

Тема № 3

Обнаружение сигналов

Постановка задачи обнаружения. Обнаружение детерминированного сигнала. Байесовское решение. Простая и обобщенная функции потерь. Небайесовское решение. Критерий Неймана-Пирсона. Отношение правдоподобия. Структура оптимального обнаружителя. Обнаружение сигнала со случайными параметрами. Обнаружение сигнала на фоне негауссовских помех. Обнаружение пространственно-временного сигнала.

Тема № 4

Оптимальная согласованная фильтрация сигналов

Общие положения теории согласованной фильтрации сигналов. Согласованный

фильтр для когерентной пачки радиоимпульсов. Согласованный фильтр для когерентной пачки радиоимпульсов с фазовой манипуляцией.

Тема № 5

Оптимальная линейная фильтрация информационных процессов

Основные положения теории фильтрации случайных процессов. Постановка задачи фильтрации случайных процессов. Оптимальный фильтр Винера. Цифровой рекурсивный фильтр Винера. Цифровой нерекурсивный фильтр Винера.

Тема № 6

Различение и разрешение сигналов

Постановка задачи при различении и разрешении сигналов. Структура оптимального различителя. Различение двух детерминированных сигналов. Различение двух квазидетерминированных сигналов. Задача «разрешение–обнаружение сигналов». Задача «разрешение–измерение параметров сигналов». Структура устройства оптимального «разрешения–обнаружения».

Список лабораторных работ

1. Статистическое описание сигналов, сообщений и помех.
2. Основы теории статистических решений.
3. Обнаружение сигналов.
4. Оптимальная согласованная фильтрация сигнал.
5. Оптимальная линейная фильтрация информационных процессов.
6. Различение и разрешение сигналов.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Лабораторное занятие – занятие, направленное на экспериментальное подтверждение теоретических положений.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;

для выполнения обучающимися практических заданий в ходе учебных занятий:

- среда разработки Code Composer Studio (свободное использование с отладчиками XDS100 и отладочными платами Digital Spectrum, с программным симулятором);
- GNU Octave.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Тихонов В. П., Харисов В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2004.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=349977&cat_cd=YARSU
2. Тихонов В. И., Шахтарин Б. П., Сизых В. В. Случайные процессы: примеры и задачи. Т. 1: случайные величины и процессы: учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2003.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=306953&cat_cd=YARSU

б) дополнительная литература

1. Радиотехнические системы: учебник для вузов. / под ред. Ю. М. Казаринова; М-во образования и науки РФ - М.: Академия, 2008. - 590 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1163995&cat_cd=YARSU
2. Рожков И. Т. Лабораторный практикум по курсу Радиотехнические системы: учеб. пособие. / И. Т. Рожков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 1992. - 63 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=247189&cat_cd=YARSU

в) ресурсы сети «Интернет»:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для лабораторных работ больше либо равно половине списочного состава группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор:

Доцент кафедры
цифровых технологий
и машинного обучения, к.т.н.

Тупицин В.В.

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Лабораторный практикум по статистической теории
радиотехнических систем»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Список лабораторных работ

1. Статистическое описание сигналов, сообщений и помех.
2. Основы теории статистических решений.
3. Обнаружение сигналов.
4. Оптимальная согласованная фильтрация сигнал.
5. Оптимальная линейная фильтрация информационных процессов.
6. Различение и разрешение сигналов.

Защита лабораторных работ

Перед выполнением лабораторных работ необходимо сдать теоретический минимум – ответить кратко, но верно на вопросы из списка вопросов к зачету, относящиеся к теме данной работы.

В ходе защиты лабораторной работы необходимо продемонстрировать адекватность результатов, а также ответить на типичные вопросы и вопросы по теме.

**Критерии оценивания ответов на вопросы при допуске
и защите лабораторных работ**

| Критерий | Пороговый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
|---|---|---|---|
| Ответы на вопросы при допуске и защите | Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии. | Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики | Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная. |

Критерии оценивания выполнения и защиты лабораторных работ

Выполнение работы оценивается бинарно («зачтено»/«не зачтено»):

«зачтено» — задание выполнено полностью, корректно, в отчёте представлены все необходимые в соответствии с заданием элементы, ответы на вопросы по заданию верные;

«не зачтено» - задание выполнено не полностью, есть ошибки, в отчёте представлены не все необходимые в соответствии с заданием элементы, ответы на вопросы по заданию неверные или не на все вопросы дан ответ.

Итоговая оценка за лабораторную работу определяется оценкой за ответы на вопросы, при условии, что за выполнение получено «зачтено».

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по результатам текущей аттестации

Оценка «зачтено» выставляется, если сданы все лабораторные работы на уровне не ниже порогового.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Одной из основных форм усвоения учебного материала по дисциплине «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем» является самостоятельная работа студента, причем в достаточно большом объеме. По всем темам предусмотрены задания самостоятельной работы, на которых происходит закрепление изученного материала и отработка навыков изучения статистических методов анализа и синтеза радиотехнических систем и устройств различного назначения.

Освоить вопросы дисциплины «Лабораторный практикум по статистической теории радиотехнических систем» самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных лабораторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных самостоятельных занятий в течение семестра сдать зачет практически невозможно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyl.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyl.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyl.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

4. Материалы сайта <http://matlab.exponenta.ru/index.php>, посвященного вопросам моделирования цифровых цепей и сигналов.