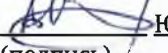


УТВЕРЖДАЮ
Декан/факультета


Юнаков Л. П.
(подпись) ФИО
« 31 » 05 20 22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

| | |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки | 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Цифровые технологии проектирования и конструирования |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 4 | 8 | 4 | 144 | 39 | 26 | 0 | 13 | 105 | 0 | 0 | 105 | ЭКЗ. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Русина Алена Андреевна, старший преподаватель



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

| |
|--|
| УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ПСК-5.2 — способность проводить моделирование и оценивать эффективность функционирования изделий РКТ и применять с помощью компьютерных технологий, адекватный математический аппарат для их формализации, анализа и выработки вариантов решения |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

УК-1

знания:

Знание принципов построения системы функциональной диагностики в зависимости от этапа жизненного цикла изделия, информации о состоянии системы;

умения:

Умение оценки состояния и параметров СТС;

навыки:

Навык использования системного подхода для решения задач технической диагностики.

ПСК-5.2

знания:

Знание принципов и последовательности действий чтобы наилучшим образом извлечь информацию об изучаемом процессе из измерений некоторых его характеристик, измерений;

Знание принципов построения математических моделей реальных сложных технических систем и ограничений на них, различий модели и объекта;

умения:

Умение аргументированно принимать решение о допустимости дальнейшей эксплуатации объекта с точки зрения оценки функции риска, стоимости пропуска дефекта и ложной тревоги;

навыки:

Работы с функцией риска, принятия решения в байесовской логике, при минимаксном подходе, при методе минимального числа ошибочных решений и минимальном риске.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | УК-1 | ПСК-5.2 |
| 4 | 8 | Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС. Введение. Этапы идентификации. Структура задачи технического контроля. | 24 | 4 | 4 | 0 | 20 | 5 | 10 |
| 4 | 8 | Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. Методы распознавания в вероятностной постановке, в пространстве параметров. | 45 | 18 | 8 | 10 | 27 | 20 | 25 |
| 4 | 8 | Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния. Граф-модели и основы теории марковских процессов. Граф диагностирования состояния СТС. | 12 | 4 | 4 | 0 | 8 | 20 | 15 |
| 4 | 8 | Раздел 4. Идентификация состояния СТС. Постановка задачи идентификации, классификация методов идентификации. Типовая схема наблюдения при идентификации объекта. Реализация процедуры оценивания разомкнутого типа и на основе настраиваемой модели. | 18 | 2 | 2 | 0 | 16 | 20 | 25 |
| 4 | 8 | Раздел 5. Метод наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов, матричный, скалярный алгоритм. | 17 | 7 | 4 | 3 | 10 | 20 | 10 |
| 4 | 8 | Раздел 6. Фильтр Калмана. Задача оптимального оценивания и фильтрации, алгоритм Калмана. | 28 | 4 | 4 | 0 | 24 | 15 | 15 |
| Всего за 8 семестр | | | 144 | 39 | 26 | 13 | 105 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 39 | 26 | 13 | 105 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|--------------------|--|--|-------------------|
| 1 | Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. | Решение задачи о состоянии СТС различными методами распознавания: Метод Байеса Метод минимального риска Метод минимального числа ошибочных решений Метод максимального правдоподобия Метод минимакса | 10 |
| 2 | Раздел 5. Метод наименьших квадратов. | Построение линейной, квадратичной зависимости различными способами | 3 |
| Всего за 8 семестр | | | 13 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|--------------------|--|--|--------------|
| 1 | Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | 20 |
| 2 | Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | 27 |
| 3 | Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | 8 |
| 4 | Раздел 4. Идентификация состояния СТС. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | 16 |
| 5 | Раздел 5. Метод наименьших квадратов. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Самостоятельное решение задач | 10 |
| 6 | Раздел 6. Фильтр Калмана. | Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | 24 |
| Всего за 8 семестр | | | 105 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---|-----------|---|----|---|---|----------------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 8 | | | | Вопр. Экз | | ДР | | | ЗДЧ, Вопр. Экз | ДР | | | |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ЗДЧ – задачи.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- задачи.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
2. В. Г. Пименов. . Численные методы. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. В. Ю. Шишмарёв. . Диагностика и надёжность автоматизированных систем. М.: Академия, 2013, 8 экз.
4. И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 37 экз.
5. М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. . Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. СПб.: Лань, 2010, 8 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. И. А. Биргер. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978, 0 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПСК-5.2 способность проводить моделирование и оценивать эффективность функционирования изделий РКТ и применять с помощью компьютерных технологий, адекватный математический аппарат для их формализации, анализа и выработки вариантов решения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с задачами контроля технического состояния сложной технической системы, качеством моделей систем мониторинга и контроля, требованиям к ним, а также математической постановкой задач распознавания состояния, идентификации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- задачи.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**105 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 105 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|--|---|--------------------|
| Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1) | 20 |
| Итого по разделу 1 | | 20 |
| Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | И. А. Биргер. Техническая диагностика: М.: Машиностроение, 1978 (1-5) | 27 |
| Итого по разделу 2 | | 27 |
| Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. . Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: СПб.: Лань, 2010 (1-2) | 8 |
| Итого по разделу 3 | | 8 |
| Раздел 4. Идентификация состояния СТС. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | В. Ю. Шишмарёв. . Диагностика и надёжность автоматизированных систем: М.: Академия, 2013 (10) | 16 |
| Итого по разделу 4 | | 16 |
| Раздел 5. Метод наименьших квадратов. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Самостоятельное решение задач | В. Г. Пименов. . Численные методы: Москва: Юрайт, 2020 (4) | 10 |
| Итого по разделу 5 | | 10 |
| Раздел 6. Фильтр Калмана. | | |
| Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. | И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5) | 24 |
| Итого по разделу 6 | | 24 |

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- задачи;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к экзамену

Содержат теоретические тестовые задачи и задачи.

Вопросы и задачи представлены в УМК по дисциплине.

Задачи

Оценивается правильность решения задачи и ход решения.

Типовые задачи представлены в УМК по дисциплине.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Для получения оценок "хорошо" и "отлично" проводится экзамен в виде теста, включающего в себя теоретические вопросы и задачи. Максимум за тест - 2 балла, которые суммируются к минимальной положительной оценке.

Допуском к тесту является успешное прохождение текущего контроля успеваемости.

Вопросы представлены в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | УК-1 | ПСК-5.2 | |
| 4 | 8 | Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС. | 24 | 4 | 4 | 0 | 20 | 5 | 10 | Вопросы к экзамену |
| 4 | 8 | Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. | 45 | 18 | 8 | 10 | 27 | 20 | 25 | Вопросы к экзамену, Задачи |
| 4 | 8 | Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния. | 12 | 4 | 4 | 0 | 8 | 20 | 15 | Вопросы к экзамену |
| 4 | 8 | Раздел 4. Идентификация состояния СТС. | 18 | 2 | 2 | 0 | 16 | 20 | 25 | Вопросы к экзамену |
| 4 | 8 | Раздел 5. Метод наименьших квадратов. | 17 | 7 | 4 | 3 | 10 | 20 | 10 | Вопросы к экзамену, Задачи |
| 4 | 8 | Раздел 6. Фильтр Калмана. | 28 | 4 | 4 | 0 | 24 | 15 | 15 | Вопросы к экзамену |
| Всего за 8 семестр | | | 144 | 39 | 26 | 13 | 105 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 39 | 26 | 13 | 105 | 100 | 100 | |