

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ»

Специальность 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация образовательной программы – Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения

Квалификация выпускника – Инженер

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс 5 Семестр 10

Экзамен 10 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель М.А. Аревков, Старший преподаватель,
Инженерно-физический факультет
Кафедра стартовых и технических ракетных комплексов

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.20 № 964

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Целью освоения дисциплины - подготовка обучающихся к участию в разработке конструкций новых комплексов, обеспечивающих требуемый уровень надежности функционирования

Задачи дисциплины:

- изучение методов расчета и прогнозирования параметров надежности элементов, агрегатов и систем комплексов наземного оборудования;
- приобретения теоретических и практических основ знаний, необходимых для расчета основных характеристик элементов конструкций (прочностных, тепловых, гидравлических и т.д.) с заданной доверительной вероятностью;
- изучение основ рациональной организации испытаний оборудования и обеспечения достоверной обработки результатов испытаний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла дисциплин. Знания, получаемые в ходе изучения данной дисциплины, могут быть использованы при выполнении расчетов по дисциплинам «Основы инженерного проектирования технических систем», «Дипломное проектирование», а также могут быть полезны при выполнении научно-исследовательских работ студентов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

| Код и наименование профессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|---|
| ПК-1 Способен осуществлять проектирования, конструирования и сопровождения на всех этапах жизненного цикла КА, КС и составных частей | ИД – 1 ПК-1 Знать: - последовательность и содержание основных этапов проектирования КА и КС, ключевые требования массо- габаритного совершенства конструкции и надёжности. ИД – 2 ПК-1 Уметь: - разрабатывать проекты КА, КС и их составных частей, оформлять проектно-конструкторскую и рабоче- конструкторскую документацию ИД – 3 ПК-1. Владеть: - практическим опытом сопровождения процесса и испытания КА, КС и их составных частей, анализа и оценки их работы в процессе эксплуатации |

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | |
|-------|--|----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
| | | | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | | | | |
| 1 | Общие сведения и основные понятия теории надежности | 10 | 10 | | | | | 12 | | | | | | 10 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 2 | Расчет надежности конструкций машин | 10 | 14 | | | | | 12 | | | | | | 16 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 3 | Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | 10 | 10 | | | | | 10 | | | | | | 14 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 4 | Экзамен | 10 | | | | | | | | | | 0.3 | 35.7 | | |
| Итого | | | | 34.0 | | 0.0 | | 34.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 35.7 | 40.0 | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Содержание темы (раздела) |
|-------|---|--|
| 1 | Общие сведения и основные понятия теории надежности | Требования к качеству и надежности машин. Место и значение дисциплины в проблеме создания высококачественной техники. Специфика требований по надежности к агрегатам наземного оборудования. Краткие сведения по теории вероятностей математической статистики. Наиболее часто встречающиеся в теории надежности распределения случайных величин и их свойства. Количественные показатели надежности: наработка до отказа, средний и |

| | | |
|---|--|--|
| | | гарантийный ресурсы, интенсивность отказов, среднее время восстановления. |
| 2 | Расчет надежности конструкций машин | Отказы. Постепенные и внезапные отказы. Модели формирования отказов. Расчет надежности при отсутствии резервирования. Модель нагрузки - прочность. Влияние на надежность условий эксплуатации. Смешанный режим. Последовательные и параллельные соединения элементов системы. Резервирование: общее, раздельное и смешанное. Нагруженное и ненагруженное резервирование. Структурные схемы надежности |
| 3 | Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | Цель и виды испытаний. Прогнозирование надежности: источники информации, игровые методы моделирования. Методы испытаний. Статистический контроль надежности опытных восстанавливаемых изделий: метод доверительных границ, планирование испытаний. Метод последовательных испытаний. Эргодическая теорема. Риск поставщика и риск заказчика. Объем выборки. Определение из опыта показателей безотказности восстанавливаемых изделий. Оценка надежности сложного изделия по показателям надежности его частей. |

5.2. Лабораторные занятия

| Наименование темы | Содержание темы |
|--|---|
| Общие сведения и основные понятия теории надежности | Аналитический и статистический расчет количественных показателей надежности |
| Расчет надежности конструкций машин | Анализ надежности сложных систем |
| Расчет надежности конструкций машин | Применение различных видов резервирования |
| Расчет надежности конструкций машин | Расчетный анализ конструкций с учетом надежности |
| Расчет надежности конструкций машин | Проектные расчеты с учетом надежности |
| Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | Расчеты надежности сложных систем |
| Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | Планирование и обработка результатов испытаний с учетом надежности |
| Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | Оценка надежности по результатам испытаний |

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Содержание темы (раздела) | Трудоемкость в |
|-------|-----------------------------|---------------------------|----------------|
|-------|-----------------------------|---------------------------|----------------|

| | | | академических часах |
|---|--|--|------------------------|
| 1 | Общие сведения и основные понятия теории надежности | Требования к качеству и надежности машин. Место и значение дисциплины в проблеме создания высококачественной техники. Специфика требований по надежности к агрегатам наземного оборудования. Краткие сведения по теории вероятностей математической статистики. Наиболее часто встречающиеся в теории надежности распределения случайных величин и их свойства. Количественные показатели надежности: наработка до отказа, средний и гарантийный ресурсы, интенсивность отказов, среднее время восстановления. | 10 |
| 2 | Расчет надежности конструкций машин | Отказы. Постепенные и внезапные отказы. Модели формирования отказов. Расчет надежности при отсутствии резервирования. Модель нагрузки - прочность. | 16 |
| 3 | Основы планирования испытаний с учетом теории надежности | Цель и виды испытаний. Прогнозирование надежности: источники информации, игровые методы моделирования. Методы испытаний. Статистический контроль надежности опытных восстанавливаемых изделий: метод доверительных границ, планирование испытаний. Метод последовательных испытаний. Эргодическая теорема. Риск поставщика и риск заказчика. Объем выборки. Определение из опыта показателей безотказности восстанавливаемых изделий. Оценка надежности сложного изделия по показателям надежности его частей. | 14 |

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интегральная модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля. При чтении лекции используются мультимедийные презентации. При выполнении практических работ используется прием интерактивного обучения «Кейс- метод»: студентам выдается задание для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникаций со студентами для предоставления информации, выдача рекомендаций

и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к экзамену

1. Требования к качеству и надежности машин.
2. Место и значение дисциплины в проблеме создания высококачественной техники.
3. Специфика требований по надежности к агрегатам наземного оборудования.
4. Краткие сведения по теории вероятностей математической статистики.
5. Наиболее часто встречающиеся в теории надежности распределения случайных величин и их свойства.
6. Количественные показатели надежности: наработка до отказа, средний и гарантийный ресурсы, интенсивность отказов, среднее время восстановления.
7. Отказы. Постепенные и внезапные отказы.
8. Модели формирования отказов.
9. Расчет надежности при отсутствии резервирования.
10. Модель нагрузки - прочность.
11. Влияние на надежность условий эксплуатации.
12. Смешанный режим.
13. Последовательные и параллельные соединения элементов системы.
14. Резервирование: общее, отдельное и смешанное.
15. Нагруженное и ненагруженное резервирование.
16. Структурные схемы надежности
17. Цель и виды испытаний.
18. Прогнозирование надежности: источники информации, игровые методы моделирования.
19. Методы испытаний.
20. Статистический контроль надежности опытных восстанавливаемых изделий: метод доверительных границ, планирование испытаний.
21. Метод последовательных испытаний.
22. Эргодическая теорема.
23. Риск поставщика и риск заказчика.
24. Объем выборки.
25. Определение из опыта показателей безотказности восстанавливаемых изделий.
26. Оценка надежности сложного изделия по показателям надежности его частей.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2100-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213005> (дата обращения: 05.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-8001-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171887> (дата обращения: 05.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование | Описание |
|---|--------------|----------|
|---|--------------|----------|

| | | |
|---|---|--|
| 1 | Операционная система Linux | GNU-лицензия (GNU General Public License) |
| 2 | LibreOffice | Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/ |
| 3 | http://www.iprbookshop.ru/ | Электронно-библиотечная система IPRbooks - научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования |
| 4 | http://www.e.lanbook.com | Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия |
| 5 | http://elibrary.ru | Научная электронная библиотека журналов |

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование | Описание |
|---|---|--|
| 1 | http://ecoruspace.me/ | Ecoruspace.me. Информационный Интернет-сайт посвящен существующей и планируемой ракетно-космической технике |
| 2 | www.makeyev.ru | АО «Государственный ракетный центр им. академика В.П. Макеева» |
| 3 | www.vniiem.ru | АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна» |

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета