ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 01.11.2021

С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.40 Диагностика технических систем
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 01.11.2021

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент (кн)

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Курносов Д. А.
Пользователь: kurnosovda
Дата подписания: 28.10.2021

Д. А. Курносов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: дать студентам знания теоретических основ диагностики сложных технических систем в процессе их длительной эксплуатации. Задачи − формирование знаний в области технической диагностики и прогнозирования технического состояния конструкций летательных аппаратов; − ознакомление с методическим и алгоритмическим обеспечением систем диагностики; – ознакомление с методами неразрушающего контроля.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия диагностики. Диагностическая модель: основные требования, классификация. Таблица функций неисправностей (ТФН) как универсальная математическая модель. Аналитические модели на основе дифференциальных и алгебраических уравнений. Методы поиска отказов. Распознавание состояния системы: вероятностные методы и методы статистических решений. Классификация методов диагностирования. Методы: капиллярные, оптико-визуальные, магнитного контроля, вихревых токов, радиационные. Акустические и тепловые методы диагностирования. Прогнозирование диагностических параметров. Оценка ресурса на основании данных о динамике изменения технического состояния. Оценка остаточного ресурса.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-26 способностью выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем	Знать: основные диагностические параметры и методы их контроля.
	Уметь: проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем.
	Владеть: принципами выбора диагностической аппаратуры.
ПК-15 способностью разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса	Знать: принципы проведения технической диагностики.
	Уметь: организовать работы по проведению технической диагностики.
	Владеть: методами анализа данных технической диагностики.
ПК-10 способностью прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений	Знать: основы прогнозирования состояния объекта эксплуатации, методы неразрушающего контроля.
	Уметь: пользоваться основными методами прогнозирования технического состояния объекта эксплуатации.
	Владеть: навыками выбора диагностических признаков и параметров, прогнозирования технического состояния объекта эксплуатации.
ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить	Знать: компьютерные технологии для проведения диагностических испытаний.

лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Уметь: проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.
	Владеть:навыками обработки и анализа результатов технической диагностики.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.26 Теория надежности технических систем, В.1.07 Теория вероятностей и математическая статистика	Б.1.47 Проектно-конструкторская подготовка производства ЛА

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.26 Теория надежности технических систем	Знание основных состояний объекта и событий, приводящих к состояниям. Умение различать состояния. Владение методами расчета показателей надежности.
В.1.07 Теория вероятностей и математическая статистика	Знание основных понятий: случайного события, случайной величины и ее числовых и функциональных характеристик. Умение оперировать условными вероятностями. Владение формулой Байеса.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к зачету	30	30
Неразрушающие методы контроля.	20	20
Оптимизация диагностического процесса с учетом ценности получаемой информации.	10	10
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Модели и алгоритмы диагностирования технических объектов	26	12	14	0
2	Неразрушающие методы контроля	14	14	0	0
3	Прогнозирование технического состояния	8	6	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия диагностики.	2
2	1	Диагностическая модель (ДМ). Основные требования к ДМ. Иерархия ДМ. Классификация моделей.	2
3	1	Таблица функций неисправностей (ТФН) как универсальная математическая модель.	2
4	1	Аналитические модели в виде дифференциальных уравнений.	2
5	1	Аналитические модели на основе алгебраических уравнений.	2
6	1	Методы поиска отказов. Метод основанный на показателях надежности.	2
7	2	Классификация методов диагностирования. Методы: капиллярные, оптико-визуальные, магнитного контроля.	2
8	2	Метод вихревых токов. Радиационные методы.	2
9	2	Классификация акустических методов. Акустические свойства сред. Локальный метод свободных колебаний. Велосиметрический метод. Импедансные методы.	2
10	2	Акустический ультразвуковой эхо-импульсный контроль. Теневой и зеркально-теневой методы. Реверберационный метод.	2
11	2	Виброакустические методы. Диагностика по общему уровню вибрации, по спектрам вибросигналов, по соотношению пик/фон вибросигнала, по энергетическому спектру, по спектру огибающей сигнала.	2
12	2	Тепловые методы.	2
13	2	Диагностика космического аппарата открытого исполнения.	2
14	3	Задачи прогнозирования. Прогнозирование диагностических параметров.	2
15	3	Оценка ресурса на основании данных о динамике изменения технического состояния. Оценка остаточного ресурса.	2
16	3	Интеллектуальный метод анализа для автоматизированного прогнозирования состояния космического аппарата.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Построение для объекта диагностирования (ОД) ТФН. Построение проверочных тестов.	2
2	1	Построение диагностического теста и словаря неисправностей.	2
3	1	Многомерная колебательная система с m входами и n выходами. Пример	2

		изменения вибрационных характеристик балки с трещиной.	
4	1	Табличный метод минимизации теста по максимальному числу вхождений проверок в различающую функцию.	2
5	1	Информационные методы поиска места отказов: по критерию максимума ценности информации, метод одинаковой вероятности состояний, метод половинного деления.	2
6	1	Распознавание состояния системы: вероятностные методы и методы статистических решений (минимального риска, минимального числа ошибочных решений, Неймана-Пирсона, наибольшего правдоподобия).	4
5	3	Пример расчета ресурса спутника.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	30
Неразрушающие методы контроля.	ЭУМД 4, с. 79–96, с. 118-130; 5, с. 80–198.	20
Оптимизация диагностического процесса с учетом ценности получаемой информации.	ПУМД, 1, с. 163–172; Уч пособие по СРС с.56-60.	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проведение интерактивных занятий	Лекции	Использование презентаций при проведении лекционных занятий	10

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий

Модели и алгоритмы диагностирования технических объектов	ПК-15 способностью разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса	Контрольная работа-1	-
Модели и алгоритмы диагностирования технических объектов	ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Контрольная работа-2	-
Модели и алгоритмы диагностирования технических объектов	ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Контрольная работа-3	-
Все разделы	ПК-10 способностью прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений	зачет	-
Все разделы	ПК-15 способностью разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса	зачет	-
Все разделы	ПК-26 способностью выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем	зачет	-
Все разделы	ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	зачет	-

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Контрольная работа-1	Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы раздела 1. Студенту дается задача на построение проверочного теста для объекта диагностирования. Время, отведенное на решение - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильно построенные таблица функций неисправностей и проверочный тест соответствуют 2 баллам. Правильно построенные таблица функций неисправностей или проверочный тест соответствуют 1 баллу. Неправильный ход решения соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Контрольная	Контрольная работа проводится после изучения	Зачтено: рейтинг

работа-2	соответствующей темы раздела 2. Студенту дается задача на распознавание состояния системы методом Байеса. Время, отведенное на решение - 35 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильно построенная диагностическая матрица, верная формула для вероятности состояния и правильный числовой ответ соответствуют 3 баллам. Правильный ход решения при неверном числовом ответе соответствуют 1 баллу. Неправильный ход решения соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 5.	обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Контрольная работа-3	Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы раздела 2. Студенту дается задача на распознавание состояния системы тремя методами статистических решений. Время, отведенное на решение – два академических часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Каждым методом находятся четыре показателя. Правильное значение показателя соответствует 1 баллу. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия – 25.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
	Зачет проводится в форме устного опроса. Время подготовки ответа должно составлять не менее 30 минут. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: - знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины – 20 баллов; - знание основного программного материала в минимальном объеме – 8 баллов - незнание материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	Зачтено: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…100 %. Не зачтено: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная работа-1	Контрольная работа-1_ТФН.pdf
Контрольная работа-2	Контрольная работа-2_Байес.pdf
Контрольная работа-3	Контрольная работа-3_Методы СтатРещений.pdf
	Вопросы к зачету_Диагностирование технических систем.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Заводская лаборатория: Диагностика материалов: науч.-техн. журн. по аналит. химии, физ., мат. и мех. методам исслед., а также сертификации материалов.
2. Техническая диагностика и неразрушающий контроль: междунар. науч.-теорет. журн. / Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Диагностика технических устройств [Текст] монография Г. А. Бигус и др. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 615 с. ил.
2. Кошкин, В.В. Техническая диагностика систем: конспект лекций: учебное пособие / В.В. Кошкин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 140 с.
3. ГОСТ 20911-89 : Техническая диагностика : Термины и определения : введ. в действие 01.01.91 : взамен ГОСТ 20911-75 [Текст] Гос. ком. СССР по упр. качеством продукции и стандартам. - М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством , 1990

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Диагностика технических устройств [Текст] монография Г. А. Бигус и др. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 615 с. ил.
2. Кошкин, В.В. Техническая диагностика систем: конспект лекций: учебное пособие / В.В. Кошкин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 140 с.
3. ГОСТ 20911-89 : Техническая диагностика : Термины и определения : введ. в действие 01.01.91 : взамен ГОСТ 20911-75 [Текст] Гос. ком. СССР по упр. качеством продукции и стандартам. - М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством , 1990

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кошкин, В. В. Техническая диагностика систем: конспект лекций : учебное пособие / В. В. Кошкин. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. — 140 с. — ISBN 987-5-8158-1836-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/98177 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная	Электронно-	Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика

	литература	библиотечная система издательства Лань	систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115514 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Надежность и диагностика технических систем : учебное пособие / А. А. Воробьев, Г. П. Карлов, И. Н. Спицын [и др.]. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147607 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Новиков, И. А. Методы и приборы диагностики технических систем : учебное пособие / И. А. Новиков, С. А. Мешков, О. Г. Агошков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 205 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121857 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Иванов, А. С. Основы надежности и диагностики : учебное пособие / А. С. Иванов. — Пенза : ПГАУ, 2018. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131213 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пушкин, Н. М. Электрофизика ракетно-космического полета и электрофизические методы контроля и диагностики изделий РКТ : монография / Н. М. Пушкин. — Москва : Научный консультант, 2016. — 278 с. — ISBN 978-5-9908699-2-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91778 (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	308 (2)	Модуль рабочего места преподавателя ПЭВМ. Мультимедиа- проектор Epson EMP-83 Интерактивная доска Hitachi Star Интерактивная панель-планшет Board FX-63 Документ камера Hitachi T-15XL Aver Video Усилитель – распределитель 300AF DA4 PLUS XQA сигнала 1 на 2 EXTRON Сигнальная и силовая кабельная сеть
Лекции	308 (2)	Модуль рабочего места преподавателя ПЭВМ. Мультимедиа- проектор Epson EMP-83 Интерактивная доска Hitachi Star Интерактивная панель-планшет Board FX-63 Документ камера Hitachi T-15XL Aver Video Усилитель – распределитель 300AF DA4 PLUS XQA сигнала 1 на 2 EXTRON Сигнальная и силовая кабельная сеть/