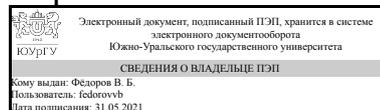


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



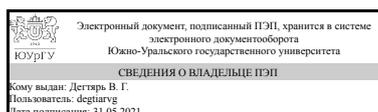
В. Б. Фёдоров

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

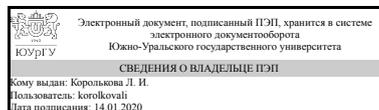
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



Л. И. Королькова

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-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Знать: компьютерные технологии для проведения диагностических испытаний.
	Уметь: проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.
	Владеть: навыками обработки и анализа результатов технической диагностики.
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-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-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.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.07 Теория вероятностей и математическая статистика, Б.1.26 Теория надежности технических систем	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
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Оптимизация диагностического процесса с учетом ценности получаемой информации.	10	10
Неразрушающие методы контроля.	20	20
Подготовка к зачету	30	30
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
Неразрушающие методы контроля.	ЭУМД 4, с. 79–96, с. 118-130; 5, с. 80–198.	20
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	30
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 находят 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 СтатРешений.pdf
	Вопросы к зачету_Диагностирование технических систем.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Малкин, В. С. Техническая диагностика [Текст] учеб. пособие для вузов по техн. специальностям В. С. Малкин. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 267, [1] с. ил.
2. Синдеев, И. М. Надежность и эффективность в технике Т. 9 Техническая диагностика Справочник в 10 т. Под общ. ред. В. В. Клюева, П. П. Пархоменко; Ред. совет: В. С. Авдудевский (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 352 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. 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
2. Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978. - 239 с. ил.
3. Клюев, В. В. Техническая диагностика деталей летательных аппаратов [Текст] В. В. Клюев, В. Н. Лозовский, В. П. Савилов ; под ред В. В. Клюева. - М.: Спектр, 2015. - 338, [2] с. ил.

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. Кошкин, В.В. Техническая диагностика систем: конспект лекций: учебное пособие / В.В. Кошкин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 140 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Кошкин, В.В. Техническая диагностика систем: конспект лекций: учебное пособие / В.В. Кошкин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 140 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Малкин, В.С. Техническая диагностика: учебное пособие / В.С. Малкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань,	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		2015. – 272 с.		
2	Основная литература	Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие / Е.Ф. Березкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 260 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Сапожников, В.В. Основы теории надежности и технической диагностики: учебник / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 588 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	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.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования: учебное пособие / В.В. Носов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 376 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

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 ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
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/
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