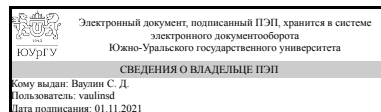


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



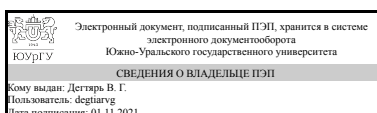
С. Д. Ваулин

## 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

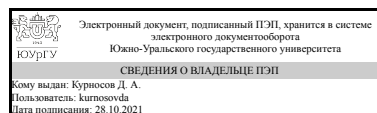
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

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



Д. А. Курносов

## 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
<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
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 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:

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: <a href="https://e.lanbook.com/book/98177">https://e.lanbook.com/book/98177</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/115514">https://e.lanbook.com/book/115514</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/147607">https://e.lanbook.com/book/147607</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/121857">https://e.lanbook.com/book/121857</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/131213">https://e.lanbook.com/book/131213</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/91778">https://e.lanbook.com/book/91778</a> (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 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
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/