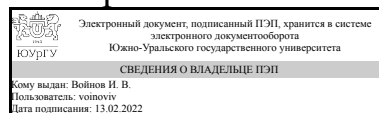


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



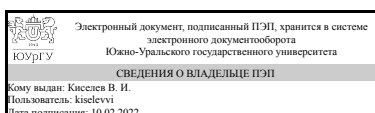
И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.11 Вибропрочность конструкций летательных аппаратов
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

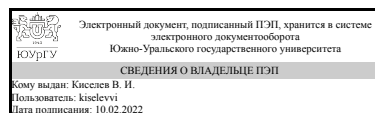
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

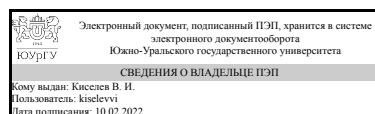
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



В. И. Киселев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

1. Цели и задачи дисциплины

Дать будущим инженерам основы знаний для решения задач вибрационной прочности, возникающих при конструировании и экспериментальной отработке силовой конструкции ракеты.

Краткое содержание дисциплины

Введение; Основные закономерности сопротивления усталости элементов конструкции; Случаи и режимы вибрационного нагружения; Конструирование с учётом требований вибрационной прочности; Экспериментальная отработка вибрационной прочности.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Способен осуществлять техническую поддержку отработки динамики и прочности конструкций РКТ	Знает: Основы расчётно-экспериментального метода исследования вибропрочности силовой конструкции ракет Умеет: Проводить расчеты на вибропрочность; Планировать экспериментальную отработку вибропрочности и анализировать результаты этой отработки Имеет практический опыт: Расчета на вибропрочность; Планирования экспериментальной отработки вибропрочности и анализа результатов этой отработки

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Строительная механика ракет, Прочность конструкции ракет	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Прочность конструкции ракет	Знает: Методы расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет; Правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для элементов конструкций ракет Умеет: Применять методики расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет Имеет практический опыт: Расчета на прочность
Строительная механика ракет	Знает: Методику проведения проектных и поверочных расчетов на прочность, определения

	оптимальных параметров элементов конструкции корпуса ракеты при различных видах нагрузок и определения напряженно-деформированного состояния оболочек и пластин из изотропных и композиционных материалов, для различных видов нагрузок Умеет: Определять расчетные случаи на основе анализа условий эксплуатации; Проводить проектные и поверочные расчеты на прочность Имеет практический опыт: Проведения расчетов на прочность и устойчивость конструкций
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

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>	53,75	53,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Решение задач	20	20	
Подготовка к зачету	20	20	
Подготовка и выступление с докладом	13,75	13.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид 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	Введение - Предмет вибропрочности. Её место и роль среди вопросов прочности конструкции и стойкости систем к воздействию механических нагрузок. Связи с другими дисциплинами профессионального цикла. Расчётно-экспериментальный метод исследования и обеспечения вибропрочности. Нормы вибропрочности. Порядок изучения дисциплины.	2	2	0	0
2	"Основные закономерности сопротивления усталости элементов конструкции" Кривые усталости материала и элемента конструкции:	6	6	0	0

	природа усталости; критерии предельного состояния, понятие остаточной прочности; понятие кривых усталости материала и элемента конструкции; уравнения кривых усталости, их зависимость от вида конструкционного материала, критерия предельного состояния и вероятности достижения этого состояния. Влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на сопротивление усталости				
3	"Случаи и режимы вибрационного нагружения" - Общая характеристика источников и режимов вибронагружения: понятия случая и режима вибронагружения изделия; основные источники, тип и обобщённые характеристики процессов вибронагружения изделия на этапах транспортирования, эксплуатации в пусковой установке, полёта. Анализ условий эксплуатации и определение расчётных случаев вибронагружения: понятие расчётных по вибропрочности элемента конструкции и случая вибронагружения; критерии выделения расчётных случаев вибронагружения.	6	6	0	0
4	«Конструирование с учётом требований вибрационной прочности» - Качественный анализ конструкции и проектные критерии вибропрочности: проводимые работы и выпускаемые документы по вибропрочности на стадиях проектирования и разработки рабочей документации; порядок проведения качественного (дорасчётного) анализа конструкции и выдвигаемые при нём требования, направленные на обеспечение вибропрочности; проектные критерии вибропрочности. Расчёт на вибропрочность.	16	8	8	0
5	«Экспериментальная отработка вибрационной прочности» - Планирование экспериментальной отработки вибропрочности: цель и задачи экспериментальной отработки вибропрочности; проводимые работы и выпускаемые документы при планировании экспериментальной отработки вибропрочности; критерии выбора объектов испытаний и случаев испытательного нагружения для стендовых (лабораторных) испытаний на вибропрочность, типовые объекты и случаи нагружения; способы оценки технического состояния, включая остаточную прочность, объектов стендовых испытаний на вибропрочность;..... Установление схем, методов и режимов вибронагружения для стендовых испытаний на вибропрочность.	18	10	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Вводная лекция.	2
2	2	Кривые усталости материала и элемента конструкции	2
3	2	Влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на сопротивление усталости	4
4	3	Общая характеристика источников и режимов вибронагружения	2
5	3	Анализ условий эксплуатации и определение расчётных случаев вибронагружения	4
6	4	Качественный анализ конструкции. Проектные критерии вибропрочности	2
7	4	Расчёт на вибропрочность	6
8	5	Планирование экспериментальной отработки вибропрочности	2
9	5	Установление схем, методов и режимов вибронагружения для стендовых испытаний на вибропрочность	6
10	5	Анализ результатов экспериментальной отработки вибропрочности	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	4	Расчёт на вибропрочность конструкций, несущих навесные агрегаты	5
2	4	Расчёт на вибропрочность корпусных конструкций	3
3	5	Установление схем, методов и режимов вибронагружения для стендовых испытаний на вибропрочность конструкций, несущих навесные агрегаты	5
4	5	Установление схем, методов и режимов вибронагружения для стендовых испытаний на вибропрочность корпусных конструкций	3

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Решение задач	ПУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 1-3; доп. лит. 4-6; метод. пос. 1, 2,3.	10	20
Подготовка к зачету	ПУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 1-3; доп. лит. 4-6; метод. пос. 1, 2,3.	10	20
Подготовка и выступление с докладом	ПУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 1-3; доп. лит. 4-6; метод. пос. 1, 2,3.	10	13,75

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	10	Текущий контроль	Задание 1	1	3	Задание студента заключается в освоение инструментария предлагаемой программы. На решение задания отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задание оценивается 3 баллами, если	зачет

						студент успешно освоил инструмент программы и может продемонстрировать преподавателю работу программы с произвольными заданными параметрами, а так же может объяснить для чего нужна та или иная функция. 1-2 балла - студент не может ответить на вопросы преподавателя по заданию или отвечает частично . Невыполнение задание оценивается в 0 баллов.	
2	10	Текущий контроль	Задание 2	1	3	Задание студента заключается в освоение инструментария предлагаемой программы. На решение задания отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задание оценивается 3 баллами, если студент успешно освоил инструмент программы и может продемонстрировать преподавателю работу программы с произвольными заданными параметрами, а так же может объяснить для чего нужна та или иная функция. 1-2 балла - студент не может ответить на вопросы преподавателя по заданию или отвечает частично . Невыполнение задание оценивается в 0 баллов.	зачет
3	10	Текущий контроль	Задание 3	1	3	Задание студента заключается в освоение инструментария предлагаемой программы. На решение задания отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задание оценивается 3 баллами, если студент успешно освоил инструмент программы и может продемонстрировать преподавателю работу программы с произвольными заданными параметрами, а так же может объяснить для чего нужна та или иная функция. 1-2 балла - студент не может ответить на вопросы преподавателя по заданию или отвечает частично . Невыполнение задание оценивается в 0 баллов.	зачет
4	10	Текущий контроль	Задание 4	1	3	Задание студента заключается в освоение инструментария предлагаемой программы. На решение задания отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	зачет

						Задание оценивается 3 баллами, если студент успешно освоил инструмент программы и может продемонстрировать преподавателю работу программы с произвольными заданными параметрами, а так же может объяснить для чего нужна та или иная функция. 1-2 балла - студент не может ответить на вопросы преподавателя по заданию или отвечает частично . Невыполнение задание оценивается в 0 баллов.	
5	10	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Студенту необходимо выполнить расчет на прочность предлагаемой конструкции. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задание оценивается 8-10 баллов - задание выполнено полностью, предоставлено в виде оформленного отчёта, студент ответил на большинство вопросов преподавателя. 5-7 баллов - задание выполнено, оформлено в виде отчёта, студент не смог ответить на дополнительные вопросы. 1-4 баллов- задание выполнено, отчёт не предоставлен, студент смог ответить на некоторые вопросы. 0 баллов - задание не выполнено.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится на последнем занятии. Каждому студенту необходимо выполнить расчет на прочность предлагаемой конструкции, в одной из расчетных программ. По окончании работы студент предоставляет отчёт о выполненной работе и отвечает на вопросы преподавателя.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-5	Знает: Основы расчётно-экспериментального метода исследования вибропрочности силовой конструкции ракет	+	+	+	+	+
ПК-5	Умеет: Проводить расчеты на вибропрочность; Планировать экспериментальную отработку вибропрочности и анализировать результаты этой отработки	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: Расчета на вибропрочность; Планирования экспериментальной отработки вибропрочности и анализа результатов этой отработки	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Коробко, В.И. Строительная механика. Динамика и устойчивость стержневых систем :учебник /В.И.Коробко, А.В.Коробко. - М. Издательство АСВ, 2008. -400 с.: ил.
2. Динамика ракет : учебник для студентов вузов / К. А. Абгарян, Э. Л. Калязин, В. П. Мишин и др. - М. : Машиностроение, 1990. - 464 с. : ИЛ.

б) дополнительная литература:

1. Пановко, Г. Я. Лекции по основам теории вибрационных машин и технологий [Текст] : учебное пособие / Г. Я. Пановко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / В. А. Романов, О. К. Слива. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
2. 1. Шашурин, В.Д. Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Шашурин, О.С. Нарайкин, С.А. Воронов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 76 с.
3. Яборов, В. Г. Надежность и отработка летательных аппаратов : Методическое пособие. В 2-х ч. - Б/м, 1997. - 44 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / В. А. Романов, О. К. Слива. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
2. 1. Шашурин, В.Д. Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Шашурин, О.С. Нарайкин, С.А. Воронов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 76 с.
3. Яборов, В. Г. Надежность и отработка летательных аппаратов : Методическое пособие. В 2-х ч. - Б/м, 1997. - 44 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная	Электронно-	Латыев, С.М. Конструирование точных (оптических) приборов

	литература	библиотечная система издательства Лань	[Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 555 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60655
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Титух, И.Н. Устойчивость механических систем. Статика: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Н. Титух, С.П. Яковлев. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 122 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63707
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Петрухин, В.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Петрухин, С.В. Петрухин. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2010. — 176 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65092
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 549 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63259
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Распопов, В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=753

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	302 (5)	1. Типовой комплект учебного оборудования «Основы сопротивления материалов» ОСМ-ЭЛ-11ЛР-11 2. Учебная универсальная испытательная машина «Механические испытания материалов» МИМ-9ЛР-010 3. Учебно-исследовательский лабораторный комплекс ЭГСРП-015-21ЛР 4. Стенд «Напряжения в ферменных несущих конструкциях ЛА» НФНК-ЛА-015-3Ф
Практические занятия и семинары	302 (5)	1. Типовой комплект учебного оборудования «Основы сопротивления материалов» ОСМ-ЭЛ-11ЛР-11 2. Учебная универсальная испытательная машина «Механические испытания материалов» МИМ-9ЛР-010 3. Учебно-

		исследовательский лабораторный комплекс ЭГСРП-015-21ЛР 4. Стенд «Напряжения в ферменных несущих конструкциях ЛА» НФНК-ЛА-015-3Ф
Лекции	205 (5)	Компьютер, проектор, доска.