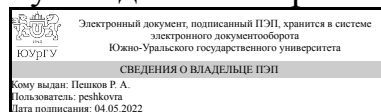


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



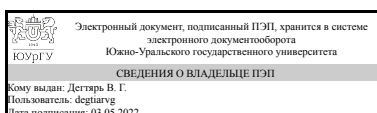
Р. А. Пешков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Акустика летательных аппаратов
для направления 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

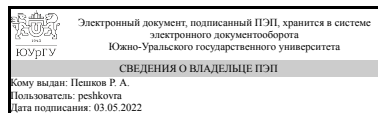
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 84

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Р. А. Пешков

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у обучающихся необходимых компетенций, обеспечивающих осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. является обучение слушателей необходимыми знаниями и умениями, позволяющими им производить замеры виброакустических параметров (вибрации, шума, колебаний давления жидкости), оценивать соответствие параметров вибрации и шума действующим нормам, разрабатывать мероприятия по снижению шума, вибрации, интенсивности других динамических процессов. В результате освоения дисциплины обучающийся приобретёт знания о физических процессах генерации шума и вибрации, о проблемах акустической экологии, о современных методах снижения шума и вибрации, умение решать ряд задач акустической экологии и снижения шума и вибрации, использовать полученные знания в практических задачах акустической экологии. Задачами дисциплины являются: • дать информацию об основных источниках вибрации и шума; • ознакомить студентам с техникой измерений шума и вибрации; • научить способам виброакустических расчетов уровней шума струи ракетного двигателя; • познакомить обучающихся с основными методами и средствами снижения шума и вибраций.

Краткое содержание дисциплины

Шум и вибрация являются составной частью понятия «окружающая среда». В связи с этим проблема снижения шума и вибрации занимает одно из основных мест в современной физике и технике, в акустической экологии. В лекционном курсе содержатся базовые знания о шумах и вибрациях, о задачах акустической экологии, об особенностях восприятия шума и вибрации человеком, о физических принципах построения средств снижения шума и вибрации. В рамках курса студенты познакомятся с принципом работы различных устройств снижения шума и вибрации, применяемых в различных областях человеческой деятельности, с современными методами решения задач акустической экологии. В рамках занятий рассматриваются следующие темы: 1. Виброакустические характеристики: параметры шума, вибрации, колебания давления рабочих сред. 2. Современная аппаратура для виброакустических измерений. 3. Методики измерения колебаний давления жидкости и газа, вибрации и шума. 4. Средства и методы защиты от шума и вибрации. 5. Звукопоглощение и звукоизоляция. Техника измерений и измерительная аппаратура.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические	Знает: основные тенденции и направления развития теории аэроакустических явлений, научно-технические проблемы и перспективы

и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	развития теории, взаимосвязь проблем со смежными областями (аэродинамикой, акустикой, конструированием и проектированием), объекты, аэроакустические явления и процессы, методы их научного исследования Умеет: использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов уровней шумов, методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований, обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов. Имеет практический опыт: проведения расчетов параметров акустического нагружения летательных аппаратов на старте и в полете
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.09 Математическое моделирование процессов и систем ракетно-космической техники	ФД.01 Устойчивость и управляемость

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

Дисциплина	Требования
1.О.09 Математическое моделирование процессов и систем ракетно-космической техники	Знает: методики проведения математического моделирования при проектировании и конструировании систем ракетно-космической техники Умеет: обрабатывать и анализировать результаты математического моделирования при проектировании и конструировании систем ракетно-космической техники Имеет практический опыт: разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования систем ракетно-космической техники

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 64,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2

Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к экзамену	69,5	69,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории. Основные понятия аэроакустики	1	1	0	0
2	Общие сведения о шуме. Причины возникновения шума. Критерии воздействия шума от струи ракетного двигателя на человека	1	1	0	0
3	Основные уравнения аэроакустики	1	1	0	0
4	Решение уравнений аэроакустики	10	2	8	0
5	Шум на местности реактивного двигателя	2	2	0	0
6	Шум струи ракетного двигателя	12	4	8	0
7	Расчет уровней шума ЛА на местности	5	1	4	0
8	Ограничения на шум и параметры ЛА	0,5	0,5	0	0
9	Эксплуатационные методы снижения уровней шума ЛА	0,5	0,5	0	0
10	Прогнозирование акустической обстановки в зоне стартового комплекса	0,5	0,5	0	0
11	Критерии акустического моделирования и экспериментальные установки	0,5	0,5	0	0
12	Шум в отсеках, Источники шума в отсеках. Критерии оценки и требования по шуму	6	2	4	0
13	Акустические нагрузки на поверхность ЛА. Статистические характеристики случайных полей	6	2	4	0
14	Пристеночные пульсации давления пограничного слоя	2	2	0	0
15	Ближнее звуковое поле струи. Акустические нагрузки от вентилятора и компрессора	2,5	0,5	2	0
16	Ближнее звуковое поле винта	0,5	0,5	0	0
17	Излучение звука конструкциями ЛА. Упругие волны в твердых телах	1	1	0	0
18	Собственные колебания упругих систем	2	2	0	0
19	Случайные колебания упругих систем. Акустическое излучение пластин	1	1	0	0
20	Акустическое поле в цилиндрической оболочке	1	1	0	0
21	Методы снижения шума в отсеке. Звукоизоляция	1	1	0	0
22	Типовые конструкции для поглощения шума	1	1	0	0

23	Вибропоглощение. Виброизоляция	3	1	2	0
24	Шум системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Учет требований по шуму в отсеке при компоновке ЛА	1	1	0	0
25	Расчет шума в отсеке. Эмпирический инженерный метод. Перспективные методы	1	1	0	0
26	Статистический энергетический метод	1	1	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории. Основные понятия аэроакустики	1
2	2	Общие сведения о шуме. Причины возникновения шума. Критерии воздействия авиационного шума на человека	1
3	3	Основные уравнения аэроакустики	1
4	4	Решение уравнений аэроакустики	2
5	5	Шум на местности реактивного двигателя	2
6	6	Шум винта и планера	4
7	7	Расчет уровней шума (самолета и вертолета) на местности	1
8	8	Ограничения на шум и параметры самолета	0,5
9	9	Эксплуатационные методы снижения уровней шума самолета	0,5
10	10	Прогнозирование акустической обстановки в зоне аэропорта	0,5
11	11	Критерии акустического моделирования и экспериментальные установки	0,5
12	12	Шум в салонах, Источники шума в салоне. Критерии оценки и требования по шуму	2
13	13	Акустические нагрузки на поверхность самолета. Статистические характеристики случайных полей	2
14	14	Пристеночные пульсации давления пограничного слоя	2
15	15	Ближнее звуковое поле струи. Акустические нагрузки от вентилятора и компрессора	0,5
16	16	Ближнее звуковое поле винта	0,5
17	17	Излучение звука самолетными конструкциями. Упругие волны в твердых телах	1
18	18	Собственные колебания упругих систем	2
19	19	Случайные колебания упругих систем. Акустическое излучение пластин	1
20	20	Акустическое поле в цилиндрической оболочке	1
21	21	Методы снижения шума в салоне. Звукоизоляция	1
22	22	Типовые конструкции для поглощения шума	1
23	23	Вибропоглощение. Виброизоляция	1
24	24	Шум системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Учет требований по шуму в салоне при компоновке самолетов	1
25	25	Расчет шума в салоне. Эмпирический инженерный метод. Перспективные методы	1
26	26	Статистический энергетический метод	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во
-----------	-----------	---------------------------------------------------------------------	--------

			часов
1-2	4	Решение уравнений аэроакустики	4
1	4	Решение уравнений аэроакустики	4
2	6	Шум струи, винта и планера	4
2-2	6	Шум струи, винта и планера	4
3	7	Расчет уровней шума (самолета и вертолета) на местности	4
4	12	Шум в салонах, Источники шума в салоне. Критерии оценки и требования по шуму	4
5	13	Акустические нагрузки на поверхность самолета. Статистические характеристики случайных полей	4
6	15	Ближнее звуковое поле струи. Акустические нагрузки от вентилятора и компрессора	2
7	23	Вибропоглощение. Виброизоляция	2

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
Подготовка к экзамену	Авиационная акустика. Под ред. А.Г. Мунина и В.Е. Квитки. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с. Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 548 с.	2	69,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-1	20	20	Письменный опрос осуществляется на одном из занятий изучаемого раздела - 10 во втором семестре. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время,	экзамен

						<p>отведенное на опрос -15 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия - 20.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
2	2	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-2	20	20	<p>Письменный опрос осуществляется на одном из занятий изучаемого раздела - 15 во втором семестре. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия - 20.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	экзамен
3	2	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-3	20	20	<p>Письменный опрос осуществляется на одном из занятий изучаемого раздела - 20 во втором семестре. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам.</p>	экзамен

						Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия - 20. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
4	2	Промежуточная аттестация	Мероприятие промежуточной аттестации в виде экзамена (письменный опрос)	-	40	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут.</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.</p> <p>Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи экзамена. При оценивании	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-1	Знает: основные тенденции и направления развития теории аэроакустических явлений, научно-технические проблемы и перспективы развития теории, взаимосвязь проблем со смежными областями (аэродинамикой, акустикой, конструированием и проектированием), объекты, аэроакустические явления и процессы, методы их научного исследования	+			+
ОПК-1	Умеет: использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов уровней шумов, методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований, обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов.		+		+
ОПК-1	Имеет практический опыт: проведения расчетов параметров акустического нагружения летательных аппаратов на старте и в полете			+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Феодосьев, В. И. Основы техники ракетного полета [Текст] Учеб. пособие для втузов В. И. Феодосьев. - М.: Наука, 1979. - 494 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Машиностроение"
2. Известия высших учебных заведений. Машиностроение
3. Известия РАН. Механика жидкости и газа

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Авиационная акустика: в 2-х ч. Ч.1. Шум на местности дозвуковых пассажирских самолетов и вертолетов / А.Г. Мунин, В.Ф. Самохин, Р.А. Шипов и др.; под общ. ред. А.Г. Мунина. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с., илл. Авиационная акустика: в 2-х ч. Ч.2. Шум в салонах пассажирских самолетов / А.Г. Мунин, Б.М. Ефимцев, Л.Я. Кудисова и др.; под общ. ред. А.Г. Мунина. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с., илл.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть I. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 563 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63258 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 В двух книгах. Книга первая. [Электронный ресурс] : энцикл. / А.П. Аджян [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 925 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5808 — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 548 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63259 — Загл. с экрана.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голубев, А. Ю. Турбулентные пульсации давления в акустике и аэрогидродинамике : учебное пособие / А. Ю. Голубев, Е. Б. Кудашев, Л. Р. Яблоник. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2019. — 424 с. — ISBN 978-5-9221-1827-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/143867
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гурбатов, С. Н. Акустика в задачах : учебное пособие / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 336 с. — ISBN 978-5-9221-1020-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2166 (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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
Практические занятия и семинары	110 (2)	Компьютерный класс с установленным свободным программным обеспечением (программа Open FOAM - программный комплекс для расчета задач акустики; Scilab - программа для построения математических моделей расчетов).