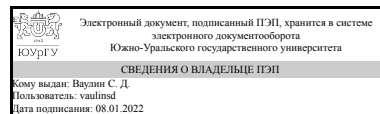


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



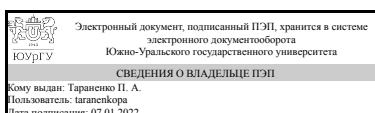
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.06.02 Динамические испытания
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

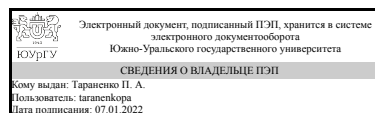
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

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



П. А. Тараненко

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



П. А. Тараненко

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение основных положений проведения экспериментов, выработка практических навыков в проведении экспериментов, обработке результатов для их использования в инженерной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Внедрение в практику эксперимента современных экспериментальных методов позволяет существенно повысить эффективность исследований. В рамках дисциплины: 1) приводятся основные сведения о проведении испытаний по определению свойств материалов и конструкций; 2) излагается теория модальных испытаний; 3) приводятся сведения о типовых виброиспытаниях; 4) рассматриваются методы обработки результатов, предназначение результатов испытаний для построения математических моделей изделий по результатам испытаний.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.
	Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента.
	Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента; способностью применять физико-математический аппарат и методы математического компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.
ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.
	Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента;

	применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента; решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям. Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента.
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента. Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента. Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента; способностью применять физико-математический аппарат и методы математического компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.
ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать: особенности работы с информационными ресурсами. Уметь: пользоваться информационными ресурсами, грамотно распределять время на решение поставленных задач. Владеть: основами самоорганизации и самообразования.
ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента. Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента; решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности

	реальным процессам, машинам и конструкциям. Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента.
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.02 Математический анализ, В.1.13 Экспериментальная механика	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
В.1.13 Экспериментальная механика	Знание особенностей и современных методов выполнения эксперимента
Б.1.05.02 Математический анализ	Умение решать дифференциальные уравнения и другие задачи математического анализа

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	36	36
Подготовка к зачету	36	36
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	Основные понятия и определения при проведении испытаний.	4	4	0	0
2	Виброиспытания	8	2	6	0

3	Расчетный модальный анализ и расчетные виброиспытания	8	0	8	0
4	Экспериментальный модальный анализ	16	6	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Объект исследования. Подготовка и проведение испытаний. Виброиспытания. Три вида виброиспытаний: частотные, вибропрочностные, испытания на виброустойчивость. Цели и методы. Режимы виброиспытаний	2
2	1	Способы возбуждения вибраций. Механический, гидравлический, электромагнитный, электродинамический, магнитострикционный, пьезоэлектрический акустический. Характеристики вибровозбудителей, достоинства и недостатки, области применения. Схема и принцип работы электродинамического вибростенда	2
3	2	Виброиспытания при синусоидальном, случайном и ударном воздействии. Оборудование для виброиспытаний. Схема управления с обратной связью.	2
4	4	Основные положения экспериментального модального анализа.	2
5	4	Частотная передаточная функция	2
6	4	Метод суперпозиции собственных форм (Modal Superposition Method)	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Проведение виброиспытаний при синусоидальном возбуждении	2
2	2	Проведение виброиспытаний при случайном возбуждении	2
3	2	Проведение виброиспытаний при ударном возбуждении	2
4	3	Расчетный модальный анализ механической системы с двумя степенями свободы с учетом демпфирования (Ansys, Modal Damping)	2
5	3	Расчетный модальный анализ механической системы с двумя степенями свободы с учетом демпфирования (MathCAD)	2
6	3	Определение расчетных передаточных функций системы с двумя степенями свободы	2
7	3	Проведение виброиспытаний расчетным путем (Ansys Workbench). Кинематическое возбуждение основания. Получение главных координат. Получение расчетной АЧХ методом суперпозиции собственных форм	2
8	4	Проведение модальных испытаний с использованием ударного молотка. Определение экспериментальных передаточных функций.	2
9	4	Проведение модальных испытаний с использованием модального вибростенда при синусоидальном и случайном возбуждении. Определение экспериментальных передаточных функций.	2
10	4	Идентификация собственных частот, форм и декрементов колебаний по экспериментальным передаточным функциям	2
11	4	Обработка результатов модальных испытаний. МАС критерий. Сравнение расчетных и экспериментальных собственных форм	2
12	4	Синтез экспериментальных передаточных функций	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	Романов В.А. Тараненко П.А. "Аналитическая динамика и теория колебаний".	36

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные лекции	Лекции	Проведение лекций в форме вопрос-ответ стимулирует мыслительные процессы у студентов, а также облегчает понимание и запоминание материала	12

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Задания для самостоятельной работы студентов основаны на реальных научных и хозяйственных работах, выполняемых нашей и другими кафедрами университета.

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
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	зачет	1-2
Все разделы	ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности	зачет	3-4

	реальным процессам, машинам и конструкциям		
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	зачет	5-6
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	зачет	7-9
Все разделы	ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	зачет	10-12
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Текущий контроль	1-8

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится письменно. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Контрольное мероприятие состоит из двух заданий. Каждое задание оценивается по 4-балльной шкале. 4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено. Вычисляется рейтинг мероприятия в процентах путем деления набранного на зачете числа баллов на максимальное число баллов. Определяется итоговый рейтинг - путем суммирования рейтинга на зачете с рейтингом, набранным за работу в семестре.	Зачтено: Величина итогового рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 % Не зачтено: Величина итогового рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.
Текущий контроль	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Контрольное мероприятие состоит из 4 заданий. По 4 балла за каждое задание. 4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	Зачтено: Величина рейтинга за каждое задание 60...100 % Не зачтено: Величина рейтинга за каждое задание 0...59 %.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	1. Метод разложения по собственным формам. 2. Экспериментальный модальный анализ. 3. Схема виброиспытаний с обратной связью.

	4. Испытания с ударным молотком. 5. МАС критерий. 6. Виброиспытания при синусоидальном возбуждении. 7. Виброиспытания при ударном возбуждении. 8. Виброиспытания при случайном возбуждении. 9. Измерение и нормирование вибраций. Основные понятия. Показатели интенсивности вибрации. Показатели спектрального состава вибрации. 10. Три вида виброиспытаний. Их цели. 11. Способы возбуждения вибраций. Краткая характеристика вибровозбудителей. 12. Принцип действия, схема, характеристики электродинамического вибростенда.
Текущий контроль	1. Определение расчетных передаточных функций неконсервативной системы с двумя степенями свободы методом суперпозиции собственных форм с использованием Modal Damping (MathCAD или Matlab) 2. Расчетный модальный анализ механической системы с двумя степенями свободы с учетом демпфирования (Ansys, Modal Damping). 3. Проведение виброиспытаний расчетным путем (Ansys Workbench). Кинематическое возбуждение основания. Получение главных координат. Получение расчетной АЧХ методом суперпозиции собственных форм 4. Сравнение расчетных и экспериментальных собственных форм по МАС критерию. 5. Проведение модальных испытаний с использованием модального вибростенда при синусоидальном возбуждении. Определение экспериментальных передаточных функций. 6. Проведение модальных испытаний с использованием модального вибростенда при случайном возбуждении. Определение экспериментальных передаточных функций. 7. Проведение модальных испытаний с использованием модального молотка. Определение экспериментальных передаточных функций. 8. Синтез экспериментальных передаточных функций

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний Текст Учебник для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с. ил.
2. Алдошин, Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний [Текст] учеб. пособие для физ.-техн. вузов Г. Т. Алдошин. - 2-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 311 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Прочность. Устойчивость. Колебания Справ.: В 3 т. Т. 2 Под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко; Авт. т. А. Я. Александров, С. А. Амбарцумян, В. Л. Бидерман и др. - М.: Машиностроение, 1968. - 463 с. ил.
2. Прочность. Устойчивость. Колебания [Текст] справочник : в 3 т. Т. 1 Б. Л. Абрамян и др.; под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1968. - 831 с. ил.
3. Прочность. Устойчивость. Колебания [Текст] Т. 3 справочник : в 3 т. В. В. Болотин и др.; под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1968. - 567 с. черт.
4. Пановко, Я. Г. Введение в теорию механических колебаний Учеб. пособие для вузов. - 3-е изд., перераб. - М.: Наука, 1991. - 255 с. ил.

5. Пановко, Я. Г. Основы прикладной теории упругих колебаний Я. Г. Пановко. - 2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1967. - 316 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Романов В.А., Тараненко П.А. Аналитическая динамика и теория колебаний.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Романов В.А., Тараненко П.А. Аналитическая динамика и теория колебаний.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний : учебник для вузов / С. П. Стрелков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-7343-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158954 (дата обращения: 06.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шашурин, В. Д. Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации : учебное пособие / В. Д. Шашурин, О. С. Нарайкин, С. А. Воронов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 74 с. — ISBN 978-5-7038-3334-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52239 (дата обращения: 06.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Аринчев, С. В. Виброиспытания печатной платы в среде ABACUS: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Динамика конструкций аэрокосмических систем» : методические указания / С. В. Аринчев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 18 с. — ISBN 978-5-7038-3801-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62009 (дата обращения: 06.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бернс, В. А. Диагностика дефектов органов управления самолетом по параметрам вибраций : учебное пособие / В. А. Бернс. — 2-е изд. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 71 с. — ISBN 978-5-7782-3307-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118130 (дата обращения: 06.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
5. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
6. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (2)	Компьютер, проектор, экран.
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютерный класс – 12 шт. Компьютеры Intel Pentium Core i5, 8 Гб ОЗУ, 512 Мб HDD, монитор Acer 20", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD