ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Войнов И. В.
Пользователь: voinoviv
Дата подписания: 20.10.2021

И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.42 Вибропрочность конструкции ЛА
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 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 01.12.2016 № 1517

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 02.06.2021

В. И. Киселев

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 02.06.2021

В. И. Киселев

Миасс

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 (ЗУНы)
ОК-1 владением целостной системой научных знаний об окружающем мире, способностью ориентироваться в ценностях бытия, жизни и культуры	Знать:• Основы расчётно-экспериментального метода исследования и обеспечения вибропрочности силовой конструкции ракет.
	Уметь:• Проводить расчеты на вибропрочность, планировать её экспериментальную отработку и анализировать результаты этой отработки.
	Владеть:• Методиками расчета на вибропрочность, планирования её экспериментальной отработки и анализа результатов этой отработки.
ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	Знать:• Основы расчётно-экспериментального метода исследования и обеспечения вибропрочности силовой конструкции ракет.
	Уметь:• Проводить расчеты на вибропрочность, планировать её экспериментальную отработку и анализировать результаты этой отработки.
	Владеть:• Методиками расчета на вибропрочность, планирования её экспериментальной отработки и анализа результатов этой отработки.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Физика	Б.1.32 Наземные и летные испытания, Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования

Б.1.06 Физика	Знать: основные физические теории, позволяющие описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; Уметь: использовать научно-техническую литературу для получения профессиональных знаний; Владеть: навыками по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий.

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
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к зачёту	20	20
Подготовка к решению задач	30	30
Подготовка доклада	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	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: природа усталости; критерии предельного состояния, понятие остаточной прочности; понятие кривых усталости материала и элемента конструкции; уравнения кривых усталости, их зависимость от вида	6	6	0	0

	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		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к решению задач	Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с.	30
Подготовка к зачёту	Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с.	20
Подготовка к докладу	Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с.	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проектный метод	Лекции	Проектный метод	4
Решение комплексной учебно-познавательной задачи	Практические занятия и семинары	Решение комплексной учебно-познавательной задачи	8

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Проектный метод	Проектный метод
Решение комплексной учебно-познавательной задачи	Решение комплексной учебно-познавательной задачи

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
Все разделы	ОК-1 владением целостной системой научных знаний об окружающем мире, способностью ориентироваться в ценностях бытия, жизни и культуры	Зачет	1-21
Все разделы	ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	Зачет	1-21
«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.	ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	Выступление с докладом	1
"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.	ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	Решение задачи 1	Задача 1
«Экспериментальная отработка вибрационной прочности» - Планирование экспериментальной отработки вибропрочности: цель и задачи экспериментальной отработки вибропрочности; проводимые работы и выпускаемые документы при планировании экспериментальной отработки	ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению	Решение задачи 2	Задача 2

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.	прочности и жесткости ракетных конструкций		
Все разделы	ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	Решение задачи 3	Задача 3

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. 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 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи 1	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи 2	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи 3	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа.	Зачтено: рейтинг обучающегося за

	Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Выступление с докладом	Выступление с докладом происходит на последнем занятии изучаемого раздела. Тему доклада студент выбирается самостоятельно исходя из темы занятия. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Четкий грамотный доклад, соответствующий теме занятия, оценивается в 3 балла. Грамотный доклад с не значительными ошибками, соответствующий теме занятия, оценивается в 2 балла. Не грамотный доклад, не соответствующий теме занятия, оценивается в 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1. В чём состоит качественный (дорасчётный) анализ конструкции? 2. Назвать и обосновать основные проектные критерии вибропрочности. 3. Дать понятия статистического запаса вибропрочности и коэффициента безопасности по вибропрочности. 4. Указать и пояснить характеристики процессов напряжений, определяемые при расчёте действующих напряжений. 5. Указать и пояснить характеристики процессов напряжений, определяемые при расчёте предельных напряжений. 6. Указать и пояснить величины, определяемые при оценке условий вибропрочности. 7. Обосновать область применения квазистатического метода расчёта действующих напряжений. 8. Какие элементы конструкции и какие случаи вибронагружения могут быть расчётными по вибропрочности? 9. В чём заключается ограниченность существующей методики расчёта на вибропрочность и каковы пути её дальнейшего развития? 10. Цель и основные задачи экспериментальной отработки вибропрочности. 11. Как осуществляется выбор объектов испытаний и случаев испытательного нагружения для стендовых (лабораторных) испытаний на вибропрочность? Какие объекты и случаи могут входить в число указанных? 12. Способы оценки технического состояния объектов стендовых испытаний на вибропрочность. 13. При каких испытаниях, кроме лабораторных, проводится отработка вибропрочности и какие задачи вибропрочности решаются при этих испытаниях? 14. Какие физические величины требуют измерения при экспериментальной отработке вибропрочности и какие задачи решаются путём этих измерений? 15. Основные принципы планирования измерений при требовании минимальности их объёма. 16. Понятия схемы, метода и режимов нагружения при стендовых испытаниях на

	вибропрочность. 17. Отличия схем, методов и режимов вибронагружения при стендовых испытаниях от эксплуатационных. 18. Что такое квалификационный запас и какие факторы он учитывает? 19. Основные принципы установления схем, методов и режимов вибронагружения для стендовых испытаний на вибропрочность. 20. Суть анализа результатов экспериментальной отработки вибропрочности. 21. Как используются материалы анализа результатов экспериментальной отработки вибропрочности?
Решение задачи 1	Задача 1.pdf
Решение задачи 2	Задача 2.pdf
Решение задачи 3	Задача 3.pdf
Выступление с докладом	

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная 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
2. Прочность ракетных конструкций : учебное пособие для машиностроительных спец. Вузов / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков, П. И. Никитин и др. ; Под ред. В. И. Моссаковского. - М. : Высшая школа, 1990. - 359 с. : ИЛ.

б) дополнительная литература:

1. Баллистические ракеты и ракеты-носители : Пособие для студентов вузов / О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. И. Гущин и др. ; Под ред. О. М. Алифанова. - М. : Дрофа, 2004. - 512 с. - (Авиация и космонавтика).
2. Копельман, Л. А. Основы теории прочности сварных конструкций : учебное пособие / Л. А. Копельман. - Спб. : Лань, 2010. - 464 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА).
3. Справочная книга по расчету самолета на прочность / М. Ф. Астахов, А. В. Караваев, С. Я. Макаров, Я. Я. Суздальцев. - репринт изд. 1954 г. - М. : Альянс, 2013

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 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.

2. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / В. А. Романов, О. К. Слива. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
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. 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.
2. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / В. А. Романов, О. К. Слива. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
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 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
2	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
3	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
4	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
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Латыев, С.М. Конструирование точных (оптических) приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 555 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60655
6	Дополнительная	Электронно-	Петрухин, В.В. Основы вибродиагностики и средства

	литература	библиотечная система издательства Лань	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

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(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
Практические занятия и семинары	305 (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; MATLAB, Simulink 2013b (Math Works: б/н от 21.01.14)
Лекции	305 (5)	Доска, парты