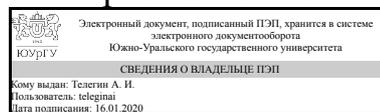


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



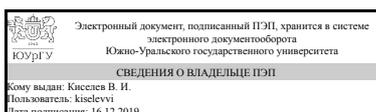
А. И. Телегин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

дисциплины Б.1.34 Строительная механика ракет
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

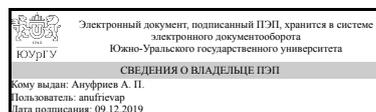
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. П. Ануфриев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель данной дисциплины - дать основы знаний будущим инженерам для решения задач, возникающих при проектировании, разработке и отработке несущих конструкций корпуса ракеты в части прочности.

Краткое содержание дисциплины

Введение. Основы прикладной теории упругости. Применяемые в ракетостроении методы расчета. Анализ условий эксплуатации и определение случаев нагружения. Этапы отработки прочности конструкции. Прочность элементов конструкций корпуса. Устойчивость тонкостенных конструкций.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|--|---|
| ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения | Знать: • как проводятся проектные и проверочные расчеты на прочность, • как определять оптимальные параметры элементов конструкции корпуса ракеты при различных видах нагрузок (подкрепленных и вафельных оболочек, стержневых рам), • как определять напряженно-деформированное состояние оболочек и пластин из изотропных и композиционных материалов, для различных видов нагрузок |
| | Уметь: • определять расчетные случаи на основе анализа условий эксплуатации, • проводить проектные и проверочные расчеты на прочность |
| | Владеть: методиками проведения расчетов на прочность и устойчивость конструкций |
| ПК-5 способностью разрабатывать проектные решения несущих и вспомогательных конструкций сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации и системой проектной документацией в строительстве с использованием современных программных комплексов | Знать: как определять оптимальные схемы армирования тонкостенных оболочечных конструкций, работающих на прочность и устойчивость |
| | Уметь: Уметь: разрабатывать документацию на проведение экспериментальной отработки и анализа результатов испытаний |
| | Владеть: методиками проведения расчетов на прочность и устойчивость конструкций |
| ПСК-1.3 способностью разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет | Знать: как определять несущую способность и запасы прочности тонкостенных оболочечных конструкций и пластин, работающих на прочность и устойчивость |
| | Уметь: разрабатывать требования в конструкторской документации по обеспечению контроля качества изготовления в части прочности. |
| | Владеть: методиками составления расчетных схем и методами расчета |
| ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса | Знать: как определять несущую способность и запасы прочности тонкостенных оболочечных |

| | |
|--|---|
| ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций | конструкций и пластин, работающих на прочность и устойчивость |
| | Уметь:разрабатывать требования в конструкторской документации по обеспечению контроля качества изготовления в части прочности |
| | Владеть:методикой проведения расчетов на прочность конструкций и узлов ракет |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| | |
|---|---|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
| Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.14 Сопротивление материалов | Б.1.50 Проектирование спускаемых аппаратов |

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

| Дисциплина | Требования |
|---------------------------------|--|
| Б.1.14 Сопротивление материалов | Знать: основы теории прочности; основные гипотезы и определения сопротивления материалов; общепринятые обозначения в расчетных схемах; определение расчетных моделей (бруса, стержня, балки, пластины, оболочки); виды нагружения, виды напряжений, деформаций, напряженных состояний; методы определения механических характеристик материалов и влияние на характеристики условий эксплуатации; Уметь: определять внутренние силовые факторы при различных видах нагружения и характере внешних нагрузок, а также строить их эпюры; рассчитывать геометрические характеристики сечений; рассчитывать напряжения, деформации и перемещения в сечениях по известным силовым факторам и геометрическим характеристикам, а также строить их эпюры; Владеть: навыками самостоятельного пользования учебной и справочной литературой |
| Б.1.09 Теоретическая механика | Знать: основные законы теоретической механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей; Уметь: использовать базовые положения математики при решении задач статики, кинематики и динамики; Владеть: навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения законов механики. |

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 | |
| | | 6 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 16 | 16 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32 | 32 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 60 | 60 | |
| Подготовка к зачету по разделам 1-7 | 60 | 60 | |
| 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 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 2 | Основы прикладной теории упругости | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 3 | Применяемые в ракетостроении методы расчета | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 4 | Проектировочные расчеты на стадии эскиз-ного проекта; Расчеты на прочность при выпуске рабочей документации | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 5 | Этапы отработки прочности конструкции | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 6 | Прочность элементов конструкций корпуса | 8 | 2 | 6 | 0 |
| 7 | Устойчивость тонкостенных конструкций | 14 | 4 | 10 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Предмет строительной механики ЛА, ее связь с курсами “Соппротивление материалов” и “Теоретической механикой” | 2 |
| 2 | 2 | Определения и понятия напряжений, деформаций, перемещений | 1 |
| 3 | 2 | Понятия тензора напряжений, деформаций, - связь напряжений с деформациями для изотропных и ортотропных тел | 1 |
| 4 | 3 | Вариационные и приближенные методы расчета, метод конечных элементов; Расчет по допускаемым напряжениям | 1 |
| 5 | 3 | Расчет по разрушающим нагрузкам; Основные различия этих методов; Выбор и назначение коэффициентов безо-пасности; Понятие о «Нормах прочности». | 1 |
| 6 | 4 | Наземная эксплуатация; Эксплуатация в шахте объекта; Старт и выход из шахты. | 1 |
| 7 | 4 | Атмосферный участок траектории; Разделение ступеней. | 1 |
| 8 | 5 | Проектировочные расчеты на стадии эскизного проекта; Расчеты на прочность при выпуске рабочей документации. | 1 |
| 9 | 5 | Наземная экспериментальная отработка прочности; Летные испытания. | 1 |

| | | | |
|----|---|--|-----|
| 10 | 6 | Общие сведения из теории оболочек; - Понятие о безмоментной теории оболочек, условия существования моментного и без-моментного состояния; - Определение мембранных напряжений и перемещений в сферической | 0,5 |
| 11 | 6 | Проектировочный расчет цилиндрического сосуда давления с днищами, типы днищ; - Определение безмоментных напряжений в вафельных оболочках - Краевой эффект | 0,5 |
| 12 | 6 | Расчет распорных шпангоутов; - Прочность пластин, классификация пластин, симметричный изгиб круглой пластинки, изгиб прямоугольных пластин Общая характеристика композиционных материалов (КМ), расчетные модели КМ, технические характеристики для описания тонкого слоя однонаправленного КМ, критерии прочности для однонаправленного материала; - Расчет и проектирование цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением и осевой силой, выполненной из однонаправленного КМ | 0,5 |
| 13 | 6 | Определение оптимальной формы оболочки вращения, образованной упругими нитями; - Деформации и перемещения цилиндрической ортотропной оболочки, нагруженной внутренним давлением; - Расчет и проектирование цилиндрического комбинированного баллона давления; - Весовая эффективность материалов, понятие удельной прочности, сравнительная эффективность применяемых материалов | 0,5 |
| 14 | 7 | Общие понятия явления потери устойчивости; - Устойчивость стержней, расчет и проектирование стержневой рамы | 0,5 |
| 15 | 7 | Устойчивость цилиндрических и конических оболочек при продольном сжатии; - Устойчивость цилиндрических и конических оболочек под действием внешнего давления | 0,5 |
| 16 | 7 | Устойчивость цилиндрических оболочек при кручении и сдвиге; - Устойчивость цилиндрических оболочек при совместном действии нагрузок | 0,5 |
| 17 | 7 | Устойчивость сферических оболочек при действии внешнего давления; - Критерии весовой эффективности материалов в тонкостенных конструкциях, работающих на устойчивость | 0,5 |
| 18 | 7 | Устойчивость цилиндрических и конических «вафельных» оболочек при действии внешнего давления, формы потери устойчивости, исследование весовой оптимальности, алгоритм проектировочного расчета; - Устойчивость цилиндрических «вафельных» оболочек при кручении и сдвиге | 0,5 |
| 19 | 7 | Устойчивость цилиндрических «вафельных» оболочек при совместном действии нагрузок | 0,5 |
| 20 | 7 | Устойчивость сферических «вафельных» оболочек при действии внешнего давления, алгоритм проектировочного расчета | 0,5 |
| 21 | 7 | Устойчивость цилиндрических оболочек из КМ при раздельном действии внешнего давления, продольного сжатия, кручения; - Устойчивость цилиндрических оболочек из КМ с наполнителем при раздельном действии внешнего давления, продольного сжатия, кручения | 0,5 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Определение мембранных напряжений и перемещений в сферической, цилиндрической, конической и торовой оболочках | 2 |
| 2 | 2 | Построения эпюр распределения мембранных напряжений в оболочках вращения | 4 |
| 3 | 3 | Проведение проектных и проверочных расчетов оболочечных конструкций | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 4 | Симметричный изгиб круглой пластинки | 2 |
| 5 | 5 | Решение задач по определению изгибающих моментов и напряжений в круглых пластинах от разных нагрузок при различных граничных условиях. | 4 |
| 6 | 6 | Расчет и проектирование цилиндрической оболочки, выполненной из однонаправленного КМ и нагруженной внутренним давлением и осевой силой; Определение оптимальной формы оболочки вращения, образованной упругими нитями | 6 |
| 7 | 7 | Деформации и перемещения цилиндрической ортотропной оболочки, нагруженной внутренним давлением. | 6 |
| 8 | 7 | Расчет и проектирование цилиндрического комбинированного баллона давления | 4 |

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 по разделам 1-7 | Кристалинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica : учебное пособие / Р. Е. Кристалинский, Н. Н. Шапошников. - Спб. : Лань, 2010. - 240 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА). | 60 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|---|---------------------------------|--|-------------------|
| Разбор конкретных ситуаций на практических занятиях | Практические занятия и семинары | Часть практических занятий (60–100%) проводятся в интерактивной форме: студенты самостоятельно или с частичной помощью преподавателя решают задачи, в которых необходимо применить новый и изученный ранее учебный материал. | 10 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

| Инновационные формы обучения | Краткое описание и примеры использования в темах и разделах |
|---------------------------------------|--|
| Разбор конкретных ситуаций на лекциях | При изучении дисциплины применяются образовательные технологии, адекватные целям изучения, содержанию учебного материала и уровню подготовки студентов. Организационные формы изучения дисциплины (все разделы): лекция, практическое занятие, самостоятельная работа. Применяемые методы обучения: объяснительно-иллюстративные, проблемные. Часть лекций (10–40%) проводятся в интерактивной форме: студенты самостоятельно или с помощью преподавателя делают выводы из |

| | |
|---|--|
| | сообщённого преподавателем материала, возможно, с использованием ранее изученного; студенты самостоятельно решают задачи, в которых необходимо применить новый учебный материал. |
| Разбор конкретных ситуаций на практических занятиях | Часть практических занятий (60–100%) проводятся в интерактивной форме: студенты самостоятельно или с частичной помощью преподавателя решают задачи, в которых необходимо применить новый и изученный ранее учебный материал. |

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 | ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения | Зачет | 1-20 |
| Все разделы | ПК-5 способностью разрабатывать проектные решения несущих и вспомогательных конструкций сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации и системой проектной документацией в строительстве с использованием современных программных комплексов | Зачет | 1-20 |
| Все разделы | ПСК-1.3 способностью разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет | Зачет | 1-20 |
| Все разделы | ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций | Зачет | 1-20 |
| Прочность элементов конструкций корпуса | ПК-5 способностью разрабатывать проектные решения несущих и вспомогательных конструкций сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации и системой проектной документацией в строительстве с использованием современных программных комплексов | Решение задачи по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | 1 |
| Прочность элементов конструкций корпуса | ПК-5 способностью разрабатывать проектные решения несущих и вспомогательных конструкций сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации и системой проектной | Решение задачи по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | 1 |

| | | | |
|---|---|--|------|
| | документацией в строительстве с использованием современных программных комплексов | | |
| Прочность элементов конструкций корпуса | ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций | Контрольная работа | 1-10 |
| Устойчивость тонкостенных конструкций | ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций | Решение задачи по теме раздела "Устойчивость тонкостенных конструкций" | 1 |

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 по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | Решение задач 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 по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | Решение задач 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 % |
| Контрольная работа | Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела. На выполнение контрольной работы отводится 1 час. Контрольная работа состоит из 10 заданий. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг |

| | | |
|--|--|---|
| | система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно выполненное задание контрольной работы соответствует 1 баллу. Не правильное выполненное задание контрольной работы соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. | обучающегося за мероприятие менее 60 % |
| Решение задачи по теме раздела "Устойчивость тонкостенных конструкций" | Решение задач 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 % |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--------------|--|
| Зачет | <ol style="list-style-type: none"> 1. Этапы исследования прочности ЛА. Выбор расчетной схемы. 2. Классификация сил. 3. Силы, действующие на ракету на активном участке траектории. 4. Расчетные случаи нагружения ракет. Расчетные нагрузки, коэффициенты безопасности. Нормы прочности. 5. Определение напряжений в симметричных оболочках по безмоментной теории. Условия существования безмоментного напряженно-деформированного состояния оболочек. 6. Классификация пластин. Пластины средней толщины, основные определения, допущения. 7. Определение силы взаимодействия между шпангоутом и стенкой цилиндрического бака при внутреннем давлении. 8. Проектировочный расчет емкости давления 9. Определение композиционных материалов. Объем технических характеристик для описания тонкого слоя ортотропного материала. Модели армированных материалов. 10. Расчет цилиндрической оболочки с днищами из композиционного 11. Деформации и перемещения ортотропной цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением. 12. Определение нормальных напряжений в цилиндрической оболочке, нагруженной |

| | |
|--|---|
| | <p>изгибающим моментом.</p> <p>13. Определение напряжений в цилиндрической оболочке, нагруженной перерезывающей силой Q.</p> <p>14. Определение напряжений в цилиндрической оболочке, нагруженной крутящим моментом.</p> <p>15. Изгиб прямоугольных пластин.</p> <p>16. Проектирование цилиндрической оболочки из однонаправленного композиционного материала, нагруженного внутренним давлением и осевой силой.</p> <p>17. Растяжение кольца в его плоскости равномерной радиальной нагрузкой.</p> <p>Определение напряжений, перемещений.</p> <p>18. Проектирование комбинированного баллона давления.</p> <p>19. Форма днищ резервуаров.</p> <p>20. Определение напряжений и перемещений в цилиндрической оболочке сосуда давления.</p> |
| Решение задачи по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | Пример задачи 1.docx |
| Решение задачи по теме раздела "Прочность элементов конструкций корпуса" | Пример задачи 2.doc |
| Контрольная работа | Пример контрольного задания.doc |
| Решение задачи по теме раздела "Устойчивость тонкостенных конструкций" | Пример задачи 3.doc |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - М. : Машиностроение, 2003. - 448 с. : ИЛ.

б) дополнительная литература:

- Кристалинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica : учебное пособие / Р. Е. Кристалинский, Н. Н. Ша-пошников. - СПб. : Лань, 2010. - 240 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА). — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=211

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Васильков Г. В., Буйко З. В. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 256 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=511

2. Погорелов, В.И. Строительная механика летательных аппаратов: лабораторный практикум в ANSYS для вузов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 74 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63700

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Васильков Г. В., Буйко З. В. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 256 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=511

4. Погорелов, В.И. Строительная механика летательных аппаратов: лабораторный практикум в ANSYS для вузов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 74 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63700

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник [Электронный ресурс] / Н. Н. Шапошников, Р. Е. Кристалинский, А. В. Дарков. - СПб. : Лань, 2012. - 704 с - (Учебники для вузов. Специальная литература). | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 2 | Основная литература | Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - М. : Машиностроение, 2003. - 448 с. : ИЛ. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 3 | Дополнительная литература | Кристалинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica : учебное пособие / Р. Е. Кристалинский, Н. Н. Шапошников. - СПб. : Лань, 2010. - 240 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА). — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=211 | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 4 | Дополнительная литература | Голованов, А.И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : / А.И. Голованов, О.Н. Тюленева, А.Ф. Шигабутдинов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 389 с. — Режим доступа: | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |

| | | | | |
|---|---------------------------|---|---|----------------------|
| | | http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50293 | | |
| 5 | Дополнительная литература | Беляев, А.В. Прочность, устойчивость и колебания ферменных и рамных конструкций аэрокосмических систем: Учебное пособие по курсам «Прочность конструкций аэрокосмических систем», «Строительная механика конструкций аэрокосмических систем» [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Беляев, Д.М. Биденко, Ю.И. Ключев [и др.]. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2006. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=62037 | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 6 | Дополнительная литература | Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 79 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69416 | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 7 | Дополнительная литература | Соломонов, Ю.С. Методы расчета цилиндрических оболочек из композиционных материалов [Электронный ресурс] : / Ю.С. Соломонов, В.П. Георгиевский, А.Я. Недбай [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 264 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59568 | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |
| 8 | Дополнительная литература | Сухинин, С.Н. Прикладные задачи устойчивости многослойных композитных оболочек [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 244 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=49097 | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Свободный |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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 |
|----------------------|--------|---|
| Лабораторные занятия | | 1. Учебная универсальная испытательная машина «Механические испытания материалов» МИМ-9ЛР-010 2. Учебно-исследовательский лабораторный комплекс ЭГСРП-015-21ЛР «Электрогидравлические рулевые следящие приводы» 3. Стенд «Колебания, оболочек, заполненных жидкостью» КОЗЖ- |

| | |
|--|---|
| | 015-3ЛР 4.Стенд «Напряжения в ферменных несущих конструкциях ЛА» НФНК-ЛА-015-3Ф 5.Мультимедийный (ММ) и интерактивный информационный комплекс «Строительная механика и динамика конструкции ЛА |
|--|---|