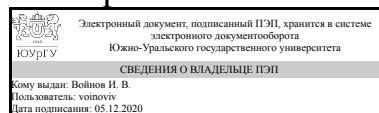


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



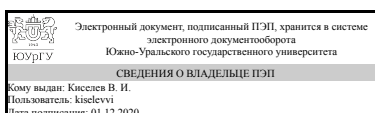
И. В. Войнов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**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

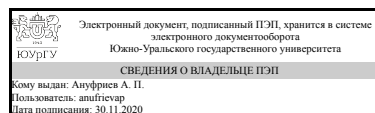
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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.1.14 Сопротивление материалов,<br>Б.1.09 Теоретическая механика | 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  | 20          | 20                                 |  |
| Подготовка к решению задач   | 20          | 20                                 |  |
| Подготовка к контрольной работе  | 20          | 20                                 |  |
| 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 эскизного 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 “Сопротивление 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  | 1            |

|    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
|    |   | прочность при выпуске рабочей документации.  |     |
| 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<br>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   | 4            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | вращения  |   |
| 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             | 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). | 20           |
| Подготовка к решению задач      | ристалинский, 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).  | 20           |
| Подготовка к контрольной работе | 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). | 20           |

## 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       | Практические занятия и | Часть практических занятий (60–100%) проводятся в интерактивной форме: студенты самостоятельно | 10                |

|                       |          |   |  |
|-----------------------|----------|---|--|
| практических занятиях | семинары | или с частичной помощью преподавателя решают задачи, в которых необходимо применить новый и изученный ранее учебный материал. |  |
|-----------------------|----------|---|--|

## 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                          | См. приложение |
| 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                          | См. приложение |
| Все разделы                      | ПСК-1.3 способностью разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет  | Зачет                          | См. приложение |

|   |  |  |                |
|---|--|--|----------------|
| Все разделы                             | ПСК-1.2 способностью обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций  | Зачет  | См. приложение |
| 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" | См. приложение |
| 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" | См. приложение |
| 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   | См. приложение |
| 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"   | См. приложение |

## 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 %.<br>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.                | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.<br>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 % |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.   |   |
| 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.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.          | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.<br>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 система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно выполненное задание контрольной работы соответствует 1 баллу. Не правильно выполненное задание контрольной работы соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.<br>Не зачтено: рейтинг 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.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.          | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.<br>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 % |

### 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля   | Типовые контрольные задания     |
|--|---------------------------------|
| Зачет  | Зачёт.docx                      |
| 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"               |                                 |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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:

1. 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?p11\\_id=211](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=211)

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

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 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?p11\\_id=511](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_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?p11\\_id=63700](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_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?p11\\_id=511](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_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?p11\\_id=63700](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63700)

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Наименование ресурса в электронной | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; |
|---|----------------|-------------------------|------------------------------------|--|
|   |                |                         |                                    |  |

|   |                           |   | форме   | авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|---|---|------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник [Электронный ресурс] / Н. Н. Шапошников, Р. Е. Кристаллинский, А. В. Дарков. - СПб. : Лань, 2012. - 704 с - (Учебники для вузов. Специальная литература).   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 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 / Авторизованный          |
| 3 | Дополнительная литература | Кристаллинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica : учебное пособие / Р. Е. Кристаллинский, Н. Н. Шапошников. - СПб. : Лань, 2010. - 240 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА). — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=211">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=211</a>   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50293">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50293</a>  | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=62037">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=62037</a> | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69416">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69416</a>  | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59568">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59568</a>   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный          |
| 8 | Дополнительная литература | Сухинин, С.Н. Прикладные задачи устойчивости многослойных композитных оболочек  | Электронно-библиотечная                           | Интернет / Авторизованный          |

|  |   |                                 |  |
|--|---|---------------------------------|--|
|  | [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 244 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=49097">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=49097</a> | система<br>издательства<br>Лань |  |
|--|---|---------------------------------|--|

## 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 | 308 (5) | 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» |