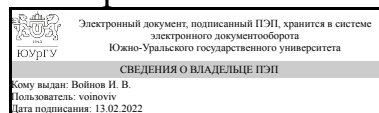


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



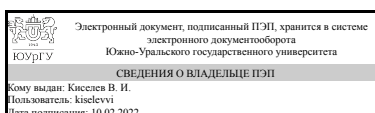
И. В. Войнов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С1.06 Прочность конструкции ракет  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** Специалитет  
**специализация** Ракетные транспортные системы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и ракетодинамика

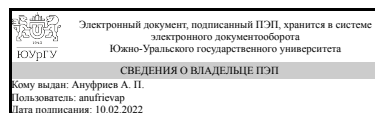
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

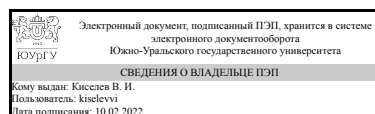
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. П. Ануфриев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Миасс

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: дать знания и навыки анализа конструкций (определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (т.е. выявления наиболее эффективных конструкторских решений). Задачи изучения дисциплины: — усвоить правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных элементов ракетной конструкции; знать специальную литературу и другие информационные источники для решения задач по определению напряженно-деформированного состояния и оценки устойчивости этих элементов; методы прочностных расчетов, связанных с проектированием, изготовлением и испытаниями ракетной техники; — иметь представление об основных научно-технических проблемах в области прочности ракет, о существующих мерах и методах обеспечения прочностной надежности в процессе разработки, изготовления и испытаний конструкций ракет; — научиться решать задачи по определению нагрузок на ЛА и выделять основные и проверочные расчетные случаи; по построению эпюр распределения усилий в корпусе ЛА на основе балочной расчетной схемы; по определению критических нагрузок потери устойчивости для основных расчетных моделей конструктивных элементов (балка, кольцо, пластина, оболочка); по определению запасов прочности и устойчивости конструктивных элементов ЛА; — получить навыки выполнения инженерных проектировочных и проверочных расчетов основных элементов конструкции корпуса ЛА с использованием вычислительной техники (в том числе - составления программ компьютерных расчетов).

## Краткое содержание дисциплины

Основные этапы и задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Расчетные случаи для конструкций ЛА. Нормы прочности. Расчетные модели и определение действующих нагрузок. Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержней. Устойчивость гладких пластин и оболочек. Устойчивость ортотропных оболочек (вафельных, стрингерно-шпангоутных, из композиционных материалов). Расчет на прочность элементов конструкции ГЧ. Прочностной расчет топливного отсека. Расчет на прочность сухих отсеков. Оценка прочности конструкций ЖРД и РДТТ. Статические и динамические испытания конструкций ЛА.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способен осуществлять техническую поддержку отработки динамики и прочности конструкций РКТ | Знает: Методы расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет; Правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для элементов конструкций ракет.<br>Умеет: Применять методики расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет.<br>Имеет практический опыт: Расчета на прочность. |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                       |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Строительная механика ракет                                   | Испытания летательных аппаратов, Вибропрочность конструкций летательных аппаратов |

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

| Дисциплина                  | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Строительная механика ракет | Знает: Методику проведения проектных и поверочных расчетов на прочность, определения оптимальных параметров элементов конструкции корпуса ракеты при различных видах нагрузок и определения напряженно-деформированного состояния оболочек и пластин из изотропных и композиционных материалов, для различных видов нагрузок<br>Умеет: Определять расчетные случаи на основе анализа условий эксплуатации; Проводить проектные и поверочные расчеты на прочность<br>Имеет практический опыт: Проведения расчетов на прочность и устойчивость конструкций |

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 128,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|---------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |         |
|                                                                            |             | 7                                  | 8       |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 252         | 108                                | 144     |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 112         | 48                                 | 64      |
| Лекции (Л)                                                                 | 64          | 32                                 | 32      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 16                                 | 16      |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 16          | 0                                  | 16      |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 123,25      | 53,75                              | 69,5    |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |         |
| Подготовка к решению задач                                                 | 83,25       | 33,75                              | 49,5    |
| Подготовка к экзамену                                                      | 20          | 0                                  | 20      |
| Подготовка к зачету                                                        | 20          | 20                                 | 0       |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 16,75       | 6,25                               | 10,5    |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                     | Объем аудиторных занятий<br>по видам в часах |    |    |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|----|----|
|              |                                                                                                      | Всего                                        | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1            | Задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА.          | 5                                            | 5  | 0  | 0  |
| 2            | Расчетные случаи для ЛА. Определение действующих нагрузок.                                           | 22                                           | 10 | 6  | 6  |
| 3            | Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержней.                           | 10                                           | 5  | 5  | 0  |
| 4            | Устойчивость гладких пластин и оболочек.                                                             | 17                                           | 10 | 7  | 0  |
| 5            | Устойчивость ортотропных оболочек (вафельных, стрингерно-шпангоутных, из композиционных материалов). | 11                                           | 8  | 3  | 0  |
| 6            | Расчет элементов конструкции ГЧ.                                                                     | 14                                           | 5  | 3  | 6  |
| 7            | Прочностной расчет топливного отсека.                                                                | 8                                            | 5  | 3  | 0  |
| 8            | Расчет на прочность сухих отсеков.                                                                   | 8                                            | 5  | 3  | 0  |
| 9            | Оценка прочности ЖРД и РДТТ.                                                                         | 7                                            | 5  | 2  | 0  |
| 10           | Статические и динамические испытания конструкции ЛА.                                                 | 10                                           | 6  | 0  | 4  |

### 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | История науки о прочности. Роль российских ученых, научных школ, НИИ, ВУЗов, КБ в развитии науки о прочности. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Требования прочности и жесткости. Силы, действующие на ЛА. Классификация сил.                                                                                                                                                   | 5                   |
| 2           | 2            | Расчетные случаи для ЛА. Основные и проверочные. Активный участок. Конечный участок. Определение действующих нагрузок. Построение эпюр.                                                                                                                                                                                                                                       | 3                   |
| 3           | 2            | Наземные случаи эксплуатации. Расчет нагрузок. Специфические случаи нагружения. Расчет нагрузок.                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                   |
| 4           | 2            | Расчет на прочность конструкций по методу разрушающих нагрузок. Расчеты на устойчивость.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                   |
| 5           | 3            | Устойчивость тонкостенных элементов конструкций ЛА. Устойчивость стержней (задача Эйлера). Влияние граничных условий, пластических деформаций. Анализ общей и местной устойчивости тонкостенных стержней.                                                                                                                                                                     | 5                   |
| 6           | 4            | Устойчивость пластин при сжатии. Устойчивость пластин при сдвиге. Устойчивость оболочек. Общая и местная потеря устойчивости. Устойчивость оболочки при осевом сжатии. Влияние наддува, изгиба и пластических деформаций на устойчивость. Устойчивость оболочки при внешнем давлении. Влияние длины оболочки и способов закрепления торцов на величину критического давления. | 5                   |
| 7           | 4            | Устойчивость оболочки при одновременном действии осевого сжатия и внешнего давления; при осевом сжатии, кручении и внешнем давлении. Устойчивость сферических оболочек.                                                                                                                                                                                                       | 5                   |
| 8           | 5            | Устойчивость вафельных оболочек при осевом сжатии, внешнем давлении. Оценка оптимальности параметров подкрепления. Устойчивость оболочек из композиционных материалов.                                                                                                                                                                                                        | 4                   |
| 9           | 5            | Устойчивость оболочки, подкрепленной стрингерно-шпангоутным набором. Метод редуционных коэффициентов. Особенности устойчивости оболочек                                                                                                                                                                                                                                       | 4                   |

|    |    |                                                                                                                                                                      |   |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |    | при динамическом и импульсном нагружении.                                                                                                                            |   |
| 10 | 6  | Расчеты элементов конструкции ГЧ на прочность.Расчеты элементов конструкции ГЧ на устойчивость.                                                                      | 5 |
| 11 | 7  | Расчеты на прочность и устойчивость топливного отсека (гладкий, шпангоутный и др.). Выбор давления наддува.Прочностные расчеты трубопроводов, тоннельной трубы, ВАД. | 5 |
| 12 | 8  | Расчет на прочность и устойчивость сухих отсеков.Расчет на прочность и устойчивость рам ДУ.                                                                          | 5 |
| 13 | 9  | Оценка прочности КС ЖРД.Прочность корпуса РДТТ. Расчет свободно вложенного и скрепленного зарядов на прочность                                                       | 5 |
| 14 | 10 | Статические и динамические прочностные испытания конструкций ЛА.Оценка ресурса элементов конструкций ЛА.                                                             | 6 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Расчет нагрузок для случаев Ао, Ав. Разбор примеров с целью проверки выполнения студентами методических указаний при изучении этого раздела и усвоения ими материала. Расчет нагрузок на корпус для случая Сш, По. Освоение рациональных приемов решения с целью уменьшения вероятности возможных ошибок при выполнении первой и второй задач курсовой работы. | 3            |
| 2         | 2         | Расчет нагрузок на передний отсек. Контрольная работа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3            |
| 3         | 3         | Устойчивость стержней и пластин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2            |
| 4         | 3         | Устойчивость стержней и пластин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2            |
| 5         | 3         | Устойчивость стержней и пластин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1            |
| 8         | 4         | Устойчивость стержней и пластин.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2            |
| 9         | 4         | Несущая способность панели.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2            |
| 10        | 4         | Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            |
| 11        | 4         | Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            |
| 12        | 4         | Контрольная работа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1            |
| 13        | 5         | Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек. Контрольная работа                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3            |
| 14        | 6         | Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3            |
| 15        | 7         | Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3            |
| 16        | 8         | Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3            |
| 17        | 9         | Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы              | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Конструкция корпуса ракетного летательного аппарата                  | 6            |
| 2         | 6         | Требования к конструкции корпуса                                     | 6            |
| 3         | 10        | Конструктивные особенности компоновки ракетных летательных аппаратов | 4            |

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС             |                                                                                      |         |              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                 | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс           | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к решению задач | ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1. | 7       | 33,75        |
| Подготовка к экзамену      | ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1. | 8       | 20           |
| Подготовка к решению задач | ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1. | 8       | 49,5         |
| Подготовка к зачету        | ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1. | 7       | 20           |

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Задача 1                          | 1   | 3          | 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. | зачет            |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Задача 2                          | 1   | 3          | 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. | зачет            |
| 3    | 7        | Текущий контроль | Задача 3                          | 1   | 3          | Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | зачет            |

|   |   |                  |          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|---|---|------------------|----------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |          |   |   | 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.                                                                                                               |       |
| 4 | 7 | Текущий контроль | Задача 4 | 1 | 3 | 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. | зачет |
| 5 | 7 | Текущий контроль | Задача 5 | 1 | 3 | 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. | зачет |
| 6 | 7 | Текущий контроль | Задача 6 | 1 | 3 | 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. | зачет |
| 7 | 7 | Текущий контроль | Задача 7 | 1 | 3 | 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                                                                                                                                                                                                                                         | зачет |

|    |   |                  |           |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|----|---|------------------|-----------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                  |           |   |   | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
| 8  | 7 | Текущий контроль | Задача 8  | 1 | 3 | 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. | зачет   |
| 9  | 7 | Текущий контроль | Задача 9  | 1 | 3 | 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. | зачет   |
| 10 | 7 | Текущий контроль | Задача 10 | 1 | 3 | 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. | зачет   |
| 11 | 8 | Текущий контроль | Задача 11 | 1 | 3 | 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                                                                              | экзамен |

|    |   |                  |           |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|----|---|------------------|-----------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                  |           |   |   | соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |
| 12 | 8 | Текущий контроль | Задача 12 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 13 | 8 | Текущий контроль | Задача 13 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 14 | 8 | Текущий контроль | Задча 14  | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 15 | 8 | Текущий контроль | Задача 15 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 16 | 8 | Текущий          | Задча 16  | 1 | 3 | Решение задач осуществляется на                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | экзамен |

|    |   |                  |          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|----|---|------------------|----------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   | контроль         |          |   |   | 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.                                 |         |
| 17 | 8 | Текущий контроль | Задча 17 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 18 | 8 | Текущий контроль | Задча 18 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 19 | 8 | Текущий контроль | Задча 19 | 1 | 3 | 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. | экзамен |
| 20 | 8 | Текущий контроль | Задча 20 | 1 | 3 | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | экзамен |





|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           | система<br>издательства<br>Лань                   | 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63707">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63707</a>                                                                                                                   |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкреплённых оболочек вращения: В 2 ч. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 248 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5962">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5962</a>                                                                                 |
| 4 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Каледин, В.О. Моделирование статике и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов [Электронный ресурс] : / В.О. Каледин, С.М. Аульченко, А.Б. Миткевич [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 196 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59702">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59702</a>                                                                                 |
| 5 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993</a>                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Грибков, В.А. Виброизмерительная аппаратура: структура, работа датчиков, калибровка каналов : учеб. пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Грибков, Д.Н. Шиян. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58505">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58505</a> |
| 7 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Мамченко, В.О. Расчет балок на прочность и жесткость при прямом плоском изгибе. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2014. — 48 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/71047">http://e.lanbook.com/book/71047</a>                                                                                                                                                                                                      |
| 8 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Карп, К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем [Электронный ресурс] : / К.А. Карп, В.Н. Евдокименко, В.Г. Динеев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 317 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2196">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2196</a>                                                                                                             |
| 9 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкреплённых оболочек вращения: в 2 ч. ч.1.: Модели и алгоритмы исследования прочности и устойчивости подкреплённых оболочек вращения [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 287 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59596">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59596</a>                                                             |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 306 (5) | Стенд «Напряжения в ферменных несущих конструкциях ЛА» НФНК-ЛА-015-3Ф                                                                            |