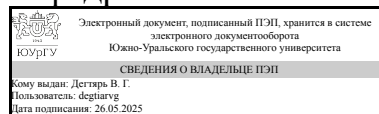


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



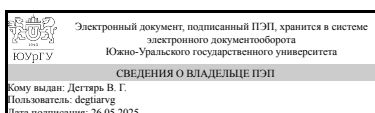
В. Г. Дегтярь

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.09.01 Метод конечных элементов  
для направления 24.03.04 Авиастроение  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Беспилотные летательные аппараты  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

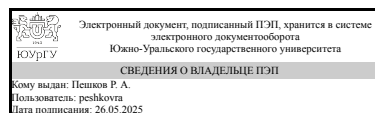
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 81

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Р. А. Пешков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: - формирование системы профессиональных знаний и практических навыков решения задач механики твердого тела (применительно к инженерному анализу конструкций летательных аппаратов) с помощью метода конечных элементов. Задачи изучения дисциплины: - освоение знаний и навыков использования метода конечных элементов при проектировании конструкций ракетно-космической техники с помощью современных компьютерных технологий метода конечных элементов.

## Краткое содержание дисциплины

1. Применение пакета программ MathCad для выполнения математических расчетов. 2. Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов. 3. Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред. 4. Матричный метод перемещений для стержневых систем. 5. Метод конечных элементов в механике конструкций. 6. Конечные элементы сплошной среды. 7. Численное интегрирование в методе конечных элементов. 8. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. 9. Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен проводить расчеты для обеспечения прочности авиационных конструкций | Знает: теоретические основы метода конечных элементов; характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов<br>Умеет: моделировать элементы конструкций летательных аппаратов с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов<br>Имеет практический опыт: решения задач методом конечных элементов при проведении проектировочных и прочностных расчетов с помощью современных конечно-элементных программ |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Строительная механика летательных аппаратов                   | Прочность 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 летательных аппаратов | Знает: методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек Умеет: решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкции летательных аппаратов Имеет практический опыт: расчета напряженно-деформированного состояния конструкций и их элементов летательных аппаратов |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

| 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>                                        | 53,75       | 53,75                              |
| Выполнение контрольных заданий                                             | 33,75       | 33,75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 20          | 20                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                               |
| Вид 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         | Пакет программ MathCad для выполнения математических расчетов                                               | 4                                         | 0 | 4  | 0  |
| 2         | Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов           | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 3         | Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред                                              | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 4         | Матричный метод перемещений для стержневых систем                                                           | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 5         | Метод конечных элементов в механике конструкций                                                             | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 6         | Конечные элементы сплошной среды                                                                            | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 7         | Численное интегрирование в методе конечных элементов                                                        | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 8         | Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики                                                    | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 9         | Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS | 10                                        | 2 | 8  | 0  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                     | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 2         | Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов           | 2            |
| 2        | 3         | Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред                                              | 2            |
| 3        | 4         | Матричный метод перемещений для стержневых систем                                                           | 2            |
| 4        | 5         | Метод конечных элементов в механике конструкций                                                             | 2            |
| 5        | 6         | Конечные элементы сплошной среды                                                                            | 2            |
| 6        | 7         | Численное интегрирование в методе конечных элементов                                                        | 2            |
| 7        | 8         | Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики                                                    | 2            |
| 8        | 9         | Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов                                                                                   | 4            |
| 2         | 2         | Краткая характеристика и состав пакетов, реализующих метод конечных элементов                                                                                                               | 4            |
| 3         | 4         | Расчет ферменной конструкции матричным методом перемещений. Построение геометрической модели конструкции. Системы координат. Матрицы узловых сил и смещений. Решение системы уравнений МКЭ. | 2            |
| 4         | 5         | Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов.                                                                                                                                    | 2            |
| 5         | 6         | Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели.                                                                               | 4            |
| 6         | 7         | Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённой нагрузки                                                                                                                 | 4            |
| 7         | 8         | Определение собственных форм и частот конструкции                                                                                                                                           | 4            |
| 8         | 9         | Расчет напряжений в оболочках (мембранах и баках) нагруженных давлением                                                                                                                     | 4            |
| 9         | 9         | Расчет напряжений в пластине при нагреве, напряжений диска при его вращении, пространственной фермы летательного аппарата                                                                   | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                 |                                                                                                                     |         |              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                     | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                          | Семестр | Кол-во часов |
| Выполнение контрольных заданий | Кириянов, Д. В. Mathcad 13 Наиболее полн. рук. Д. В. Кириянов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - X,590 с. (с. 272-298) | 6       | 33,75        |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |    |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                     | Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил. (с. 556-561) Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил. |   |    |
| Подготовка к зачету | Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.                                                                                                                              | 6 | 20 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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    | 6        | Текущий контроль | Контрольное задание-1             | 10  | 10         | Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 1 по 2. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.<br>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.<br>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 % | зачет            |

|   |   |                  |                       |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|---|---|------------------|-----------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2 | 6 | Текущий контроль | Контрольное задание-2 | 10 | 10 | <p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 3 по 4. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p> | зачет |
| 3 | 6 | Текущий контроль | Контрольное задание-3 | 10 | 10 | <p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 5 по 6. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p> | зачет |

|   |   |                  |                       |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|---|---|------------------|-----------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4 | 6 | Текущий контроль | Контрольное задание-4 | 10 | 10 | <p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 7 по 8. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p> | зачет |
| 5 | 6 | Текущий контроль | Контрольное задание-5 | 10 | 10 | <p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии по разделу 9. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>                  | зачет |

|   |   |                          |                                                                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6 | 6 | Промежуточная аттестация | Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос) | - | 40 | <p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов в билете. Время, отведенное на опрос - 40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p> | зачет |
| 7 | 6 | Текущий контроль         | Контрольная работа в виде письменного опроса-1                        | 5 | 5  | <p>Необходимо ответить на вопросы из списка.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 0,5 балла.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 0,25 балла.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия - 5.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | зачет |
| 8 | 6 | Текущий контроль         | Контрольная работа в виде письменного опроса-2                        | 5 | 5  | <p>Необходимо ответить на вопросы из списка.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 0,5 балла.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 0,25 балла.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                     |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 5.<br>Весовой коэффициент мероприятия - 5. |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов в билете. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40. Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 % | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                       | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                           | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ПК-3        | Знает: теоретические основы метода конечных элементов; характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов                               | +    | + |   |   | + | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: моделировать элементы конструкций летательных аппаратов с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов                                 |      |   |   |   |   | + |   | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: решения задач методом конечных элементов при проведении проектировочных и прочностных расчетов с помощью современных конечно-элементных программ |      |   | + |   |   | + |   |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация О. Зенкевич, К. Морган; Пер. с англ. Б. И. Квасова; Под ред. Н. С. Бахвалова. - М.: Мир, 1986. - 318 с. ил.

2. Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.
3. Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Шуп, Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике [Текст] Т. Е. Шуп ; пер. с англ. С. Ю. Славянова ; под ред. С. П. Меркурьева. - М.: Высшая школа, 1990. - 254 с. ил.

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Математическое моделирование и программирование"
2. Вестник ЮУрГУ, "Машиностроение"

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

1. Проектирование элементов конструкций ракетно-космической техники с применением метода конечных элементов
2. Варианты контрольных заданий

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Проектирование элементов конструкций ракетно-космической техники с применением метода конечных элементов
2. Варианты контрольных заданий

## **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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 |
|-------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции      | 306<br>(2) | Компьютер, проектор.                                                                                                                             |

|                                 |            |                                                                                                                       |
|---------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 109<br>(2) | Класс вычислительной техники оснащенный современными ПК.<br>Программное обеспечение: Microsoft Office, MathCad, ANSYS |
|---------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|