

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| ЮУрГУ                       | Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе<br>электронного документооборота<br>Южно-Уральского государственного университета |
| СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП    |   |
| Кому выдан: Карташев А. Л.  |   |
| Пользователь: kartashev     |   |
| Дата подписания: 14.03.2019 |   |

А. Л. Карташев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2294

**дисциплины** В.1.19 Строительная механика пластин  
**для направления** 15.03.03 Прикладная механика  
**уровень** бакалавр **тип программы** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Прикладная механика, динамика и прочность машин  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техническая механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

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

С. Б. Сапожников

|                              |   |
|------------------------------|---|
| ЮУрГУ                        | Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе<br>электронного документооборота<br>Южно-Уральского государственного университета |
| СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП     |   |
| Кому выдан: Сапожников С. Б. |   |
| Пользователь: sapolzhnikovsb |   |
| Дата подписания: 14.03.2019  |   |

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор

А. О. Чернявский

|                              |   |
|------------------------------|---|
| ЮУрГУ                        | Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе<br>электронного документооборота<br>Южно-Уральского государственного университета |
| СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП     |   |
| Кому выдан: Чернявский А. О. |   |
| Пользователь: chternyavskiao |   |
| Дата подписания: 14.03.2019  |   |

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Главной целью дисциплины является формирование умения комплексно решать инженерные задачи оценки прочности машиностроительных конструкций и изделий путем построения расчетной схемы, записи дифференциальных уравнений равновесия и совместности деформаций, выбора метода решения, последующего анализа результатов расчета, оценки прочности конструкции и выработки практических рекомендаций.

## **Краткое содержание дисциплины**

В курсе изучаются методы определения напряжений в конструкциях. Рассматриваются толстостенные цилиндры, быстровращающиеся диски, пластинки и оболочки, тонкостенные стержни, кольцевые детали. Для конструкций каждого класса приводятся методы аналитического и численного решения задач, включая метод конечных элементов. Обсуждаются особенности применения и границы применимости различных методов.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНЫ)  |
|---|---|
| ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат   | Знать:классы математических методов, используемых в задачах строительной механики (методы решения дифференциальных уравнений, в том числе в частных производных - аналитические и численные, сведение задач к вариационным, методы решения вариационных задач)<br>Уметь:выбирать подходящий метод<br>Владеть:применением методов начальных параметров, конечных разностей, Ритца, Бубнова-Галеркина |
| ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат  | Знать:пределные состояния конструкций, при анализе которых используются методы строительной механики машин<br>Уметь:формулировать гипотезы и ограничения, определяющие применимость методов строительной механики<br>Владеть:методами записи определяющих уравнений для конструкций различных типов   |
| ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям | Знать:классические (аналитические) и численные (компьютерные) методы решения задач строительной механики<br>Уметь:выбирать подходящий метод<br>Владеть:методами построения компьютерных моделей рассматриваемых в курсе конструкций для расчета напряжений и деформаций   |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

|   |   |
|---|---|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана       | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
| Б.1.13 Сопротивление материалов,<br>Б.1.05.02 Математический анализ | Не предусмотрены                            |

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   |             |                                    |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 80          | 80                                 |  |
| Выполнение курсовой работы "Расчет тонкостенных конструкций"               | 56          | 56                                 |  |
| подготовка к экзамену  | 24          | 24                                 |  |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                         | -           | экзамен,КР                         |  |

### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|----------------------------------|---|----|----|----|
|           |                                  | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Пластины и оболочки              | 64  | 32 | 32 | 0  |

#### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Оболочки. Определения. Пластины как частный случай оболочек. Криволинейные координаты на поверхности. Понятие о кривизнах, главных кривизнах. Главные координаты на поверхности. Основные гипотезы теории оболочек. Особенности расчета пластин, пологих оболочек и оболочек с большой кривизной. Безмоментные оболочки вращения. Вывод разрешающих уравнений. | 2            |

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
| 2-3   | 1 | Частные случаи безмоментной теории осесимметричных оболочек: сферический купол, сферический резервуар, конические оболочки. Тороидальные оболочки.  | 4 |
| 4     | 1 | Смещения в симметрично нагруженных безмоментных оболочках. Постановка задачи, вывод основных зависимостей. примеры расчета.   | 2 |
| 5     | 1 | Оболочки вращения при неосесимметричной нагрузке. Вывод разрешающих уравнений. напряжения от ветровой нагрузки. Мембранные теория цилиндрических оболочек.  | 2 |
| 6     | 1 | Общая теория круговой цилиндрической оболочки при симметричной нагрузке. Вывод основных зависимостей. Общее решение основного дифференциального уравнения. Понятие о краевом эффекте.             | 2 |
| 7     | 1 | Расчеты длинных и коротких оболочек. Расчеты цилиндрических оболочек переменной толщины.  | 2 |
| 8-9   | 1 | Температурные напряжения в цилиндрических оболочках.  | 4 |
| 10-11 | 1 | Общая теория симметрично нагруженных оболочек вращения. Условия равновесия, совместности, обобщенный закон Гука. Использование уравнений общей теории для проверки точности безмоментных решений. | 4 |
| 12    | 1 | Расчет сферических оболочек. Приближенные методы вычисления напряжений. Метод асимптотического интегрирования. Теория краевого эффекта Штаермана-Геккелера.                                       | 2 |
| 13    | 1 | Пологие сферические оболочки  | 2 |
| 14    | 1 | Аналитическое решение уравнений для конической оболочки. Расчет составных оболочек.   | 2 |
| 15-16 | 1 | Применение МКЭ для расчета напряжений в осесимметрично нагруженных оболочках вращения.  | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1-2       | 1         | Расчет оболочек по безмоментной теории.   | 4            |
| 3         | 1         | Определение перемещений в симметрично нагруженных безмоментных оболочках. Оценка границ применимости безмоментных решений.                                  | 2            |
| 4-5       | 1         | Расчет цилиндрической оболочки при действии механических (осесимметричных) нагрузок и различных граничных условиях.   | 4            |
| 6-7       | 1         | Определение напряжений в цилиндрических оболочках при действии механических нагрузок и неравномерном нагреве.   | 4            |
| 8         | 1         | Цилиндрическая оболочка с плоской крышкой. Цилиндрическая оболочка с кольцевыми ребрами.  | 2            |
| 9-10      | 1         | Расчетный анализ краевых эффектов в сферических оболочках. Расчет составных оболочек, включающих сферические элементы.                                      | 4            |
| 11        | 1         | Расчетный анализ краевых эффектов в конических оболочках. Расчет составных оболочек с коническими участками.  | 2            |
| 12        | 1         | Расчет составных оболочек, состоящих из цилиндрических, сферических, конических участков и плоских днищ. Расчет оболочек, подкрепленных кольцевыми ребрами. | 2            |
| 13-14     | 1         | Применение МКЭ для расчета цилиндрических оболочек при осесимметричном нагружении. Влияние разбиения на точность.   | 4            |
| 15-16     | 1         | Применение МКЭ для расчета напряжений в составных оболочках (сферические, цилиндрические, конические участки). Анализ точности.                             | 4            |

### **5.3. Лабораторные работы**

Не предусмотрены

### **5.4. Самостоятельная работа студента**

| Выполнение СРС   |   |              |
|--|---|--------------|
| Вид работы и содержание задания                              | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)   | Кол-во часов |
| Выполнение курсовой работы "Расчет тонкостенных конструкций" | Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2000 – 590 с.;<br>Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П.,<br>Войновский-Кригер С. Пластиинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.;<br>А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Лещенко А. П. Фундаментальная строительная механика упругих систем. Теория, практика, примеры – М. : Издательство ЛКИ – 2008 – 976 с.;<br>Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с.<br>(гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.; Геккер И. В. Статика упругого тела – М. : КомКнига: 2005 – 287 с.; Лизин В.Т., Пяткин В.А.<br>Проектирование тонкостенных конструкций – М. : Машиностроение – 2003 – 447 с.; Саргсян А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : Учеб. для вузов по техн. специальностям – М. : Высшая школа , 2004 – 461 с. ; | 56           |
| Подготовка к экзамену  | Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2000 – 590 с.;<br>Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П.,<br>Войновский-Кригер С. Пластиинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.;<br>А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Лещенко А. П. Фундаментальная строительная механика упругих систем. Теория, практика, примеры – М. : Издательство ЛКИ – 2008 – 976 с.;<br>Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с.<br>(гриф Минобразования); 2-е издание –  | 24           |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | 2009 г., 103 с.; Геккелер И. В. Статика упругого тела – М. : КомКнига: 2005 – 287 с.; Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций – М. : Машиностроение – 2003 – 447 с.; Саргсян А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : Учеб. для вузов по техн. специальностям – М. : Высшая школа , 2004 – 461 с.; |  |
|--|--|--|

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)          | Краткое описание  | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|
| Компьютерное моделирование          | Практические занятия и семинары | Обучение использованию наиболее современных инженерных пакетов программ | 16                |

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Преподаются методики расчетов и особенности их использования, отработанные при выполнении хоздоговорных работ (в частности, с предприятиями Росатома). Курсовые проекты выполняются на материале реальных конструкций атомной и нефтегазовой отраслей.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНЫ   | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий                      |
|----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|
| Все разделы                      | ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям | Курсовая работа                | 1-12 в приложенном файле        |
| Все разделы                      | ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат  | Экзамен                        | билеты 1-14 в приложенном файле |

|             |   |         |                                 |
|-------------|---|---------|---------------------------------|
| Все разделы | ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Экзамен | билеты 1-14 в приложенном файле |
|-------------|---|---------|---------------------------------|

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля    | Процедуры проведения и оценивания   | Критерии оценивания  |
|-----------------|---|--|
| Курсовая работа | Прием и защита работы (отчет о работе предоставается в электронном виде, защита заключается в ответах на вопросы преподавателя) | Зачтено: определены требуемые заданием напряжения и перемещения (с учетом краевых эффектов)<br>Не зачтено: расчеты не выполнены либо рассмотрены не все указанные в задании на курсовую работу зоны  |
| Экзамен         | ответ на теоретический вопрос, решение задачи   | Отлично: полный ответ, верно решенная задача<br>Хорошо: незначительные недостатки в ответе на теоретический вопрос или решении задачи<br>Удовлетворительно: значительные недостатки или отсутствие ответа на теоретический вопрос при наличии решенной задачи<br>Неудовлетворительно: нет ответа на теоретический вопрос, не решена задача |

## 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля    | Типовые контрольные задания                                |
|-----------------|--|
| Курсовая работа | <a href="#"><u>КР_РАСЧЕТ_ТОНКОСТЕННЫХ_СОСУДОВ.docx</u></a> |
| Экзамен         | <a href="#"><u>Exam3a.doc</u></a>                          |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

a) основная литература:

1. Тимошенко, С. П. Пластиинки и оболочки Пер. с англ. В. И. Контовта; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматгиз, 1963. - 635 с. черт.
2. Бояршинов, С. В. Основы строительной механики машин Текст учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов С. В. Бояршинов. - М.: Машиностроение, 1973. - 456 с. черт.

b) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Чернявский, А. О. Практическое применение метода конечных элементов в зачетах расчета на прочность Учеб. пособие А. О. Чернявский; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочности машин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 89 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Чернявский, А. О. Практическое применение метода конечных элементов в зачетах расчета на прочность Учеб. пособие А. О. Чернявский; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочности машин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 89 с. ил.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование разработки   | Наименование ресурса в электронной форме          | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|---|---|---|
| 1 | Основная литература       | Чернявский А.О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2-е издание – 2009 г., 103 с.  | Электронный архив ЮУрГУ                           | ЛокальнаяСеть / Авторизованный  |
| 2 | Основная литература       | Лизин, В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2003. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/817">http://e.lanbook.com/book/817</a>                                       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 3 | Дополнительная литература | Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. – 79 с. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/book/69416">http://e.lanbook.com/book/69416</a>   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 4 | Дополнительная литература | Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: В 2 ч. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 248 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59626">http://e.lanbook.com/book/59626</a> | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий                     | № ауд.     | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--|
| Практические занятия и семинары | 332<br>(2) | Компьютеры с доступом к СКЦ ЮУрГУ  |
| Лекции                          | 336<br>(2) | компьютер с установленным MS-Office, проектор  |