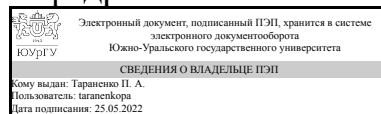


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



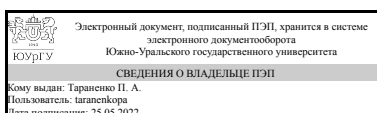
П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.12 Строительная механика машин  
**для направления** 15.03.03 Прикладная механика  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техническая механика

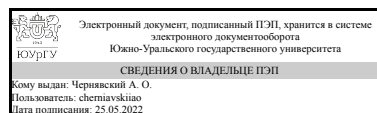
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

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



П. А. Тараненко

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



А. О. Чернявский

## 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 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  |
|--|--|
| ПК-1 Способен работать в различных отраслях промышленности и может выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий  | Знает: формулировки задач расчета конструкций различных типов (тонкостенные стержни, толстостенные цилиндры, быстровращающиеся диски, кольцевые детали)<br>Умеет: записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние рассматриваемых конструкций<br>Имеет практический опыт: получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния |
| ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным наукоемким процессам, машинам и конструкциям | Знает: возможности современных численных методов решения задач расчета напряженно-деформированного состояния в конструкциях различных типов<br>Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей<br>Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций                   |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Строительная механика оболочек                                | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                     | Требования   |
|--------------------------------|--|
| Строительная механика оболочек | Знает: возможности современных численных методов решения задач об оболочках, основные гипотезы технической теории оболочек Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей, записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние оболочек Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций, получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния в задачах об оболочках |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 7                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 180         | 180                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 80          | 80                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48          | 48                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 87,5        | 87,5                               |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |  |
| подготовка к экзамену  | 27          | 27                                 |  |
| Выполнение семестрового задания  | 60,5        | 60,5                               |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 12,5        | 12,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины              | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---|---|---|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Кольцевые детали при осесимметричной нагрузке | 4   | 2 | 2  | 0  |

|   |  |    |    |    |   |
|---|--|----|----|----|---|
| 2 | Тонкостенные стержни   | 26 | 8  | 18 | 0 |
| 3 | Нормативные документы по расчетам на прочность оболочечных конструкций в машиностроении              | 6  | 6  | 0  | 0 |
| 4 | Особенности применения МКЭ при расчете конструкций из пластин, оболочек, стержней, кольцевых деталей | 44 | 16 | 28 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Осесимметричная деформация кольцевых деталей (фланцы).  | 2            |
| 2        | 2         | Тонкостенные стержни. Свободное кручение тонкостенных стержней замкнутого и открытого профиля. Секториальные характеристики сечений.  | 2            |
| 3        | 2         | Стесненное кручение тонкостенных стержней замкнутого и незамкнутого профилей. Многосвязные профили.   | 2            |
| 4-5      | 2         | Поперечный изгиб тонкостенных стержней. Центр изгиба. Общий случай нагружения тонкостенных стержней.  | 4            |
| 6        | 3         | Нормы расчетов на прочность в атомной энергетике - общая структура  | 2            |
| 7        | 3         | Категоризация напряжений и система коэффициентов запаса в Нормах АЭУ  | 2            |
| 8        | 3         | Нормы АЭУ и документы других отраслей (ГОСТ, нормы Газпрома, Транснефти и др.)  | 2            |
| 9-11     | 4         | Типовые детали теплообменного оборудования (трубные доски, фланцевые соединения) и их расчет методом конечных элементов.  | 6            |
| 12-13    | 4         | Конечно-элементная формулировка задач расчета конструкций из тонкостенных стержней. Особенности реализации КЭ типа «тонкостенный стержень» в пакете ANSYS. Подкрепленные оболочки (пластины)  | 4            |
| 14-16    | 4         | Использование пакета МКЭ ANSYS для расчета напряжений в конструкциях из пластин, оболочек, тонкостенных стержней и кольцевых деталей при механических и тепловых нагрузках. Выделение категорий напряжений для оценки прочности в соответствии с Нормами расчета на прочность атомных энергетических установок. | 6            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 1         | Расчет напряжений в нажимном кольце   | 2            |
| 2-4       | 2         | Секториальные характеристики сечений. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней замкнутого и открытого профиля. | 6            |
| 5-6       | 2         | Определение напряжений в общем случае нагружения тонкостенного стержня.   | 4            |
| 7-8       | 2         | Расчет конструкций из тонкостенных стержней с помощью МКЭ   | 4            |
| 9-10      | 2         | Конечно-элементный расчет оболочки с тонкостенным шпангоутом, нагруженной внутренним давлением.                             | 4            |
| 11-12     | 4         | Расчет фланцевых соединений методом конечных элементов в 2-мерной постановке  | 4            |
| 13-15     | 4         | Расчет фланцевого соединения в 3-мерной постановке  | 6            |
| 16-17     | 4         | Расчет трубной доски  | 4            |
| 18-20     | 4         | Напряжения в патрубковых зонах. Категории напряжений и оценка прочности   | 6            |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
| 21-23 | 4 | Вычисление тепловых напряжений при действии нестационарных температурных полей | 6 |
| 24    | 4 | Задачи с односторонними связями  | 2 |

### 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 |
| подготовка к экзамену           | Бояршинов С.М. Строительная механика машин Тимошенко С.П. Пластинки и оболочки Чернявский А.О. Конспект лекций по курсу "Строительная механика машин" | 7       | 27           |
| Выполнение семестрового задания | Чернявский А.О. Основы практического применения метода конечных элементов   | 7       | 60,5         |

## 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-мestr | Вид контроля             | Название контрольного мероприятия   | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов   | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|---|-----|------------|---|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль         | Решение неосесимметричных задач теории оболочек с помощью метода конечных элементов | 1   | 3          | 3 - получено корректное решение, корректность доказана; 2 - решение получено, но доказательство корректности отсутствует; 1 - для получения решения потребовалась помощь преподавателя; 0 - решение отсутствует | экзамен          |
| 2    | 7        | Текущий контроль         | Расчеты напряженно-деформированного состояния конструкций разных типов              | 1   | 3          | 3 - получено корректное решение, корректность доказана; 2 - решение получено, но доказательство корректности отсутствует; 1 - для получения решения потребовалась помощь преподавателя; 0 - решение отсутствует | экзамен          |
| 3    | 7        | Промежуточная аттестация | экзамен   | -   | 3          | За ответы на теоретические вопросы и решение задач экзаменационного билета  | экзамен          |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |
|-------------|---|------|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 |
| ПК-1        | Знает: формулировки задач расчета конструкций различных типов (тонкостенные стержни, толстостенные цилиндры, быстровращающиеся диски, кольцевые детали) | +    | + | + |
| ПК-1        | Умеет: записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние рассматриваемых конструкций                         | +    | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния                              | +    | + | + |
| ПК-4        | Знает: возможности современных численных методов решения задач расчета напряженно-деформированного состояния в конструкциях различных типов             | +    | + | + |
| ПК-4        | Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей  | +    | + | + |
| ПК-4        | Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций                 | +    | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Тимошенко, С. П. Пластинки 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.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

#### 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:

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.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Чернявский А.О. Строительная механика машин: конспект лекций <a href="http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon">http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon</a>  |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | 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. <a href="http://e.lanbook.com/book/817">http://e.lanbook.com/book/817</a>                                      |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | 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. <a href="http://e.lanbook.com/book/69416">http://e.lanbook.com/book/69416</a>                                  |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Арпов, 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. <a href="http://e.lanbook.com/book/59626">http://e.lanbook.com/book/59626</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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 | 332<br>(2) | Компьютеры с доступом к СКЦ ЮУрГУ  |
| Лекции                          | 336<br>(2) | компьютер с установленным MS-Office, проектор  |