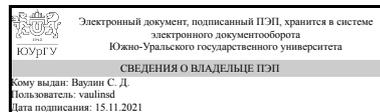


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



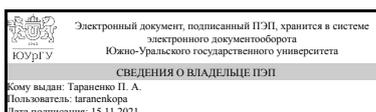
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.15 Строительная механика оболочек
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

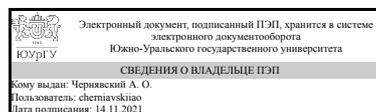
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,
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 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)
	Уметь: выбирать подходящий метод
	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: предельные состояния конструкций, при анализе которых используются методы строительной механики машин
	Уметь: формулировать гипотезы и ограничения, определяющие применимость методов строительной механики
	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
	Уметь: выбирать подходящий метод
	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.1.05.01 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>	64	64	
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	
подготовка к экзамену	24	24	
Выполнение курсовой работы "Расчет тонкостенных конструкций"	56	56	
Вид итогового 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	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:	4

		сферический купол, сферический резервуар, конические оболочки. Тороидальные оболочки.	
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. Мембранная 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.; Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.; 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.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 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.;	56
Подготовка к экзамену	Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2000 – 590 с.; Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.; 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.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.; Геккелер И. В. Статика упругого тела – М. : КомКнига: 2005 – 287	24

	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: Преподают 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	Экзамен	билеты 1-14 в приложенном

	профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат		файле
--	--	--	-------

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Курсовая работа	<p>Прием и защита работы (отчет о работе предоставляется в электронном виде, защита заключается в ответах на вопросы преподавателя).</p> <p>Критерии начисления баллов: - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов; - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов; - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	<p>Зачтено: определены требуемые заданием напряжения и перемещения (с учетом краевых эффектов)</p> <p>Не зачтено: расчеты не выполнены либо рассмотрены не все указанные в задании на курсовую работу зоны</p>
Экзамен	<p>Очный экзамен: ответы на теоретические вопросы билетов, решение задач. Критерии оценивания экзамена приведены ниже. Перевод оценок в баллы БРС: "отлично" - 5, "хорошо" - 4, "удовлетворительно" - 3, "неудовлетворительно" - 0; весовой коэффициент 2. Суммарная оценка, в соответствии с приказом ректора от 24.05.2019 г. №179: Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>	<p>Отлично: полный ответ, верно решенная задача</p> <p>Хорошо: незначительные недостатки в ответе на теоретический вопрос или решении задачи</p> <p>Удовлетворительно: значительные недостатки или отсутствие ответа на теоретический вопрос при наличии решенной задачи</p> <p>Неудовлетворительно: нет ответа на теоретический вопрос, не решена задача</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Курсовая работа	КР_РАСЧЕТ_ТОНКОСТЕННЫХ_СОСУДОВ.docx
Экзамен	Exam3a.doc

8. 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 – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2-е издание – 2009 г., 103 с. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon
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. http://e.lanbook.com/book/817
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. http://e.lanbook.com/book/69416
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. http://e.lanbook.com/book/59626

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
Лекции	336 (2)	компьютер с установленным MS-Office, проектор
Практические занятия и семинары	332 (2)	Компьютеры с доступом к СКЦ ЮУрГУ