

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Теория сооружений и строительных конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

С.1.1.27 “Теория расчета пластинок и оболочек ”

направление подготовки

08.05.01 “Строительство уникальных зданий и сооружений”

Специализации 2 «Строительство автомагистралей,

аэродромов и специальных сооружений»

форма обучения – очная

курс – 3,4

семестр – 6,7

зачетных единиц – $4+3=7$

часов в неделю – 3

всего часов – 252

в том числе:

лекции – 36

практические занятия – 72

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 144

зачет – 7 семестр

экзамен – 6 семестр

РГР – не предусмотрены

Курсовая работа – нет

Курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины

Дисциплина «Теория расчёта пластин и оболочек» относится к базовой части профессионального цикла примерной основной образовательной программы подготовки специалистов и имеет своей целью освоение необходимых знаний в области теории пластин и оболочек, а также приобретение навыков расчета тонкостенных пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания с использованием аналитических и численных методов.

Задачи дисциплины – дать студенту необходимые представления о работе тонкостенных пространственных конструкций и их отдельных элементов, расчётных схемах, задачах расчёта пластин и оболочек при действии статических и динамических нагрузок.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теория расчёта пластин и оболочек» находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП (дисциплинами, практиками и др.), формирующими соответствующие компетенции:

- С.1.1.17.1. Сопротивление материалов (ОПК-6, ОПК-7).
- С.1.1.17.2. Строительная механика (ОПК-6, ОПК-7).
- С.1.1.17.3. Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести (ОПК-6, ОПК-7).
- С.1.1.28. Динамика и устойчивость сооружений (ОПК-6, ОПК-7).

Для успешного освоения теоретического материала и приобретения практических знаний по дисциплине «Основания и фундаменты сооружений» необходим достаточный уровень знаний, умений и компетенций, приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин, указанных выше.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Изучение дисциплины «Теория расчёта пластин и оболочек» направлено на формирование у студента следующих компетенций:

Использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);

Способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);

В результате изучения дисциплины «Теория расчёта пластин и оболочек» студент должен

знать:

теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность, устойчивость и колебания;

уметь :

грамотно составлять расчетную схему сооружения при расчетах на статические и динамические воздействия;

осуществлять расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением напряжено-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия;

выбирать наиболее рациональные методы решения, используя как аналитические методы расчета, так и компьютерные программы, обеспечивая при этом необходимую прочность и жесткость конструкции.

владеть:

навыками составления расчетной схемы тонкостенной пространственной конструкции для расчета на статические, динамические, температурные и другие виды воздействий;

навыками расчета пластин и оболочек с использованием аналитических методов и современных программных комплексов для определения напряженно-деформированного состояния;

умением оценивать получаемые результаты.

4. Распределение трудоемкости (час.) по темам и видам занятий

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц (252 часа).

№ п/п	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			6	7
1	Общая трудоёмкость	252	144	108
2	Аудиторные занятия	108	62	46
2.1	Лекции	36	20	16
2.2	Лабораторные занятия	–	–	–
2.3	Практические занятия	72	40	32
3	Самостоятельная работа	144	72	72
3.1	Курсовой проект (курсовая работа)	–	–	–
3.2	Расчётно-графические работы	+	+	+
3.3	Реферат	–	–	–
3.4	Подготовка к контрольным мероприятиям	+	+	+
4	Итоговый контроль		экзамен	зачет

5. Содержание лекционного курса

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	семестр	Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия
1	Основные уравнения теории упругости	6	+		
2	Техническая теория изгиба пластинок.	6	+		+
3	Аналитические методы расчета пластинок.	6	+		+
4	Вариационные методы расчета пластинок	6	+		+
5	Устойчивость пластинок.	6	+		+
6	Собственные колебания пластинок.	6	+		+

7	Метод конечного элемента.	6	+		+
8	Расчет пластинок методом коллокаций	6	+		+
9	Расчет пластинок методом сеток.	6	+		+
10	Общая теория упругих оболочек	7	+		+
11	Теория безмоментных оболочек	7	+		+
12	Круговые цилиндрические оболочки	7	+		+
13	Техническая теория пологих оболочек	7	+		+

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела
1.	Основные уравнения теории упругости	Основные гипотезы. теории упругости и следствия из них. Обзор фундаментальной системы уравнений теории упругости
2.	Техническая теория изгиба пластинок.	Гипотезы технической теории изгиба пластинок. Вывод уравнения Софи Жермен. Граничные условия.
3.	Аналитические методы расчета пластинок.	Полуобратный метод. Расчет круглых и кольцевых пластинок. Решение Навье. Метод Мориса Леви.
4.	Вариационные методы расчета пластинок	Функционал Лагранжа для изгибаемой пластинки. Метод Ритца-Тимошенко. Метод Бубнова-Галеркина. Метод Власова-Канторовича. Метод вариационных итераций. Способы построения (выбора) аппроксимирующих функций.
5.	Устойчивость пластинок.	.Решение в двойных тригонометрических рядах. Решение в одинарных тригонометрических рядах. Применение вариационных методов.
6.	Собственные колебания пластинок..	Определение собственных частот и форм колебаний. Пластинка шарнирно опертая по контуру. Пластинка шарнирно опертая по двум противоположным сторонам. Применение вариационных методов.
7.	Метод конечного элемента.	Основные положения МКЭ на примере уравнения изгиба пластинки
8.	Расчет пластинок методом коллокаций.	Основные положения метода коллокаций на примере уравнения изгиба пластинки
9.	Расчет пластинок методом сеток	Основные положения метода сеток на примере уравнения изгиба пластинки.
10.	Общая теория упругих оболочек.	Некоторые сведения из теории поверхностей. Внутренняя геометрия поверхности. Основные гипотезы теории оболочек. Основные уравнения теории оболочек. Граничные условия.
11.	Теория безмоментных оболочек	Условия существования безмоментного напряженного состояния. Основные уравнения безмоментной теории оболочек произвольного вида. Уравнения безмоментной теории оболочек вращения. Осесимметричная задача оболочек вращения. Безмоментная

		теория цилиндрических и конических оболочек
12.	Круговые цилиндрические оболочки	Осесимметричная задача. Решение уравнения краевого эффекта. Расчет цилиндрического резервуара на гидростатическое давление. Цилиндрические оболочки на прямоугольном плане. Ортотропные оболочки.
13.	Техническая теория пологих оболочек	Модель Власова, основные гипотезы технической теории. Расчет пологих оболочек на прямоугольном плане методом двойных тригонометрических рядов. Расчет пологих оболочек вариационными методами (Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича) и численными методами.

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема коллоквиума. Задания, вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
6 семестр				
2	2	1	Основные принципы проектирования пластинок	1,2
2	2	2	Расчет и проектирование оболочек	2,3
4	2	3	Расчет и проектирование критических нагрузок	1,4
8	2	4	Расчет и проектирование цилиндрических оболочек	1,2
7 семестр				
2	2	1	Основные принципы проектирования пластинок	1,2
2	2	2	Расчет и проектирование конструкций оболочек	2,3
4	2	3	Расчет и проектирование критических нагрузок	1,4
8	2	4	Расчет и проектирование цилиндрических оболочек	1,2

7. Перечень практических занятий

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема практического занятия
1.	2	Расчёт пластинок на прямоугольном плане методами двойных и одинарных тригонометрических рядов.
2.	3	Расчёт пластинок на прямоугольном плане вариационными методами Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича.
3.	4	Определение критических нагрузок потери устойчивости пластин при различных видах нагрузок и граничных условий.

4.	6	Расчет пластин и пологих оболочек вариационными методами Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича.
5.	7	Определение частот и форм собственных колебаний пластинки.
6.		Расчет пластинки методом конечных разностей
7.		Расчет пластинки методом конечных элементов. Построение матрицы жесткости прямоугольного конечного элемента.
8.	8	Определение коэффициентов первой и второй квадратичных форм и кривизны сферической, цилиндрической, конической поверхностей, пологих оболочек на прямоугольном плане.
9.	9	Расчет цилиндрических и конических оболочек на различные виды нагрузок по безмоментной теории
10.	9	Расчет пологой оболочки методом двойных тригонометрических рядов.
11.	10	Расчет пологой оболочки вариационным методом

8. Перечень лабораторных работ

не предусмотрен

9. Задания для самостоятельной работы студентов

Виды, график контроля СРС, (по решению кафедры УМКС/УМКН).

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

– Текущий контроль усвоения лекционного материала. Представляет собой один вопрос, ответ на который студент должен дать в результате прослушивания и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформированности понятий. Выполнение и контроль аудиторных практических занятий в соответствии с разделом 7.

Оценки «отлично» заслуживает студент, показавший всестороннее, систематизированное и глубокое знание учебно-программного материала, успешно выполнивший предусмотренные в программе задания, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с

дополнительной литературой, рекомендованной программой, продемонстрировавший умения и навыки в рамках формируемых компетенций на высоком уровне освоения.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполнивший предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, продемонстрировавший умения и навыки в рамках формируемых компетенций на хорошем уровне освоения.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, освоившийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, продемонстрировавший умения и навыки в рамках формируемых компетенций на достаточном уровне освоения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившего принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных в программе заданий, не освоивший умения и навыки в рамках формируемых компетенций на достаточном уровне.

Формы текущего контроля

В течение обучения ведется оценка текущей активности студентов по следующим показателям:

- регулярность посещения лекционных и практических занятий;
- соблюдения графика выполнения учебных заданий;
- творческого подхода к изучению материала; позитивная реакция на проблемы изучаемой тематики;
- конструктивная оценка предложений сокурсников;
- четкое изложение сути вопросов при консультировании;
- поиск источников, конструктивные предложения и др.;

Основными формами текущего контроля являются проведение контрольного тестирования и проверка домашних заданий.

Рекомендуются следующие темы самостоятельных работ:

1. «Расчет прямоугольной пластинки вариационным методом».
2. «Определение критической нагрузки потери устойчивости прямоугольной пластины, сжатой в двух направлениях».
3. «Определение собственных частот и форм колебаний прямоугольной пластинки».
4. «Расчет полой оболочки с использованием двойных тригонометрических рядов или вариационных методов».

Формы промежуточного контроля

В качестве аттестации предусматривается проведение зачёта в 7 семестре и экзамена в 6 семестре.

Программа дисциплины «Теория расчёта пластин и оболочек» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования подготовки по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины С.1.1.27 “Теория расчета пластинок и оболочек ” должны сформироваться следующие компетенции ОПК-6, ОПК-7.

Под компетенцией ОПК-6 понимается использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-6	6 семестр	<p>1. Знание теоретических основ и методов расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность, устойчивость и колебания</p> <p>2. Умение реализовывать теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность, устойчивость и колебания</p> <p>3. Владение принципами теоретических основ и методов расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность, устойчивость и колебания</p>	Экзамен	Вопросы к экзамену	«Отлично» «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Уровни освоения компетенции ОПК-6

Ступени уровней освоения	Отличительные признаки
--------------------------	------------------------

компетенции	
1	2
Пороговый (удовлетворительный)	<p>Знает теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность.</p> <p>Умеет реализовывать теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность.</p> <p>Владеет принципами теоретических основ и методов расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на прочность.</p>
Продвинутый (хороший)	<p>Знает теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на устойчивость.</p> <p>Умеет реализовывать теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на устойчивость.</p> <p>Владеет принципами теоретических основ и методов расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на устойчивость.</p>
Высокий (отличный)	<p>Знает теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на колебания.</p> <p>Умеет реализовывать теоретические основы и методы расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на колебания.</p> <p>Владеет принципами теоретических основ и методов расчёта тонкостенных пространственных систем типа пластин и оболочек на колебания.</p>

Под компетенцией ОПК-7 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
		1. Знание расчетов тонкостенных пространственных			

ОПК-7	6,7 семестр	<p>конструкций с определением наряжено-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия.</p> <p>2. Умение реализовывать расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением наряжено-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия.</p> <p>3. Владение принципами расчетов тонкостенных пространственных конструкций с определением наряжено-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия.</p>	Зачет	Вопросы к зачету	<p>«Зачтено»</p> <p>«Не зачтено»</p>
-------	-------------	---	-------	------------------	--------------------------------------

Уровни освоения компетенции ОПК-7

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2
Пороговый (удовлетворительный)	<p>Знает расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением наряжено-деформированного состояния.</p> <p>Умеет реализовывать расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением наряжено-деформированного состояния.</p> <p>Владет принципами расчетов тонкостенных пространственных конструкций с определением наряжено-деформированного состояния.</p>
	Знает расчеты тонкостенных пространственных

<p>Продвинутый (хороший)</p>	<p>конструкций с определением собственных частот и форм колебаний. Умеет реализовывать расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением собственных частот и форм колебаний. Владеет принципами расчетов тонкостенных пространственных конструкций с определением собственных частот и форм колебаний.</p>
<p>Высокий (отличный)</p>	<p>Знает расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия. Умеет реализовывать расчеты тонкостенных пространственных конструкций с определением критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия. Владеет принципами расчетов тонкостенных пространственных конструкций с определением критических нагрузок потери устойчивости исходной формы равновесия.</p>

14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 "Строительство уникальных зданий и сооружений" Специализация №1 "Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений" реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги и др.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% (лекции, коллоквиумы, работа в составе лабораторных и практических аудиторных занятий). Дополнительно разбор конкретных ситуаций выполняется в рамках самостоятельной внеаудиторной работы студента.

Во всех предлагаемых заданиях моделируются реальные условия работы конструктивных элементов пластин и оболочек.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

- ПК ЛИРА;
- ПК МОНОМАХ.
- AutoCAD

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, В. В. Теория и расчет пластинок и оболочек [Текст] : учеб. пособие для студ., обучающихся по специализации "Строительство высотных и большепролетных зданий" спец. 271101.65 / В. В. Петров ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2014 - Ч. 1 : Расчет упругих пластинок. - 2014. - 164 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 158 (14 назв.). - ISBN 978-5-7433-2703-4
Экземпляры всего: 3
2. Петров, В. В. Теория и расчет пластинок и оболочек [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ., обучающихся по специализации "Строительство высотных и большепролетных зданий" спец. 271101.65 / В. В. Петров ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2014 - Систем. требования: 128 МБ ОЗУ ; 4x CD-ROM дисковод ; Microsoft Office 2003 и выше ; ПК Pentium III или выше. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak117_14.pdf
3. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии [Текст] : учебник для вузов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011 - Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии / Карпов В. В. - 2011. - 248 с. - ISBN 978-5-9221-1366-3 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24512>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Голованов, А. И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций / А. И. Голованов, О. Н. Тюленева, А. Ф. Шигабутдинов. - М. : Физматлит, 2006. - 392 с. :
Экземпляры всего: 1.
5. Голушко С.К. Прямые и обратные задач и механики упругих композитных пластин и оболочек вращения [Электронный ресурс] / Голушко С.К. - Москва : Физматлит, 2008. - ISBN 978-5-9221-0948-2 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109482.html>.
6. Милейковский, И. Е. Расчет тонкостенных конструкций / И. Е. Милейковский, С. И. Трушин. - М. : Стройиздат, 1989. - 200 с.
Экземпляры всего: 4.
7. Петров, В. В. Применение вариационных методов к расчету пластин [Текст] : учеб. пособие по курсу "Механика деформируемого твердого тела" для студ. спец. 290300 / В. В. Петров. - Саратов : СГТУ, 1999. - 80 с. : ил. ; 21см. - Библиогр.: с. 79 (14 назв.). - ISBN 5743305005 : Б. ц.
Экземпляры всего: 1
8. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения. Часть 1. Модели и алгоритмы исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочек вращения / Карпов В. В. - 2010. - 287 с. - ISBN 978-5-9221-1317-5 : Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24596>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
9. Соломонов, Ю. С. Методы расчета цилиндрических оболочек из композиционных материалов [Текст] / Соломонов Ю. С. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1159-1 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17334>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
10. Филин А.П. Элементы теории оболочек. – Л.: Стройиздат, 1987.
Экземпляры всего: 15

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и мультимедийном режиме в аудиториях, которые оснащены соответствующим мультимедийным оборудованием и рассчитаны на соответствующий контингент студентов.

В аудиториях, имеющих мультимедийное оборудование и компьютеры с программным обеспечением и выходом в Интернет проводятся практические занятия, консультации по курсовому проектированию и самостоятельной работе.