

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.18 «ТЕОРИЯ РАСЧЕТА ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК»

для специальности

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

по специализации

«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Механика и прочность материалов и конструкций»
Протокол №6 от «18» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой «Механика и
прочность материалов и конструкций»
«18» декабря 2024 г.

С.А. Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«18» декабря 2024 г.

Г.А. Богданова

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» (Б1.О.18) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 31 мая 2017 г., приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 483.

Целью изучения дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» является получение необходимых знаний в области расчета тонкостенных пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания с использованием аналитических и численных методов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- дать необходимые знания о работе тонкостенных пространственных конструкций и их отдельных элементов;
- изучить особенности построения расчетных схем и методов расчета пластин и оболочек при действии статических и динамических нагрузок.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

| Индикаторы освоения компетенций | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ОПК-1. Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук. | |
| ОПК-1.2.1 Умеет решать прикладные задачи строительной отрасли с использованием методов фундаментальных наук | Студент <i>умеет</i> : – проводить оценку адекватности результатов математического моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности. |

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теория расчета пластин и оболочек» (Б1.О.18) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов |
|--|-------------|
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 108 |
| В том числе: | |
| – лекции (Л) | 32 |
| – практические занятия (ПЗ) | 32 |
| – лабораторные работы (ЛР) | - |
| Самостоятельная работа (СРС) | 40 |
| Контроль | 4 |
| Форма контроля знаний | 3 |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108/3 |

Примечания: «Форма контроля знаний» – зачет (3)

5 Содержание и структура дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|--|---|-----------------------------------|
| 1 | Введение. Основные понятия и гипотезы. | <p>Лекция 1. (2 ч.) Некоторые сведения из теории упругости.</p> <p>Лекция 2. (2 ч.) Основные соотношения теории тонких плит. Перемещения и деформации в пластине. Напряжения в пластине. Дифференциальное уравнение Софи Жермен–Лагранжа. Усилия в пластине.</p> <p>Лекция 3. (2 ч.) Формулировка краевых условий. Условия на контуре прямоугольных пластин. Выражения для усилий.</p> <p>Самостоятельная работа (2 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | ОПК-1.2.1 |
| 2 | Изгиб прямоугольных пластин. | <p>Лекция 4. (2 ч.) Расчет прямоугольных пластин с помощью двойных тригонометрических рядов (решение Навье). Представление прогиба и нагрузки в виде двойного тригонометрического ряда. Определение неизвестных коэффициентов A_{mn}. Примеры расчета пластин.</p> | ОПК-1.2.1 |

| | | | |
|---|---|---|------------------|
| | | <p>Лекция 5. (2 ч.) Расчет прямоугольных пластин с помощью одианрных тригонометрических рядов (решение Леви). Представление прогиба и нагрузки в виде одианрного тригонометрического ряда. Решение дифференциального уравнения 4-го порядка. Примеры расчета пластин.</p> <p>Практические занятия 1, 2. (4 ч.) Расчет балок с помощью тригонометрических рядов. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Практические занятия 3. (2 ч.) Расчет прямоугольных пластин с помощью двойных тригонометрических рядов. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Практические занятия 4, 5. (4 ч.) Расчет прямоугольных пластин с помощью одианрных тригонометрических рядов. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Самостоятельная работа (6 ч.) Изучение литературы из п.8.5. Выполнение расчетно-графической работы.</p> | |
| 3 | <p>Приближенные методы расчета пластин.</p> | <p>Лекция 6–8. (6 ч.) Понятие о расчете пластин вариационными методами. Потенциальная энергия изгиба пластины. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина. Численные методы. Метод сеток. Формулы для приближенного вычисления производных. Общий принцип расчета упругих систем методом сеток.</p> <p>Практические занятия 6–10. (10 ч.) Расчет прямоугольных пластин вариационным методом. Расчет прямоугольных пластин методом Бубнова-Галеркина. Расчет прямоугольных пластин методом сеток. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Самостоятельная работа (6 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | <p>ОПК-1.2.1</p> |

| | | | |
|---|--|---|-----------|
| | | Выполнение расчетно-графической работы. | |
| 4 | Изгиб круглых пластин | <p>Лекция 9. (2 ч.) Основные соотношения при изгибе круглых пластин. Осесимметричный изгиб круглой пластины. Общий случай изгиба круглых пластин.</p> <p>Практические занятия 11, 12. (4 ч.) Расчет круглых пластин.</p> <p>Самостоятельная работа (2 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | ОПК-1.2.1 |
| 5 | Расчет перекрытий. Рибристые пластины | <p>Лекция 10 (2 ч.) Изгиб пластины с учетом растяжения-сжатия и сдвига в срединной плоскости. Примеры решения плоской задачи теории упругости. Изгиб пластинки под совместным действием поперечных нагрузок и сил в ее срединной плоскости.</p> <p>Лекция 11. (2 ч.) Плоские перекрытия как модели пластинчатых конструкций. Численно-аналитическая реализация модели плоского перекрытия методом Навье. Модель перекрытия как конструктивно-ортотропной пластины.</p> <p>Лекция 12. (2 ч.) Математические модели изгиба ребристых прямоугольных пластин, подкрепленных ребрами одного направления.</p> <p>Лекция 13. (2 ч.) Математические модели изгиба ребристых прямоугольных пластин, подкрепленных перекрестной системой ребер.</p> <p>Практические занятия 13, 14. (4 ч.) Расчет перекрытия методом Навье уравнивания прогибов балок. Расчет конструктивно-ортотропной пластины. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Самостоятельная работа (6 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | ОПК-1.2.1 |

| | | | |
|---|---------------------------|---|-----------|
| 6 | Колебания пластин | <p>Лекция 14. (2 ч.) Колебания прямоугольных пластин.</p> <p>Практическое занятие 15. (2 ч.) Расчет собственных колебаний прямоугольной пластины.</p> <p>Самостоятельная работа (2 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | ОПК-1.2.1 |
| 7 | Элементы теории оболочек. | <p>Лекция 15, 16. (4 ч.) Общие сведения об оболочках. Геометрические уравнения теории оболочек. Усилия и моменты. Физические соотношения в теории оболочек. Основные уравнения безмоментной теории оболочек. Граничные условия. Условия существования безмоментного напряженного состояния. Моментная теория цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Краевой эффект в оболочках. Элементы теории пологих оболочек.</p> <p>Практические занятия 16. (2 ч.) Решение некоторых задач теории оболочек: решение уравнения краевого эффекта; расчет круговой цилиндрической оболочки; расчет полой оболочки. Использование систем аналитических вычислений.</p> <p>Самостоятельная работа (16 ч.) Изучение литературы из п.8.5.</p> | ОПК-1.2.1 |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
|---|---------------------------------------|-----------|-----------|----------|------------|
| 1 | Основные понятия и гипотезы | 6 | | - | 2 |
| 2 | Изгиб прямоугольных пластин. | 4 | 10 | - | 6 |
| 3 | Приближенные методы расчета пластин. | 6 | 10 | - | 6 |
| 4 | Расчёт круглых пластин | 2 | 4 | - | 2 |
| 5 | Расчет перекрытий. Ребристые пластины | 8 | 4 | | 6 |
| 6 | Колебания пластин | 2 | 2 | | 2 |
| 7 | Элементы теории оболочек. | 4 | 2 | | 18 |
| | Итого | 32 | 32 | - | 40 |
| Контроль | | | | | 4 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | 108 |

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Студент должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций студент должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, студент должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы студентов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MicrosoftWord 2010;
- MicrosoftExcel 2010;
- MicrosoftPowerPoint 2010.

8.3. Студентам обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Студентам обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. Учебник под ред. Г.С. Варданяна – М., Изд-во АСВ, 1995. 568 с.
2. Александров А.В. Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности: Учеб. для строит. спец. вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов. – М.: Высш. Шк. 2002. – 400 с.
3. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. – М.: Гос. изд-во физико-математической литературы. 1963. 635 с.
4. Смирнов В.И., Видюшенков С.А. Изгиб пластинок [Текст]: учебное пособие /СПб, ПГУПС, 2012. - 53 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Бесплатная библиотека документов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://norm-load.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com> — Загл. с экрана.
 - 3.1. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
 - 3.2.. Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.
4. Профессиональные справочные системы Техэксперт–электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный— Загл. с экрана.
5. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве (ФАУ ФЦС). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/#form>, свободный. — Загл. с экрана.
6. Электронные учебные и учебно-методические материалы, размещенные на сайте кафедры в сети Интернет по адресу <http://kafedra-ptmik.ru/library.php>

Разработчик рабочей программы,

профессор

Д.П.Голоскоков

«18» декабря 2025 г.