

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Емец Валерий Геннадьевич

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 26.06.2025 15:58:37

Уникальный программный ключ:

f2b8a1573c931f1098cf699a1a6e0a44ef55d7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Рязанский институт (филиал)

Московского политехнического университета

**Рабочая программа дисциплины  
«Теория расчета пластин и оболочек»**

Направление подготовки

**08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений**

Направленность образовательной программы

**Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений**

Квалификация, присваиваемая выпускникам

**Инженер-строитель**

Форма обучения

**Очная**

**Год набора - 2025**

**Рязань 2025**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 483 от 31 мая 2017 г., зарегистрированным в Минюсте 23.06.2017 регистрационный номер N 47136 (с изменениями на 19 июля 2022 года);
- учебным планом (очной формы обучения) по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, направленность «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений».

Рабочая программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (п.7 Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации).

Автор: В.Д. Левин, кандидат физико-математических наук, доцент ВАК, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»

(указать ФИО, учennую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» (протокол № 6 от 28.05.2025).

## **1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций, направленных на развитие навыков исследовательской деятельности / проектной деятельности

### **1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» у обучающегося формируются следующие общепрофессиональные компетенции ОПК-1

**Содержание указанных компетенций и перечень планируемых результатов обучения по данной дисциплине представлены в таблице 1..**

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Код компетенции   | Результаты освоения ОП<br>(содержание компетенций)   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | 1   | 2 |
| <b>Общепрофессиональные</b>   |  |   |   |
| ОПК-1. Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук | ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий | <b>Знать</b><br>-элементы линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, теории дифференциальных уравнений,<br>-алгоритмические языки программирования, вычислительные комплексы.<br><b>Уметь:</b><br>- для разрешающей системе уравнений выбранной расчетной схемы поставить граничные условия<br><b>Владеть:</b><br>- методами решения поставленной краевой задачи |   |

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория расчета пластин и оболочек» входит в состав дисциплин профессионального цикла базовой части 3 образовательной программы специальности 08.05.01“Строительство уникальных зданий и сооружений”.

Дисциплины, на которых базируется дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

- Высшая математика,
- Информатика,
- Теоретическая механика,
- Сопротивление материалов.
- Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести-

- Дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек»
- Нелинейные задачи строительной механики
  - Металлические конструкции.
  - Железобетонные и каменные конструкции

### **3. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» составляет 3 зачетных единиц, 180 академических часов.

Объем дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» в академических часах с распределением по видам учебных занятий указан в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» в академических часах

| <b>Вид учебной работы</b>   | <b>Всего часов</b> | <b>Семестр</b> |            |
|---|--------------------|----------------|------------|
|   |                    | <b>6</b>       | <b>7</b>   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, час</b>   | <b>180</b>         | <b>72</b>      | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>   | <b>73</b>          | <b>36</b>      | <b>37</b>  |
| <b>Аудиторная работа (всего)</b>  | <b>72</b>          | <b>36</b>      | <b>36</b>  |
| в том числе:  |                    |                |            |
| Лекции  | 36                 | 18             | 18         |
| Семинары, практические занятия  | 36                 | 18             | 18         |
| Лабораторные работы   |                    |                |            |
| <b>Внеаудиторная работа (всего)</b>   | <b>1</b>           |                | <b>1</b>   |
| в том числе:  |                    |                |            |
| Групповая консультация  | 1                  |                | 1          |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>   | <b>107</b>         | <b>36</b>      | <b>71</b>  |
| в том числе   |                    |                |            |
| Курсовое проектирование   |                    |                |            |
| Расчетно-графические работы   | 60                 | 20             | 40         |
| Реферат   |                    |                |            |
| Другие виды занятий (подготовка к занятиям, домашняя работа, подготовка к контрольной работе, работа с литературой) | 47                 | 16             | 31         |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>   |                    | <b>3</b>       | <b>Э</b>   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, з.е.</b>  | <b>5</b>           | <b>2</b>       | <b>3</b>   |

3.1 Содержание дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек», структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Разделы дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» и их трудоемкость по видам учебных занятий

| №<br>п/п                | <b>Раздел дисциплины</b>  | <b>Общая трудоемкость<br/>(в часах)</b> | <b>Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)</b> |                             |                            |                               |                               |   | <b>Вид промежуточной аттестации</b> |          |
|-------------------------|---|---|---|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------------|----------|
|                         |   |   | <b>Лекции</b>   | <b>Практические занятия</b> | <b>Лабораторные работы</b> | <b>Самостоятельная работа</b> | <b>Групповая консультация</b> | <b>Формы текущего контроля успеваемости</b> |                                     |          |
| 1                       | 2   | 3                                       | 4   | 5                           | 6                          | 7                             |                               |   | 8                                   | 9        |
| <b>шестой семестр</b>   |   |   |   |                             |                            |                               |                               |   |                                     |          |
| 1                       | Изгиб прямоугольных пластин   | <b>28</b>                               | 8   | 8                           |                            | 12                            |                               |   | РГР №1, зачет                       |          |
| 2                       | Численные методы расчета пластин  | <b>24</b>                               | 6   | 6                           |                            | 12                            |                               |   | РГР №1, зачет                       |          |
| 3                       | Изгиб круглых пластин при осесимметричной нагрузке  | <b>20</b>                               | 4   | 4                           |                            | 12                            |                               |   | РГР №2, зачет                       |          |
| <b>Форма аттестации</b> |   |   |   |                             |                            |                               |                               |   |                                     |          |
|                         | <b>Всего часов по дисциплине в шестом семестре</b>  | <b>72</b>                               | <b>18</b>   | <b>18</b>                   |                            | <b>36</b>                     |                               |   |                                     | <b>3</b> |
| <b>Седьмой семестр</b>  |   |   |   |                             |                            |                               |                               |   |                                     |          |
| 4                       | Основные понятия, гипотезы, соотношения теории оболочек. Безмоментная теория оболочек вращения. | <b>16</b>                               | 2   | 4                           |                            | 10                            |                               |   | РГР №3, Экзамен                     |          |
| 5                       | Моментная теория цилиндрических оболочек.   | <b>20</b>                               | 4   | 2                           |                            | 14                            |                               |   | Экзамен                             |          |
| 6                       | Пологие оболочки на прямоугольном плане.  | <b>24</b>                               | 4   | 4                           |                            | 16                            |                               |   | Экзамен РГР №4                      |          |
| 7                       | Моментная теория упругих оболочек вращения  | <b>26</b>                               | 4   | 4                           |                            | 18                            |                               |   | РГР №4, экзамен                     |          |
| 8                       | Устойчивость форм равновесия пластин и оболочек.  | <b>22</b>                               | 4   | 4                           |                            | 13                            | 1                             |   | Экзамен                             |          |
| <b>Форма аттестации</b> |   |   |   |                             |                            |                               |                               |   |                                     |          |
|                         | <b>Всего часов по дисциплине в седьмом семестре</b>   | <b>108</b>                              | <b>18</b>   | <b>18</b>                   |                            | <b>71</b>                     | <b>1</b>                      |   |                                     |          |
|                         | <b>Всего часов по дисциплине</b>  | <b>180</b>                              | <b>36</b>   | <b>36</b>                   |                            | <b>107</b>                    | <b>1</b>                      |   |                                     |          |

**3.2 Содержание дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек», структурированное по разделам (темам)**

Содержание лекционных занятий приведено в таблице 4, содержание практических занятий – в таблице 5.

Таблица 4 – Содержание лекционных занятий

| №<br>темы | Наименование разде-<br>ла (темы) дисциплины | Содержание раздела(темы) дисциплины  |
|-----------|---|--|
|           |   | 1  |
| 1         | Изгиб пластин                               | Основные определения и гипотезы теории пластин. Геометрические соотношения, напряжения и усилия, физические соотношения. Выражение внутренних усилий через прогиб пластины. Выражение напряжений через внутренние усилия. Дифференциальное уравнение Софи Жермен - Лагранжа. Формулировка граничных условий. Решение задачи изгиба пластины методом Навье в двойных тригонометрических рядах. Решение задачи изгиба пластины в полиномах. Решение задачи изгиба пластины методом М.Леви в одинарных тригонометрических рядах. Цилиндрический изгиб пластин. Изгиб круглых пластин. Расчет пластин методом конечных разностей, методом Бубнова-Галеркина, методом Ритца – Тимошенко |
| 2         | Безмоментная теория оболочек вращения.      | Основные понятия, гипотезы. Деформации, напряжения и внутренние усилия в тонких оболочках. Безмоментная теория тонких оболочек вращения при осесимметричной нагрузке . Разрешающая система уравнений безмоментной теории тонких оболочек вращения при осесимметричной нагрузке вращения. Теоремы о равнодействующих постоянного и гидростатического давлений   |
| 3         | Моментная теория цилиндрических оболочек.   | Разрешающее уравнение при осесимметричной нагрузке. Краевой эффект полубесконечной цилиндрической оболочки. Расчет коротких оболочек. Расчет цилиндрического резервуара с днищем на гидростатическое давление.   |
| 4         | Пологие оболочки на прямоугольном плане.    | Определение и свойства Деформация и усилия в пологой оболочке. Уравнение совместности деформаций. Уравнения равновесия пологой оболочки. Разрешающая система уравнений пологой оболочки. Граничные условия Расчет пологих оболочек на прямоугольном плане методом двойных тригонометрических рядов. Расчет пологой оболочки в виде эллиптического параболоида  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 5 | Моментная теория упругих оболочек вращения при осесимметричной нагрузке | Уравнения равновесия моментной теории оболочек вращения при осесимметричной нагрузке. Уравнение совместности деформаций. Деформация и перемещения в оболочке вращения при осесимметричной нагрузке. Выражение усилий через перемещения. Разрешающая система уравнений Мейснера. Решение разрешающей системы уравнений методом Штаермана - Геккелера |
| 6 | Гибкие пластины. Устойчивость пластин и оболочек                        | Изгиб пластин при действии поперечной и продольной нагрузок. Уравнения равновесия и совместности деформаций пластины. Понятие устойчивости. Устойчивость пластин при осевом сжатии. Определение критической нагрузки. Критическое напряжение Устойчивость цилиндрических оболочек при осевом сжатии.  |

Таблица 5 – Содержание практических занятий

| №<br>п/п | Наименование темы<br>дисциплины   | Содержание раздела (темы) дисциплины  |
|----------|---|---|
| 1        | Изгиб пластин   | Обратный метод расчета прямоугольных пластин. Изгиб прямоугольных пластин методами Навье, М. Леви, Бубнова - Галеркина, Ритца – Тимошенко, методом конечных разностей. Расчет круглых пластин на осесимметричную нагрузку |
| 2        | Безмоментная теория оболочек вращения.                                  | Расчет цилиндрических, конических и сферических оболочек на осесимметричную нагрузку.   |
| 3        | Моментная теория цилиндрических оболочек.                               | Изгиб длинной цилиндрической оболочки под нагрузкой, равномерно распределенной по круговому сечению   |
| 4        | Пологие оболочки на прямоугольном плане.                                | Цилиндрическая панель. Задание для выполнения расчетно-графической работы   |
| 5        | Моментная теория упругих оболочек вращения при осесимметричной нагрузке | Расчет сферического купола на действие собственного веса  |
| 6        | Гибкие пластины. Устойчивость пластин и оболочек                        | Определение критических нагрузок потери устойчивости пластин и замкнутых круговых цилиндрических оболочек.  |

#### 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### **4.1. Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде института (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых институтом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;
- проблемное обучение;
- разбор конкретных ситуаций;

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень)**, если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень)**, если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

#### **4.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

#### **4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом по ней подлежит защите преподавателю.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### **4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях практического (семинарского) типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

#### **4.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 5.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут ис-

пользовать в специализированных аудиториях для самостоятельной работы компьютеры, обеспечивающему доступ к программному обеспечению, необходимому для изучения дисциплины, а также доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Вся литература, включенная в данный перечень, представлена в виде электронных ресурсов в электронной библиотеке института (ЭБС). Литература, используемая в печатном виде, представлена в научной библиотеке университета в объеме не менее 0,25 экземпляров на одного обучающегося.

#### **Основная литература**

1. Строительная механика. Ржаницын А.Р.- М.: Высш. шк. 1991.-439 с.
2. Теория расчета пластин и оболочек Амосов А.А. Техническая теория тонких упругих оболочек, М.: Издательство АСВ, 2009
3. Теория расчета пластин и оболочек Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С, М. Пластинки и оболочки, М.: Физматгиз, 2009. – 640 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1972. -296 с.
2. Филин А.П. Элементы теории оболочек. – Л.: Стройиздат, 1987. – 384 с.
3. Милейковский И.Е., Трушин С.И. Расчет тонкостенных конструкций. – М.: Стройиздат, 1989. – 200 с.
4. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2010.
5. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности: Учеб. для строит. спец. вузов. - М.: Высш. шк. 1990. – 400с.

### **5.2. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы**

1. БИЦ Московского политехнического университета [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lib.mospolytech.ru/> - Загл. с экрана.
2. ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://biblioclub.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система «Издательства Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lanbook.com/> . - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Юрайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru/>- Загл. с экрана.
5. Программные комплексы расчета конструкций на ЭВМ (вопросы моделирования при выполнении расчетов строительных конструкций) – «Лира 9.4»;
6. Математический пакет Mathcad

### **5.3. Программное обеспечение**

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства:

- ОС Windows 7;
- Microsoft Office 2013;
- AutoCAD;
- ArchiCAD;
- ПК «Лира 9.4»
- Математический пакет Mathcad

## **6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Занятия лекционного типа.** Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

**Занятия практического типа.** Учебные аудитории для занятий практического типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Промежуточная аттестация.** Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

**Самостоятельная работа.** Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде института. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

- компьютерные классы института;
- библиотека, имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

**Электронная информационно-образовательная среда института (ЭИОС).** Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории института, так и вне ее.

ЭИОС института обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

Таблица 6 – Перечень аудиторий и оборудования

| <b>Аудитория</b>  | <b>Вид занятия</b>   | <b>Материально-технические средства</b>  |
|---|----------------------|--|
| Ауд. № 15, главный корпус (ул. Право-Лыбедская, 26/53).<br>Аудитория для практических и семинарских занятий<br>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций<br>Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации  | Практические занятия | - комбинированные сидения с письменным местом, классная доска, кафедра для преподавателя; экран, проектор  |
| Ауд. № 216, главный корпус (ул. Право-Лыбедская, 26/53).<br>Аудитория для практических и семинарских занятий<br>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций<br>Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации |                      | Поточная аудитория:<br>- комбинированные сидения с письменным местом, классная доска, кафедра для преподавателя. Интерактивная доска, проектор, ноутбук. |

## **7. Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

#### **7.1.1 Типовые вопросы для письменного опроса**

### **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине зачет и экзамен

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Какие конструктивные элементы принято называть тонкими пластинами или плитами?
2. Какая функция определяется в первую очередь при решении задачи об изгибе пластины под действием поперечной нагрузки?

3. Приведите гипотезы технической теории изгиба пластины.
4. При каких геометрических соотношениях используется техническая теория изгиба пластин?
5. Как записывается основное уравнение технической теории изгиба пластин в декартовой и полярной системах координат?
6. Как определяется жесткость пластины при изгибе?
7. Какие внутренние усилия возникают в общем случае изгиба прямоугольной пластины? В каких единицах они измеряются?
8. Как записываются формулы для определения внутренних усилий в прямоугольной пластине?
9. Какими зависимостями связаны между собой внутренние усилия в прямоугольной пластине и распределенная поперечная нагрузка?
10. Какие напряжения возникают в сечениях пластины, перпендикулярных к срединной плоскости? Как они связаны с внутренними усилиями? Какой характер их изменения по толщине пластины?
11. Какие напряжения не учитываются при решении задач об изгибе пластин?
12. Каким условиям должна удовлетворять функция прогиба пластины?
13. Как записываются граничные условия для жестко защемленных, шарнирно опертых и свободных от закрепления краев для прямоугольных пластин?
14. Как записывается условие прочности пластины?
15. Какое условие должно выполняться при расчете пластин на жесткость?
16. Какие методы используются для расчета прямоугольных пластин, шарнирно опертых по всем сторонам и по двум противоположным сторонам?
17. Как записываются граничные условия в МКР?
18. Шаблон и как им пользоваться при составлении к-р аналога уравнения Софи Жермен
19. Шаблоны внутренних усилий в МКР ?
20. Алгоритм применения МКР при расчете пластин?
21. Уравнение Бубнова – Галеркина для расчета пластин при действии распределенной нагрузки и сосредоточенных сил?
22. Каким условиям должны удовлетворять т.н. базисные функции в МБ-Г?
23. Уравнение обобщенного МБ-Г.
24. Потенциальная и полная энергия пластины при изгибе?
25. Каким условиям должны удовлетворять т.н. базисные функции в Методе Ритца?
26. Уравнение метода Ритца при одной базисной функции?
27. Как определяются коэффициенты и свободные члены уравнений метода Ритца?
28. Какой изгиб круглых и колышевых пластин называется осесимметричным?
29. Какие внутренние усилия возникают в круглых и колышевых пластинах при осесимметричном изгибе и как они выражаются через прогиб?

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Основные определения и гипотезы в теории тонких оболочек.
2. Деформации, напряжения, внутренние усилия в тонких оболочках.
3. Условия существования безмоментного напряженного состояния оболочек вращения.
4. Уравнения равновесия безмоментной оболочки вращения при осесимметричной нагрузке.
5. Деформация и перемещения в оболочке вращения при осесимметричной нагрузке.
6. Расчет цилиндрических, конических, сферических вращений осесимметричной нагрузки.
7. Моментная теория цилиндрических оболочек, разрешающее уравнение при осесимметричной нагрузке.
8. Краевой эффект полубесконечной цилиндрической оболочки.
9. Расчет цилиндрического резервуара на гидростатическое давление (постановка задачи).

10. Расчет цилиндрических оболочек конечной длины.
11. Пологие оболочки, их деформация и уравнение совместности деформаций.
12. Уравнения равновесия пологой оболочки.
13. Разрешающая система уравнений пологой оболочки.
14. Граничные условия для пологой оболочки.
15. Расчет пологой оболочки в виде эллиптического параболоида.
16. Уравнения равновесия моментной теории оболочек вращения при осесимметричной нагрузке.
17. Перемещения и деформация оболочек вращения при осесимметричной нагрузке.
18. Разрешающая система уравнений для оболочек вращения при осесимметричной нагрузке.
19. Разрешающая система уравнений Мейснера для оболочек вращения при осесимметричной нагрузке.
20. Решение уравнений Мейснера методом Штаермана – Геккелера.
21. Расчет сферического купола на постоянную вертикальную нагрузку.
22. Изгиб гибких пластин при действии поперечных и продольных нагрузок
23. Устойчивость пластин при осевом сжатии в двух направлениях.
24. Устойчивость пластин при осевом сжатии в одном направлении.

## **8. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медицинско-педагогической комиссии (ПМПК).

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

По дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (образовательного портала) и электронной почты.