

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 29.07.2024 12:09:17  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ  
"Сургутский государственный университет"**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методической работе  
Е.В.Коновалова

«13» июня 2024 г., протокол УМС №05

## **ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ Вычислительная механика**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Строительных технологий и конструкций**  
Шифр и наименование научной специальности **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела**

Форма обучения **очная**

Часов по учебному плану **72** Вид контроля: **зачет**  
в том числе:  
аудиторные занятия **32**  
самостоятельная работа **40**

#### **Распределение часов дисциплины**

Курс	2	
	уп	рп
Вид занятий	уп	рп
Лабораторные	32	32
Итого ауд.	32	32
Контактная работа	32	32
Сам. работа	40	40
Итого	72	72

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Галиев И.М.*

Рабочая программа дисциплины

**Вычислительная механика**

разработана в соответствии с ФГТ:

Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. №951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Строительных технологий и конструкций

Протокол от 17.04.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой канд. физ.-мат. наук, доцент, Галиев И.М.

Председатель УМС политехнического института

ст. преп. Паук Е.Н.

Протокол от 14.05.2024 г. № 4/24

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	приобретение знаний, умений и навыков применения методов вычислительной механики при расчете на ЭВМ строительных конструкций и их элементов и анализе получаемых результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Для успешного освоения дисциплины аспирант должен иметь глубокие фундаментальные знания по высшей математике, сопротивлению материалов, численных методов.
2.1.2	Предшествующими для изучения дисциплины являются:
2.1.3	результаты освоения дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, «История и философия науки», «Иностранный язык», результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите; результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций;
2.2	<b>Последующими к изучению дисциплины являются знания, умения и навыки, используемые аспирантами:</b>
2.2.1	при освоении специальной дисциплины "Механика деформируемого твердого тела", направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена; в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите; в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций; при прохождении научно-исследовательской практики; при прохождении итоговой аттестации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</b>	
3.1	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные объекты исследований, явления и процессы, связанные с конкретной областью техники; методы проведения технических расчетов при конструировании;
3.2	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать современные методы и средства в практической и научной деятельности;
3.3	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками реализации комплексного подхода к проблеме обеспечения надежности строительных конструкций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Литература	Примечание
1.	Метод конечных элементов (МКЭ) в задачах механики сплошных сред. Основные идеи МКЭ. Простейшие типы КЭ. Построение функций формы. Повышение точности за счет введения дополнительных узлов. Построение матрицы жесткости элемента и конструкции, определение перемещений, деформаций и напряжений. /Лаб/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.	Построение физических и математических моделей в механике. Понятие о вычислительном эксперименте, его основные этапы. Основные требования к численным алгоритмам. Понятие о точности, сходимости и устойчивости вычислительного процесса. Погрешности результата численного решения задачи. Структура погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры. /Лаб/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	

3.	Постановки задач о приближении числовых функций. Интерполяция таблично заданных функций. Интерполяционные полиномы. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы решения. /Лаб/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.	Использование МКЭ для решения линейных задач теории упругости. /Лаб/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.1.	Использование МКЭ для решения линейных задач теории упругости. /Ср/	2	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.	Использование МКЭ для решения нелинейных задач и задач динамики. /Лаб/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.1.	Использование МКЭ для решения нелинейных задач и задач динамики. /Ср/	2	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.	Задачи оптимизации механических систем /Лаб/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.1	Задачи оптимизации механических систем /Ср/	2	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.	/Контр. раб./	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
8.	/Зачёт/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Проведение текущего контроля успеваемости

Тема 1. Метод конечных элементов (МКЭ) в задачах механики сплошных сред. Основные идеи МКЭ. Простейшие типы КЭ. Построение функций формы. Повышение точности за счет введения дополнительных узлов. Построение матрицы жесткости элемента и конструкции, определение перемещений, деформаций и напряжений.

Лабораторная работа «Расчет арки в двумерной постановке»:

1. Что такое Element Size?
2. Как запустить операцию автоматической генерации сетки?
3. Как задать неподвижную опору?
4. Что такое Force?
5. Для чего программа выделяет пункты в окне “Details of ...” желтым цветом?
6. Какие есть способы задания силы в узле?
7. Для чего нужна операция Solution?
8. Для чего нужна операция Solve?

Тема 2. Построение физических и математических моделей в механике. Понятие о вычислительном эксперименте, его основные этапы. Основные требования к численным алгоритмам. Понятие о точности, сходимости и устойчивости вычислительного процесса. Погрешности результата численного решения задачи. Структура погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры.

Лабораторная работа «Расчет плоской фермы»:

1. Что такое ANSYS Workbench?
2. В каком меню ANSYS Workbench задаются единицы измерения.
3. Какие основные свойства геометрии в ANSYS Workbench?
4. Перечислите основные шаблоны анализа ANSYS Workbench.
5. Где задаются свойства материалов?
6. Что такое sketches?
7. Что такое Toolbox Region?
8. Для чего нужна компонента Engineering Data?
9. Для чего нужна компонента Model/Mesh?

Тема 3. Постановки задач о приближении числовых функций. Интерполяция таблично заданных функций. Интерполяционные полиномы. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы решения.

Лабораторная работа «Расчет пространственной рамной конструкции»:

1. Что такое Design Modeler?
2. Как отобразить координатную сетку в Design Modeler?
3. Как осуществить привязку к координатной сетке?
4. Какой инструмент используется для рисования прямой линии?
5. Что такое Static Structural?
6. Что такое Line Bodies?
7. Что такое Fixed Support?
8. Что такое Load?
9. Для чего нужна операция Generate?
10. Какой инструмент используется для задания сечения стержня?

Тема 4. Использование МКЭ для решения линейных задач теории упругости.

Лабораторная работа «Расчет осесимметричного гидротехнической конструкции»:

1. Как отобразить реакции опор?
2. Какую компоненту нужно использовать для отображения поля деформаций?
3. Какую компоненту нужно использовать для отображения поля напряжений?
4. Для чего нужна операция Evaluate All Results?
5. Для чего нужна операция Clear Generated Data?
6. Какие виды геометрических преобразований присутствуют в Design Modeler?
7. Для чего нужна операция Translate?
8. Для чего нужна операция Rotate?

Лабораторная работа «Расчет резервуара, заполненного водой»:

1. Что означает опция - Preserve Bodies?
2. Для чего нужно использовать Construction Point?
3. Для чего используется операция Horizontal и Vertical?
4. Как задать положение точки в пространстве (ее координаты) в Design Modeler?
5. Как изменить внешний вид рабочего окна?
6. Для чего нужна операция Revolve?
7. Как задать толщину оболочки?
8. Как задать нагрузку в виде гидростатического давления?
9. Как задать силу тяжести?

Лабораторная работа «Расчет элемента опоры»:

1. Для чего нужна операция Extrude?
2. Каковы основные параметры операции Extrude?
3. Каковы основные параметры операции Rotate?
4. Для чего нужна операция New Plane?
5. Каковы основные параметры операции (свойства) New Plane?
6. Для чего нужна операция Look At Face?
7. Для чего нужна операция Freeze?
8. Для чего нужна операция Slice?
9. Каковы основные параметры операции Slice?
10. Как установить тип контакта двух тел?
11. Как установить опцию – Показывать все тела?
12. Для чего нужна операция Section Plane?

Лабораторная работа «Расчет резонатора»:

1. Какие шаблоны используются в данной работе?
2. Для чего нужна операция Replicate?
3. Для чего нужна операция End/Use Plane Origin as Handle?
4. Для чего нужна операция Trim?
5. Что означает опция при выдавливании - Cut Material?
6. Для чего нужна операция Suppress Body?
7. Как задать толщину оболочки?
8. Как установить максимальное количество искомых мод?
9. Как визуализировать в виде мультипликации колебания тела?
10. Как задать расчеты на частотный отклик?
11. Как посмотреть амплитудно-частотную характеристику?

Задания для самостоятельной работы:

1. Сформулировать постановку задачи в напряжениях или в перемещениях: записать необходимые уравнения и граничные условия.
2. Решить задачу и определить напряжения и перемещения.
3. Проанализировать полученное решение: сравнить (если это возможно) с соответствующими решениями, полученными в курсе сопротивления материалов; построить эпюры напряжений (по указанию преподавателя) или определить значения напряжений и (или) перемещений в отдельных точках.

Тема 5. Использование МКЭ для решения нелинейных задач и задач динамики.

Лабораторная работа «Расчет балки при не стационарном нагружении»

Лабораторная работа «Расчет устойчивости конструкции»:

1. Для чего нужна опция Safety Factor?
2. Для чего нужна опция Fatigue Tool?
3. Каковы основные параметры опции Fatigue Tool?
4. Какой шаблон используется для расчета устойчивости конструкции?

Задания для самостоятельной работы:

1. Сформулировать постановку задачи в напряжениях или в перемещениях: записать необходимые уравнения и граничные условия.
2. Решить задачу и определить напряжения и перемещения.
3. Проанализировать полученное решение: сравнить (если это возможно) с соответствующими решениями, полученными в курсе сопротивления материалов; построить эпюры напряжений (по указанию преподавателя) или определить значения напряжений и (или) перемещений в отдельных точках.

Тема 6. Задачи оптимизации механических систем

Лабораторная работа «Оптимизация формы конструкции»:

1. Какой шаблон используется для топологической оптимизации (оптимизации формы)?
2. Для чего нужна опция Response Constraint?
3. Какие основные параметры опции Response Constraint?
4. Что такое SpaceClaim?
5. Каковы этапы топологической оптимизации в ANSYS?
6. Как задать параметр – размер тела, например, длину какого-либо ребра?
7. Как задаются выходные параметры?
8. Как посмотреть какие входные и выходные параметры заданы в проекте?
9. В каком окне задаются цели и ограничения параметрической оптимизации?

Задания для самостоятельной работы:

1. Сформулировать постановку задачи в напряжениях или в перемещениях: записать необходимые уравнения и граничные условия.
2. Решить задачу и определить напряжения и перемещения.
3. Проанализировать полученное решение: сравнить (если это возможно) с соответствующими решениями, полученными в курсе сопротивления материалов; построить эпюры напряжений (по указанию преподавателя) или определить значения напряжений и (или) перемещений в отдельных точках.

Проведение промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Перечислите основные современные численные методы расчета конструкций.
2. В чем суть (основная идея) метода конечных элементов?
3. Что такое дискретизация расчетной области конструкции при расчете МКЭ?
4. В чем суть дискретной модели рассчитываемой конструкции по МКЭ?
5. Перечислите основные шаги общего алгоритма статического расчета по МКЭ?
6. Конечные элементы, их типы. Степени свободы конечного элемента. Конечно-элементная расчетная схема. Приведение нагрузки на систему к узловой.
7. Матрица жесткости конечного элемента. Ее структура. Связь между перемещениями узлов элемента и усилиями, действующими на них.
8. Дайте определение числовой матрице.
9. Какая матрица называется квадратной, прямоугольной, единичной, матрицей-вектором?
10. Как складываются, вычитаются и перемножаются матрицы?
11. Что такое обратная матрица и для чего она используется?
12. Каков смысл коэффициентов матрицы влияния изгибающих моментов?
13. По каким формулам вычисляются элементы матрицы жесткости конечного элемента?
14. По каким формулам вычисляются элементы матрицы геометрической жесткости конечного элемента?
15. По каким формулам вычисляются элементы матрицы масс конечного элемента?
16. Сформулируйте метод разложения по собственным формам?
17. Собственные формы какой матрицы участвуют в расчетах?
18. Как определяются функции матриц?
19. Преобразование матрицы жесткости конечного элемента при повороте координатных осей.
20. Матрица жесткости системы конечных элементов. Ее структура. Связь между перемещениями узлов конечно-элементной схемы и усилиями, действующими на них.
21. Векторы перемещений и усилий, действующих на элемент. Векторы перемещений и усилий, действующих и на систему элементов, их структура и связь между собой.
22. Соединение конечных элементов. Условие равновесия узлов в конечно-элементной схеме. Формирование системы разрешающих уравнений метода конечных элементов.
23. Формирование глобальной матрицы жесткости конечно-элементной схемы из матриц жесткости конечных элементов.
24. Определение внутренних усилий в стержневых конечных элементах после нахождения узловых перемещений в конечно-элементной схеме. Учет направленности осей местной системы координат конечного элемента по отношению к глобальной системе осей координат конечно-элементной схемы.
25. Учет связей и заданных узловых перемещений в системе разрешающих уравнений метода конечных элементов.
26. На какие элементы делится плита при её расчёте методом конечных элементов?
27. Зависимость между какими величинами представляет в методе конечных элементов матрица жесткости отдельного элемента?

28.Общая процедура расчета стержневых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений. Реализация алгоритма МКЭ в современных программных комплексах.

### 5.2. Темы письменных работ

Примерные темы контрольных работ

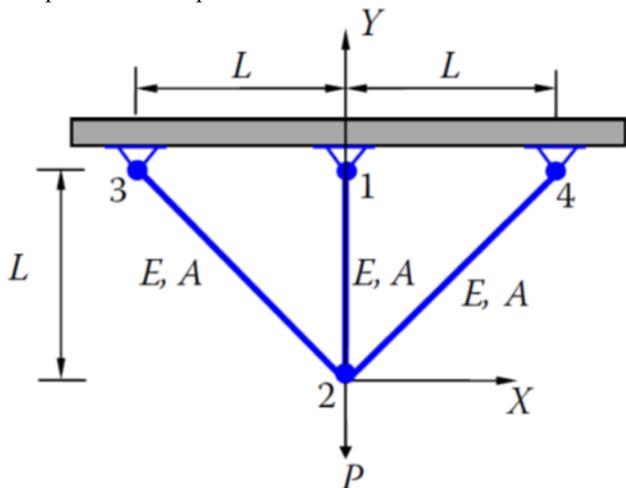
1 вариант

Найти:

Узловые перемещения

Реакции опор

Напряжения в стержневых элементах



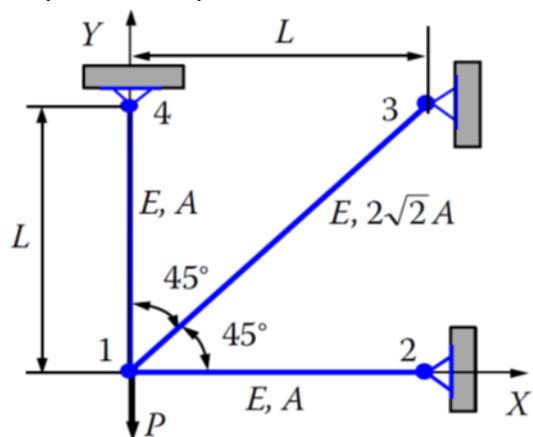
2 вариант

Найти:

Узловые перемещения

Реакции опор

Напряжения в стержневых элементах



### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендованная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Секулович М.	Метод конечных элементов	М.: Стройиздат, 1993	1
Л1.2	Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З.	Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения	Санкт-Петербург: Лань, 2022, <a href="https://e.lanbook.com/book/210437">https://e.lanbook.com/book/210437</a> .	1
Л1.3	Демидович Б. П., Марон И. А.	Основы вычислительной математики	Санкт-Петербург: Лань, 2022, <a href="https://e.lanbook.com/book/210674">https://e.lanbook.com/book/210674</a>	1
Л1.4	Банщикова, И. А., Леган, М. А., Матвеев, К. А.	Комплекс ANSYS. Анализ устойчивости конструкций: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017, <a href="http://www.iprbookshop.ru/91221.html">http://www.iprbookshop.ru/91221.html</a>	1

Л1.5	Юрьев, А. Г.	Оптимизация топологии и геометрии конструкций: монография	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018, <a href="http://www.iprbookshop.ru/92274.html">http://www.iprbookshop.ru/92274.html</a>	1
Л1.6	Барабаш М.С., Сорока Н.Н., Сурьянинов Н.Г.	Нелинейная строительная механика с ПК ЛИРА- САПР: учебное пособие	Москва: АСВ, 2019, <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303226.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303226.html</a>	1
Л1.7	Макаров Е. Г.	Метод конечных элементов в прочностных расчётах: учебное пособие	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017, <a href="https://e.lanbook.com/book/121830">https://e.lanbook.com/book/121830</a>	1
Л1.8	Копченова Н. В., Марон И. А.	Вычислительная математика в примерах и задачах	Санкт-Петербург: Лань, 2021, <a href="https://e.lanbook.com/book/171859">https://e.lanbook.com/book/171859</a>	1
Л1.9	Басов, К. А.	ANSYS: справочник пользователя	Саратов: Профобразование, 2019, <a href="https://www.iprbookshop.ru/87978.html">https://www.iprbookshop.ru/87978.html</a>	1
Л1.10	Трушин, С. И.	Строительная механика: метод конечных элементов : учебное пособие	Москва : ИНФРА-М, 2024, <a href="https://znanium.com/catalog/product/2111785">https://znanium.com/catalog/product/2111785</a>	1

#### 6.2. Электронно-библиотечные системы

Э1	Электронно-библиотечная система Znanium <a href="http://new.znanium.ru">http://new.znanium.ru</a>
Э2	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Э3	Электронно-библиотечная система IPR SMART (IPRbooks) <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Э4	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
Э5	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>

#### 6.3. Информационные, информационно-справочные системы

6.3.1.	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
6.3.2.	КонсультантПлюс – справочно-правовая система <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

#### 6.4. Профессиональные базы данных

*В локальной сети <http://lib.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan>*

6.4.1.	Электронная библиотека СурГУ <a href="https://elib.surgu.ru">https://elib.surgu.ru</a>
6.4.2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
6.4.3.	Евразийская патентная информационная система (ЕАПАТИС) <a href="http://www.eapatis.com">http://www.eapatis.com</a>
6.4.4.	Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (ВЧЗ РГБ) <a href="https://ldiss.rsl.ru">https://ldiss.rsl.ru</a>
6.4.5.	Национальная электронная библиотека (НЭБ) <a href="http://nab.ru">nab.ru</a>
6.4.6.	Архив научных журналов (NEICON) <a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
6.4.7.	Springer Nature <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>
6.4.8.	Полнотекстовая коллекция журналов РАН <a href="https://journals.rcsi.science">https://journals.rcsi.science</a>
6.4.9.	Wiley Journals Database <a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a>
6.4.10.	Math-Net.Ru <a href="http://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/math/">http://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/math/</a>

*В свободном доступе сети Интернет*

6.4.11.	ARXIV - крупнейший бесплатный архив электронных публикаций научных статей и их препринтов по физике, математике, астрономии, информатике и биологии, <a href="http://arxiv.org">http://arxiv.org</a>
6.4.12.	База данных ВИНТИ РАН <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a>
6.4.13.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам - информационная система <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
6.4.14.	КиберЛенинка - научная электронная библиотека <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
6.4.15.	Электронные коллекции на портале Президентской библиотеки им. Б. Н. Ельцина <a href="http://www.prlib.ru/collections">http://www.prlib.ru/collections</a>
6.4.16.	Российская национальная библиотека <a href="https://primo.nl.ru/primo-explore/collectionDiscovery?vid=07NLR_VU1&amp;lang=ru_RU">https://primo.nl.ru/primo-explore/collectionDiscovery?vid=07NLR_VU1&amp;lang=ru_RU</a>
6.4.17.	Elsevier - Open Archive <a href="https://www.elsevier.com/about/open-science/open-access/open-archive">https://www.elsevier.com/about/open-science/open-access/open-archive</a>
6.4.18.	SpringerOpen <a href="http://www.springeropen.com">http://www.springeropen.com</a>
6.4.19.	Directory of Open Access Journals <a href="https://doaj.org">https://doaj.org</a>

#### 6.5. Перечень программного обеспечения

6.5.1.	ОС Windows, Microsoft Office, Программный комплекс ANSYS
--------	--

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1.	Учебные аудитории университета для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду.
7.2.	Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационную образовательную среду СурГУ:
	350, 351 Зал социально-гуманитарной и художественной литературы
	442 Зал естественно-научной и технической литературы.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические рекомендации по проведению основных видов учебной деятельности

При изучении дисциплины используются следующие основные методы и средства обучения, направленные на повышение качества подготовки аспирантов путем развития у них творческих способностей и самостоятельности:

- контекстное обучение – мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретными знаниями и их применением;
- проблемное обучение – стимулирование аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы;
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности аспиранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения;
- индивидуальное обучение – выстраивание аспирантами собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной программы с учетом интересов аспирантов;
- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

*Лабораторные работы* являются одним из основных методов обучения по дисциплине, направленной на подготовку к кандидатскому экзамену, которые должны решать следующие задачи:

- изложить основной материал программы курса;
  - развить у аспирантов потребность к самостоятельной работе над учебником и научной литературой.
- Главной задачей каждой лабораторной работы является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лабораторной работы определяется рабочей программой дисциплины.

Методические рекомендации по проведению лабораторных работ

1. Ознакомиться с теоретическим материалом к лабораторной работе.

2. Вычертить расчетную схему заданной конструкции.

3. Выбрать/задать материал конструкции.

4. Разбить конструкцию на конечные элементы.

5. Установить опоры/граничные условия.

6. Установить нагрузку.

7. Произвести расчет.

8. Построить поля напряжений, деформаций, эпюры.

9. Сделать выводы по полученным результатам расчета.

10. Защитить лабораторную работу.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала. Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия. Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность аспиранту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими. Выборочное, наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках определенного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам. Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Целью изучающего чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы.

При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Больше специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;

- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;

- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;

- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;

- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;

- пользоваться реферативными и справочными материалами;

- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим обучающимся;

- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорам в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);

- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;

- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;

- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);

- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы аспирантов

Целью самостоятельной работы аспирантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Задачами самостоятельной работы являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- развитие исследовательских умений;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, для эффективной подготовки к зачетам и экзаменам.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется аспирантом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы аспиранта без участия преподавателя являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по темам занятий;

- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.

Методические рекомендации по проведению контрольной работы

Контрольная работа проводится с целью проверки знаний аспирантов. Цель выполнения контрольной работы состоит в закреплении изученного материала по дисциплине, а также в том, чтобы научить аспиранта самостоятельно излагать свои знания. Готовясь к контрольной работе, аспирант должен выполнить все текущие практические задания. Во время выполнения контрольной работы, аспирант получает задание, состоящее из нескольких отдельных вопросов, задач, рассчитанное на два часа учебного времени.

Проведение промежуточной аттестации

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Для успешной сдачи зачета аспиранту необходимо выполнить несколько требований:

- 1)регулярно посещать аудиторные занятия по дисциплине; пропуск занятий не допускается без уважительной причины;
- 2)в случае пропуска занятия аспирант должен быть готов ответить на зачете на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 3)аспирант должен точно в срок сдавать отчеты по лабораторным работам на проверку и к следующему занятию удостовериться, что они зачтены;
- 4)готовясь к очередному занятию по дисциплине, аспирант должен прочитать соответствующие разделы в учебниках, учебных пособиях, монографиях и пр., рекомендованных преподавателем в программе дисциплины, и быть готовым продемонстрировать свои знания на паре; каждое участие аспиранта в обсуждении материала на занятиях отмечается преподавателем и учитывается при ответе на зачете.