

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к405) Мосты, тоннели и подземные
сооружения



Кудрявцев С.А., док.
техн. наук, профессор

15.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Численное моделирование при проектировании и расчёте мостов**

для специальности 08.05.02 Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей

Составитель(и): Ст. преп., Швец Ярослав Алексеевич; к.т.н., Доцент, Кажарский Алексей Витальевич

Обсуждена на заседании кафедры: (к405) Мосты, тоннели и подземные сооружения

Протокол от 07.06.2021г. № 10

Обсуждена на заседании методической комиссии учебно-структурного подразделения: Протокол от 15.06.2021г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры (к405) Мосты, тоннели и подземные сооружения

Протокол от __ ____ 2023 г. № __
Зав. кафедрой Кудрявцев С.А., док. техн. наук, профессор

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры (к405) Мосты, тоннели и подземные сооружения

Протокол от __ ____ 2024 г. № __
Зав. кафедрой Кудрявцев С.А., док. техн. наук, профессор

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры (к405) Мосты, тоннели и подземные сооружения

Протокол от __ ____ 2025 г. № __
Зав. кафедрой Кудрявцев С.А., док. техн. наук, профессор

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (к405) Мосты, тоннели и подземные сооружения

Протокол от __ ____ 2026 г. № __
Зав. кафедрой Кудрявцев С.А., док. техн. наук, профессор

Рабочая программа дисциплины Численное моделирование при проектировании и расчёте мостов разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.05.2017 № 484

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачёты с оценкой 6
контактная работа	38	РГР 6 сем. (1)
самостоятельная работа	70	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	16 5/6			
Неделя	16 5/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Контроль самостоятельно й работы	6	6	6	6
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	38	38	38	38
Сам. работа	70	70	70	70
Итого	108	108	108	108

1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Обзор современных программных комплексов для расчета и проектирования строительных конструкций. Расчетные схемы и модели мостовых сооружений – идеи, принципы выбора, анализ, опасности и неудачи. Расчетные алгоритмы МКЭ статических расчетов. Программные комплексы для расчета стержневых систем. Определение усилий в линейной постановке задачи. Использование AutoCad для подготовки исходных данных для расчетов. Учет геометрических нелинейностей в программных комплексах. Расчет на общую устойчивость сооружений. Расчет мостовых опор с использованием современных программных комплексов. Определение динамических параметров мостовых сооружений. Особенности расчета висячих и вантовых систем с использованием программных комплексов. Использование программ-калькуляторов (электронных таблиц) для расчетов мостовых сооружений. Программа АРГО-М для оценки грузоподъемности пролетных строений. Особенности использования программных комплексов для расчета тоннелей.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.О.36
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Строительная механика
2.1.2	Инженерная геодезия и геоинформатика
2.1.3	Инженерная и компьютерная графика
2.1.4	Информатика
2.1.5	Высшая математика
2.1.6	Дополнительные главы математики
2.1.7	Логика
2.1.8	Начертательная геометрия
2.1.9	Общий курс путей сообщения
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Системы автоматизированного проектирования мостов и тоннелей
2.2.2	Мосты, тоннели и инженерные сооружения в транспортном строительстве, технология строительства (реконструкции) автодорожных мостов
2.2.3	Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог
2.2.4	Городские дороги и транспортные развязки
2.2.5	Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных тоннелей
2.2.6	Научно-исследовательская работа

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-11: Способен осуществлять постановку и решение научно-технических задач исследований в сфере строительства транспортных сооружений, способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования, математическое моделирование объектов и процессов транспортного строительства с использованием современной измерительной и вычислительной техники, анализировать результаты научных исследований

Знать:

Экономику, организацию производства, труда и управления на предприятии; основы экономического анализа; нормативно-технические и руководящие документы по организации строительства и эксплуатации автомобильных дорог и транспортных сооружений; виды современной измерительной и вычислительной техники.

Уметь:

Выполнять теоретические и экспериментальные исследования, математическое моделирование объектов и процессов транспортного строительства с использованием современной измерительной и вычислительной техники; осуществлять поиск и анализировать результаты научных исследований в области профессиональной деятельности; выступать с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований; выполнять сбор научной информации, подготовку обзоров, аннотаций, составление рефератов и отчетов, библиографий.

Владеть:

Методами анализа данных, связанных с выполнением показателей производственно-хозяйственной деятельности; навыками проведения обзора, описания научных исследований, анализа и корректировки технической документации; навыками постановки и решения научно-технических задач, связанных с развитием транспортной инфраструктуры; навыками участия в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня.

ПК-2: Способен разрабатывать проектную продукцию по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

Знать:

Нормативные правовые акты, технические и руководящие документы, относящиеся к сфере градостроительной деятельности; источники информации сферы градостроительной деятельности, включая патентные источники; методы, практические приемы выполнения экспериментальных исследований, современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности; установленные требования к производству строительных и монтажных работ, обеспечению строительства оборудованием, изделиями и материалами и/или изготовления строительных изделий.

Уметь:

Находить и анализировать информацию, необходимую для разработки и оформления проектных решений по объектам инженерно-технического проектирования; определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности или их элементов; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности; получать и предоставлять необходимые сведения для производства работ, оформлять документацию по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности.

Владеть:

Методами разработки проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности; навыками определения руководящих документов по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	Обзор современных программных комплексов для расчета и проектирования строительных конструкций. Расчетные схемы и модели мостовых сооружений – идеи, принципы выбора, анализ, опасности и неудачи. Необходимость автоматизации проектирования объектов мостостроения. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.2	История развития проектно-строительной отрасли (путь от чертежной доски к ВМ). Расчетные алгоритмы МКЭ статических расчетов. Программные комплексы для расчета стержневых систем. Определение усилий в линейной постановке задачи. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.3	Программные комплексы МКЭ и их применение в САПР. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0	
1.4	Использование Cad-систем для подготовки исходных данных для расчетов. Учет геометрических нелинейностей в программных комплексах. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0	
1.5	Расчет на общую устойчивость сооружений. Расчет мостовых опор с использованием современных программных комплексов. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	0	
1.6	Определение динамических параметров мостовых сооружений. Особенности расчета висячих и вантовых систем с использованием программных комплексов. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	0	
1.7	Использование программ-калькуляторов (электронных таблиц) для расчетов мостовых сооружений. Программа АРГО-М для оценки грузоподъемности пролетных строений. Особенности использования программных комплексов для расчета тоннелей. /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	0	

1.8	Численное моделирование стержневых и пространственных систем /Лек/	6	2	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	0	
Раздел 2.							
2.1	Расчет плоской фермы /Пр/	6	4	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
2.2	Расчет пространственной фермы /Пр/	6	4	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
2.3	Моделирование пролетного строения автодорожного моста /Пр/	6	4	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
2.4	Моделирование опор и фундаментов /Пр/	6	4	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
Раздел 3.							
3.1	Общие сведения о МКЭ и программных комплексах /Ср/	6	22	ОПК-11 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
3.2	Проработка теоретического материала, подготовка к лекциям /Ср/	6	8	ОПК-11 ПК-2	Л1.1Л2.1	0	
3.3	Проработка практического материала, подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	8	ОПК-11 ПК-2	Л1.1Л2.1	0	
3.4	Выполнение РГР/Ср/	6	24	ОПК-11 ПК-2	Л1.1Л2.1 Э1	0	
3.5	Подготовка к зачету с оценкой /Ср/	6	8	ОПК-11 ПК-2	Л1.1Л2.1 Э1	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Мурый М.А.	Компьютерный дизайн в строительстве. AutoCAD: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008,
Л1.2	Мионов Л.П.	Краткий курс сопротивления материалов: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011,
Л1.3	Дадаян А. А.	Математика: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, http://znanium.com/go.php?id=774755

6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кособлик Ф.И., Рудых О.Л., Рудых О.Л.	Геометрические характеристики плоских сечений: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011,
Л2.2	Шипачев В. С.	Задачник по высшей математике: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, http://znanium.com/go.php?id=814425

6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Тряпицын Ю.В.	Программный комплекс " Лира ": метод. указания по решению задач строительной механики	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)		
Э1	Основные методы расчета пространственных стержневых конструкций	https://in-regional.ru/realizatsiya-stroitelstva/proektnaya-dokumentatsiya/osnovnye-metody-rascheta-prostranstvennykh-sterzhnevyykh-konstruktsij.html
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)		
6.3.1 Перечень программного обеспечения		
ABBY FineReader 11 Corporate Edition - Программа для распознавания текста, договор СЛ-46		
AutoDESK (AutoCAD, Revit, Inventor Professional, 3ds Max и др.) - САПР, бесплатно для ОУ		
Office Pro Plus 2007 - Пакет офисных программ, лиц.45525415		
Free Conference Call (свободная лицензия)		
Zoom (свободная лицензия)		
6.3.2 Перечень информационных справочных систем		
Профессиональные справочные системы Кодекс и Техэксперт - https://kodeks.ru/ и https://техэксперт.сайт/		
Профессиональная база данных, информационно-справочная система Гарант - https://www.garant.ru/		
Профессиональная база данных, информационно-справочная система КонсультантПлюс - http://www.consultant.ru/		

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)		
Аудитория	Назначение	Оснащение
2204	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели: столы, стулья, доска, плакаты, телевизор, компьютеры
2204а	(в составе 2204)	в составе а.2204
249	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
<p>Проведение учебного процесса может быть организовано с использованием ЭИОС университета и в цифровой среде (группы в социальных сетях, электронная почта, видеосвязь и др. платформы). Учебные занятия с применением ДОТ проходят в соответствии с утвержденным расписанием. Текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся проводится с применением ДОТ.</p> <p>Общие указания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Не пропускать аудиторские занятия и консультации. 2) Если пропущена лекция, то самостоятельно изучить пропущенные темы дисциплины по учебной и учебно-методической литературе. 3) Если пропущено практическое занятие или консультация, то восстановить пропущенный материал или выполнить самостоятельно пропущенные разделы РГР. 4) Соблюдать сроки выполнения самостоятельной работы. 5) Соблюдать сроки промежуточной аттестации. <p>В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>Выполнение практических работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Перед выполнением практической работы следует ознакомиться с теоретическим материалом по теме работы, изучить технологию выполнения работы и технику безопасности на рабочем месте 2) Порядок действий при выполнении практической работы должен соответствовать методическим указаниям по теме работы 3) При выполнении измерений и построении чертежей необходимо контролировать соответствие их результатов требуемой

точности

- 4) Результаты выполнения практической работы оформляются в рабочей тетради, на отдельных листах или в электронном виде, для каждой работы указывается ее номер, название, цель выполнения, ход выполнения, результат и вывод.
- 5) Защита практической работы производится в конце пары или на консультации
- 6) При подготовке к защите должны использоваться источники из рекомендуемого списка литературы, а также конспекты лекций по дисциплине

Самостоятельная работа студентов.

Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов ДВГУПС: библиотеку с читальным залом, укомплектованную в соответствии с существующими нормами; учебно-методическую базу учебных кабинетов, лабораторий и зала кодификации; компьютерные классы с возможностью работы в Интернет; аудитории для консультационной деятельности; учебную и учебно-методическую литературу, разработанную с учетом увеличения доли самостоятельной работы студентов.

При подготовке к зачету с оценкой

- 1) Необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.
- 2) Основное в подготовке к сдаче зачета с оценкой - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдать зачет с оценкой.
- 3) При подготовке студент весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы.
- 4) В период подготовки студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу.

Проведение зачета с оценкой:

- 1) Содержание вопросов для сдачи зачета с оценкой выдаётся студентам за три недели до окончания семестра.
- 2) По согласованию с группой проводится консультация.
- 3) При явке на зачет с оценкой студент обязан иметь при себе зачётную книжку.
- 4) Допуск студента к зачету с оценкой осуществляется после сдачи всех работ.
- 5) Зачет принимается лектором (к приёму зачета с оценкой в студенческой группе могут быть привлечены преподаватели, которые также вели в этой группе занятия по данному учебному предмету).
- 6) Подготовка к устному ответу на вопрос осуществляется в письменной форме;
- 7) Во время подготовки студенты могут пользоваться содержанием дисциплины из данной РПД.
- 8) Для письменной подготовки ответов на вопросы студентам выдаются листы бумаги, на которых указываются Фамилия И.О., номер группы, дата зачета, название учебного предмета, номер вопроса и содержание вопроса (по окончании зачета листы с ответами остаются у преподавателя).
- 9) Суммарное время на подготовку и ответы для одного студента ограничивается численностью группы и нормативом времени, указанным в Стандарте ДВГУПС.
- 10) Во время зачета студентам не разрешается общаться с кем-либо, кроме преподавателя, а также использовать какие-либо нормативные и/или справочные источники и технические средства без разрешения преподавателя.
- 11) При нарушении установленных правил поведения и выполнения вопросов на зачет с оценкой студент удаляется с зачета с оценкой.
- 12) Итоговый результат объявляется каждому студенту после ответов на все основные и дополнительные уточняющие вопросы.

Примерные темы РГР:

- 1) Моделирование пролетного строения автодорожного моста
- 2) Моделирование опор и фундаментов

Последовательность выполнения этапов работы представлены в Стандарте ДВГУПС СТ 02-11-17 " Учебные студенческие работы. Общие положения".

Выполнение РГР:

- 1) Студент выполняет РГР по индивидуальному заданию, выданному преподавателем
- 2) РГР выполняется в соответствии с материалом, инструкциями и рекомендациями, выдаваемым на лекциях и лабораторных занятиях
- 3) При построении чертежей необходимо контролировать соответствие их результатов требуемой точности
- 4) Результаты выполнения РГР оформляются на отдельных листах или в электронном виде, для каждой работы указывается ее номер, название, цель выполнения, ход выполнения, результат и вывод.
- 3) Результаты РГР приводятся в виде отчета о проделанной работе в соответствии с нормативными требованиями и нормоконтролем
- 6) При подготовке к защите должны использоваться источники из рекомендуемого списка литературы, а также конспекты лекций по дисциплине
- 4) После проверки преподавателем РГР студент защищает РГР, отвечая на вопросы преподавателя
- 5) Защита РГР производится в конце пары, отведенной под защиту РГР, или на консультации

Примерные вопросы к РГР:

1. Виды стержневых конечных элементов;
2. Область применения стержневых конечных элементов;
3. Условия применения балочных конечных элементов;

4. Правило знаков усилий в балочных конечных элементах;
5. Назначение угла (точки) ориентации в стержневых конечных элементах;
6. Определение напряжений в стержневых конечных элементах;
7. Дайте определение понятию «эффективная площадь сдвига»;
8. Правила составления сетки КЭ для стержневых конечных элементов;
9. Причины возникновения сингулярности;
10. Применение снятия связей по концам балки;
11. Область применения жесткого балочного элемента;
12. Особенности применения жестких связей;
13. Передача перемещений жесткими связями;
14. Дайте определение методу конечных элементов;
15. Опишите основную идею метода конечных элементов;
16. Опишите геометрические условия неразрывности;
17. Опишите физические условия деформирования;
18. Опишите условия равновесия тела;
19. Приведите основное решаемое уравнение метода конечных элементов и его элементы;