



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Ефремов Е.Л.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента математики



(подпись)

Заболотский В.С.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Решение прикладных задач в пакете FreeFM

Направление подготовки 01.04.01 Математика

Математика и моделирование сложных систем

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 32 час.

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 6 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 50 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 58 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 октября 2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математики
протокол № 6 от « 28 » декабря 2021 г.

Директор департамента Заболотский В.С.

Составитель

к.ф.-м.н. Амосова Е.В.

Владивосток

2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Решение прикладных задач в пакете FreeFM» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 01.04.01 Математика, магистерской программы «Математика и моделирование сложных систем».

Дисциплина «Решение прикладных задач в пакете FreeFem++» входит в блок дисциплин по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается зачётом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (32 час.), самостоятельная работа (58 час.).

Язык реализации – русский.

Цель: изучить численные методы инженерных расчётов и необходимый математический аппарат, применяемые при решении сложных задач, а также освоить способы построения и компьютерной реализации математических моделей механических систем.

Задачи:

- Изучить основные понятия, концепции и алгоритмы прикладной математики.
- Овладеть важнейшими методами решения прикладных задач в области вычислительной механики.
- Сформировать устойчивые навыки по применению методов вычислительной механики при научном анализе ситуаций, с которыми исследователю приходится сталкиваться в ходе создания новых моделей.

Для успешного изучения дисциплины «Решение прикладных задач в пакете FreeFem++» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность распознавать проблемы, возникающие в окружающей действительности, которые могут быть решены средствами математики и формулировать эти проблемы на языке математики;

– умение ставить познавательные задачи и выдвигать гипотезы; выбирать условия проведения наблюдения или опыта; выбирать необходимые приборы и оборудование, владеть измерительными навыками, работать с инструкциями; использовать элементы вероятностных и статистических методов познания; описывать результаты, формулировать выводы;

– умение решать проблемы, возникающие в окружающей действительности, используя математические знания и методы и анализировать использованные методы решения и интерпретировать полученные результаты с учетом поставленной проблемы;

– способность формулировать и записывать окончательные результаты решения поставленной проблемы.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1 Способен к интенсивной научно-исследовательской работе	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов
		ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях
	ПК-2 Способен к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении теоретических и прикладных задач
		ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом
		ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает основную проблематику математического и компьютерного моделирования задач прикладной механики
	Умеет научно обосновывать принимаемые аналитические и численные методы решения задач прикладной механики
	Владеет навыками математического и компьютерного моделирования задач прикладной механики с привлечением соответствующего программного обеспечения
ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач	Знает основы программирования для разработки пакетов прикладных программ
	Умеет применять современные языки программирования для разработки пакетов прикладных программ
	Владеет навыками разработки пакетов прикладных программ
ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации
	Умеет представлять и обсуждать новые достижения и научные результаты в рамках научно-тематических конференций
	Владеет навыками подготовки докладов и выступлений на научно-тематических конференциях

ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Знает основы применения физико-математического аппарата для создания математической модели изучаемого процесса, систем компьютерного моделирования и экспериментального исследования
	Умеет применять физико-математический аппарат для создания математической модели изучаемого процесса, системы компьютерного моделирования и экспериментального исследования для решения задач прикладной механики
	Владеет навыками применения физико-математического аппарата для адекватного математического моделирования изучаемого процесса, современных систем конечно-элементного анализа и экспериментального исследования для эффективного решения задач прикладной механики
ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом	Знает классические математические модели механики, их свойства, а также экспериментальные и теоретические методы построения математических моделей, основные понятия, идеи и методики проведения математического моделирования, основные программные комплексы конечно-элементного анализа.
	Умеет формализовать поставленную задачу, применить классические математические модели к поставленной задаче, обосновать корректность математической модели, применять основные методы математического и численного моделирования для решения теоретических и прикладных, самостоятельно осуществлять построение и анализ математических моделей, решать статические и динамические задачи.
	Владеет навыками формализации поставленной задачи, экспериментальными и теоретическими методами построения математических моделей, основными методами математического и численного моделирования.
ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах	Знает способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации
	Умеет представлять и обсуждать новые достижения и научные результаты в рамках научно-тематических семинарах
	Владеет навыками подготовки публикаций, сообщений и выступлений на научно-тематических семинарах

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов). Форма обучения – очная.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
----------	---

Структура дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Введение в язык FreeFem++	3	8	10		30		УО-1, ПР-12
2	Раздел 2. Решение нестационарных задач	3	4	10		24		УО-1, ПР-12
3	Раздел 3. Решение нелинейных задач	3	4	8		18		УО-3, ПР-3
4	Раздел 4. Применение адаптивной сетки на языке FreeFem++	3	4	4		36		УО-1, ПР-12
Итого:			18	32		58		

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 часов)

Раздел 1. Введение в язык FreeFem++ (8 часов)

Тема 1. Основные понятия языка программирования FreeFem++ (2 часа)

Способы задания границ. Математические операции. Функции одной переменной. Основные синтаксические конструкции языка. Функции двух переменных. Конечно–элементное пространство. Базис пространства.

Тема 2. Структуры данных (2 часа)

Файлы. Массивы. Разреженные матрицы. Двумерные массивы с целочисленными индексами. Построение трехмерных областей.

Тема 3. Уравнение диффузии (2 часа)

Постановка задачи. Выбор базисных функций. Слабая формулировка задачи. Реализация алгоритма на языке FreeFem++. Контроль погрешности по сетке.

Тема 4. Визуализация расчетных данных (2 часа)

Основы программы gnuplot. Простые графики. Команды gnuplot. Работа с данными. Визуализация векторных полей. Оформление графика.

Раздел 2. Решение нестационарных задач (4 часа)

Тема 1. Нестационарное уравнение диффузии (2 часа)

Аппроксимация производной по времени.

Постановка задачи. Слабая формулировка задачи. Контроль погрешности по сетке.

Тема 2. Уравнение конвекции (2 часа)

Нелинейные уравнения Римана и Бюргерса. Квазилинейное уравнение Хопфа. Моделирование конвективной производной методом характеристик.

Раздел 3. Решение нелинейных задач (4 часа)

Тема 1. Метод простой итерации. Линеаризация по Ньютону. (2 часа)

Постановка задачи. Слабая формулировка задачи. Простая итерация. Модифицированный метод Ньютона. Условия сходимости.

Тема 2. Полуявный метод Эйлера (2 часа)

Понятие производной оператора. Метод Ньютона для уравнений в функциональных пространствах.

Раздел 4. Применение адаптивной сетки на языке FreeFem++ (4 часа)

Тема 1. Способы задания адаптивных сеток (2 часа)

Построение локальных структурных сеток. Алгебраические методы. Дифференциальные методы. Вариационные методы. Автоматизированные программы.

Знакомство с функциями адаптивной сетки на языке FreeFem++.

Тема 2. Численное решение сингулярно-возмущенных задач (2 часа)

Обыкновенные уравнения второго порядка. Численное решение краевой задачи. Адаптация сетки по градиенту неизвестной функции.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (32 часа)

Занятие 1. Введение в язык FreeFem++. Способы задания границ (2 часа).

Занятие 2. Основные синтаксические конструкции языка (2 часа).

Занятие 3. Уравнение диффузии. Краевые условия. Вариационная формулировка задачи (2 часа).

Занятие 4. Реализация алгоритма на языке FreeFem++ (2 часа).

Занятие 5. Визуализация численного решения в программе gnuplot (2 часа).

Занятие 6. Способы аппроксимации производной по времени. (2 часа).

Занятие 7.-8. Дискретизация краевой задачи. Выбор неявной схемы. Слабая формулировка задачи. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Контроль погрешности (4 часа).

Занятия 9. Моделирование конвективной производной методом характеристик. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Контроль

погрешности (2 часа).

Занятия 10. Система уравнений Навье-Стокса (2 часа).

Занятие 11. Нелинейные дифференциальные системы. Метод простой итерации. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Контроль погрешности (2 часа).

Занятие 12. Нелинейные дифференциальные системы. Модифицированный метод Ньютона. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Сравнение численного эксперимента с методом простой итерации (2 часа).

Занятия 13-14. Линеаризация нелинейного дифференциального уравнения. Полуявный метод Эйлера. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Контроль погрешности (4 часа).

Занятия 15.-16. Численное решение сингулярно возмущенных задач с применением адаптированной сетки. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++. Контроль погрешности (4 часа).

Задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа № 1. Численное решение линейной задачи.

Требования:

1. Уметь составлять вариационную формулировку задачи.
2. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++.

Самостоятельная работа № 2. Численное решение нестационарных нелинейных задач.

Требования:

1. Уметь составлять вариационную формулировку дискретной по времени задачи. Знать способы линеаризации нелинейных слагаемых уравнения.
2. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++.

Самостоятельная работа № 3. Моделирование уравнений Навье-Стокса.

Требования. Задание индивидуальное. Отчет по теме осуществляется в форме эссе (ПР-3). Каждый студент получает свой вариант темы для составления эссе.

Самостоятельная работа № 4. Численное решение сингулярно возмущенных задач.

Требования:

1. Уметь строить сетки, адаптирующихся к градиенту функции.
2. Реализация алгоритма в пакете FreeFem++.

Тематика эссе

1. Моделирование обтекания тел симметричной формы жидкостью.
2. Моделирование течений жидкости в канале с несимметричными стенками.
3. Ламинарное движение жидкости.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
2	4-6 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	7-9 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	10-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) эссе
5	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 5	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
6	16-18 неделя семестра	Подготовка к зачёту	18 часов	зачёт
Итого:			58 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях,

энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки

Самостоятельная работа №1. От обучающегося требуется:

1. Уметь задавать аналитически границы области.
2. Уметь выписывать вариационную формулировку линейных дифференциальных уравнений для всех типов граничных условий.
3. Уметь передавать данные численного расчета для визуализации в других программах.

Самостоятельная работа №2. От обучающегося требуется:

1. Уметь проводить дискретизацию по времени задачи.
2. Уметь выписывать вариационную формулировку дифференциальных уравнений для всех типов граничных условий.

3. Визуализация численных расчётов.

Самостоятельная работа № 3. От обучающегося требуется:

1. Уметь применять оператор конвекции для моделирования конвективного переноса.

2. Уметь выписывать вариационную формулировку дифференциальных уравнений, описывающих конвективный перенос для всех типов граничных условий.

3. Визуализация численных расчётов.

Самостоятельная работа № 4. От обучающегося требуется:

1. Уметь применять методы линеаризации для нелинейных дифференциальных уравнений при реализации численного алгоритма.

2. Уметь выписывать вариационную формулировку линеаризованных уравнений для всех типов граничных условий.

3. Визуализация численных расчётов.

Самостоятельная работа № 5. От обучающегося требуется:

1. Уметь применять методы адаптации генерации сетки по градиенту функции.

2. Уметь выписывать вариационную формулировку задачи для всех типов граничных условий.

3. Визуализация численных расчётов.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по названию периода, его времени и длительности.

Самостоятельная работа № 3. Отчет по теме осуществляется в форме эссе. Эссе, как оценочное средство, позволяет оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленного вопроса, самостоятельно проводить анализ, формулировать выводы. Эссе

предоставляется в письменном виде. Методические рекомендации по написанию эссе представлены ниже.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Эссе характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Эссе не выполнено.

Методические рекомендации по написанию эссе

Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Структура эссе:

- 1) Тема
- 2) Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования. При работе над введением могут помочь

ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

3) Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы. В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий: причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства - совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4) Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на

применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Эссе должно подчиняться общепринятым нормам, а именно, сохранности структуры:

1. Вступление (20% к общему объему работы)
2. Основная часть (тезис ↔ аргумент, 60%)
3. Заключение (20%)

На первоначальном этапе, эссе можно выполнять по инструкции, которая поможет структурировать работу. Условно разделим написание эссе на три этапа.

I этап «Введение-объяснение. Идет обоснование выбора темы, ее актуальность. Напомним, что на этом этапе, тип речи - рассуждение. (Например, я хочу познать новое; я хочу обогатить знания; я знаю, что это интересный географический объект, но я о нем мало знаю); личный опыт (я был на этой реке, читал о ней, видел по телевизору передачу...).

II этап «Основная часть эссе» - аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала, в основной части раскрывается главная мысль, которую желательно подкрепить точными фактами, яркими описаниями. Например, описание глобальной проблемы человечества по плану:

- Причины появления проблемы
- Соотношение проблемы к мировой
- Факты, подчеркивающие о состоянии проблемы на современном этапе
- Решение глобальной проблемы на уровне государств

III этап «Заключение». В заключении необходимо выделить главную мысль эссе. Надо найти самую эффективную фразу, мысль, цитату – такую, которой можно было бы закончить работу.

Примечание: Не нужно ставить цифры и отвечать на пункты плана, изложение должно быть логическим, но каждый пункт плана может быть выделен новым абзацем. Каждый абзац – предыдущий и последующий – должны быть связаны между собой. Так достигается целостность работы. Не надо забывать о том, что эссе присуще эмоциональность и художественность изложения. Напомним, что эссе – это самостоятельная письменная работа, ваши рассуждения о проблеме, ваше видение проблемы.

Важно помнить, что главное в эссе – это наличие и умение оперировать географическими фактами, которые будут являться аргументами, опровергающими или подтверждающими выдвинутый тезис.

Примерные клише, которые можно использовать при написании эссе:

Вступление

Я согласен с данным мнением...

Нельзя не согласиться с мнением...

Задумываясь над этой фразой, приходишь к выводу, что...

Для меня эта фраза – ключ к пониманию...

Я не могу присоединиться к этому утверждению, так как...

Основная часть

Существует несколько подходов к данной работе...

Во-первых..., во-вторых..., в-третьих...

Следует отметить, что...

С одной стороны...

С другой стороны...

Заключение

Исходя из вышесказанного...

Подводим итог размышлению...

Итак, ...

Таким образом, ...

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение в язык FreeFem++	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает: новые научные результаты по выбранной тематике научных исследований	УО-1 собеседование / устный опрос;	вопросы к зачёту
			Умеет: правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости	УО-1 собеседование / устный опрос;	
			Владеет: навыками применения выбранных методов к решению научных задач	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению	Знает: классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачёту
Умеет: осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения	УО-1 собеседование / устный опрос;				

		исследовательских и практических задач	поставленных задач		
			Владеет: навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает: способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачёту
			Умеет: представлять и обсуждать новые достижения и научные результаты в рамках научно-тематических конференций	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет: навыками подготовки докладов и выступлений на научно-тематических конференциях	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
2	Раздел 2. Решение нестационарных задач	Знает	УО-1 собеседование / устный опрос;	вопросы к зачёту
			Умеет	УО-1 собеседование / устный опрос;	
			Владеет	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
	Раздел 3. Решение нелинейных задач		Знает	УО-1 собеседование / устный опрос;	вопросы к зачёту
			Умеет	УО-1 собеседование / устный опрос;	
			Владеет	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
	Раздел 4. Применение адаптивной сетки на языке FreeFem++		Знает	УО-1 собеседование / устный опрос;	вопросы к зачёту
			Умеет	УО-1 собеседование / устный опрос;	
			Владеет	ПР-12 контрольно-расчетная работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(прим: НЕ СТАРШЕ 10 лет, не мене трёх из электронной библиотеки ДВФУ)

1. А. Ю. Быканова, А. В. Старков Основы SolidWorks. Построение моделей деталей : учебно-методическое пособие / А. Ю. Быканова, А. В. Старков ; Дальневосточный государственный технический университет Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2009.119 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:383066&theme=FEFU>

2. Котович А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 112 с. — 978-5-7038-3567-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31229.html>

3. Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел/ПрисекинВ.Л., РасторгуевГ.И. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 238 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=548237>

4. Маковкин Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Маковкин, С.Ю. Лихачева. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 71 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16043.html>

5. Мурашов, М. В. Решение задач механики сплошной среды в

программном комплексе ANSYS [Электронный ресурс] : методические указания / М. В. Мурашов, С. Д. Панин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 40 с. — 2227-8397. <http://www.iprbookshop.ru/31538.html>

Дополнительная литература

1. Самогин Ю. Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов / Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. - М.:Физматлит, 2012. - 200 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=544799>
2. Димитриенко Ю.И. Метод конечных элементов для решения локальных задач механики композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Димитриенко Ю.И., Соколов А.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31057.html>
3. Холопов И.С. Расчет плоских конструкций методом конечного элемента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Холопов И.С., Лосева И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43399.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт ANSYS <http://www.ansys.com/>
2. Материалы свободно распространяемой энциклопедии <https://ru.wikipedia.org/wiki/ANSYS>
3. Помощник в обучении ансис – вебинары, статьи, поддержка, обучение <http://cae-expert.ru/>
4. Уроки по Solidworks - <http://teachmaterials.ru/lessons/>
5. САПР-журнал Статьи, уроки и материалы для специалистов в области САПР. <http://sapr-journal.ru/uroki-solidworks/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Необходимое программное обеспечение: система инженерных вычислений ANSYS (<http://www.ansys.com/Student>) и система проектирования (<http://www.solidworks.ru/>), конечно-элементный пакет Freefem++.

Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel, Photoshop)

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Лабораторные занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к зачёту. К сдаче зачёта допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего
---	--	--

	самостоятельной работы	документа
D820 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (36 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718.	
D732 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (45 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA.	

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-

навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Решение прикладных задач в пакете FreeFem++» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Эссе (ПР-3)

2. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Эссе (ПР-3) – средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Решение прикладных задач в пакете FreeFM» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачёт (3-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит общий характер. Он направлен на раскрытие студентом знаний по «сквозным» вопросам и проблемам геоморфологии и геологии. Второй вопрос касается процессов формирования рельефа и их результатов.

Методические указания по сдаче зачёта

Зачёт принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять зачёт в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачёта (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачёта студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачёт, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачёте, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачёте посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента) не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на зачёт с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено», которая вносится в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачёт в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к зачёту

Вопросы к экзамену

1. Основные современные численные методы расчета конструкций.
2. Суть (основная идея) метода конечных элементов.
3. Дискретизация расчетной области конструкции при расчете МКЭ.
4. Суть дискретной модели рассчитываемой конструкции по МКЭ.
5. 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. Смысл коэффициентов матрицы влияния изгибающих моментов.
9. Формулы вычисления элементов матрицы жесткости конечного элемента.
10. Формулы вычисления элементов матрицы геометрической жесткости конечного элемента.
11. Формулы вычисления элементов матрицы масс конечного элемента.
12. Метод разложения по собственным формам.
13. Участие собственных формы матрицы в расчетах.
14. Функции матриц.
15. Преобразование матрицы жесткости конечного элемента при повороте координатных осей.
16. Матрица жесткости системы конечных элементов. Ее структура. Связь между перемещениями узлов конечно-элементной схемы и усилиями, действующими на них.
17. Векторы перемещений и усилий, действующих на элемент. Векторы перемещений и усилий, действующих и на систему элементов, их структура и связь между собой.
18. Соединение конечных элементов. Условие равновесия узлов в конечно-элементной схеме. Формирование системы разрешающих уравнений метода конечных элементов.
19. Формирование глобальной матрицы жесткости конечно-элементной

схемы из матриц жесткости конечных элементов.

20. 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.

21. Учет связей и заданных узловых перемещений в системе разрешающих уравнений метода конечных элементов.

22. Расчёт плиты методом конечных элементов и ее разделение на элементы.

23. Зависимость между величинами в матрице жесткости отдельного элемента в методе конечных элементов.

24. Общая процедура расчета стержневых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.

25. Реализация алгоритма МКЭ в современных программных комплексах.

26. Препроцессор, процессор, постпроцессор, библиотеки конечных элементов.

27. Решение задачи определения перемещений для произвольного силового воздействия в матричной форме.

28. Решение задачи определения внутренних сил для произвольного силового воздействия в матричной форме.

29. Решение задачи определения перемещений для гармонического воздействия в матричной форме.

30. На основе 1-3 научных статей, выбранных из библиографических и/или реферативных баз данных типа eLibrary, Scopus, ответить на вопрос «Применение конечно-элементного анализа к решению задач прикладной механики». Для этого составить таблицу, в которой указать название статьи и ее авторов, формулировку решенной в статье задачи, ее краткое описание и программный пакет, используемый для решения (если указан).

Критерии выставления оценки студенту на зачёте

К зачёту допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.

«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.
---------------------	--

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, эссе, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса

1. Численное моделирование. Основной принцип численного моделирования. Особенности решения задач математической физики.
2. Метод конечных элементов и этапы применения МКЭ. Получение основной системы разрешающих уравнений МКЭ. Построение интерполирующего полинома в МКЭ. Построение матрицы жесткости конечного элемента и системы конечных элементов. Сходимость и точность МКЭ.
3. Метод суперэлементов (МСЭ). Алгоритм, назначение, преимущества, недостатки.
4. Подготовка исходных данных в МКЭ и МСЭ. Структура и содержание исходных данных для расчета методами конечных элементов и

суперэлементов.

5. Принципы построения программных систем на базе МКЭ и МСЭ

6. Сеточные генераторы. Назначение, эффективность, условия оптимальности сеток. Оценка качества сетки. Основные алгоритмы и методы формирования сетки конечных элементов.

7. Проблема хранения данных. Представление целочисленных, булевых и вещественных матриц в памяти компьютеров (обзор).

8. Проблема упорядочения матриц, методы упорядочения матриц, использование графов для приведения матриц.

9. Обзор современных программ конечно-элементного анализа: Freefem, Ansys. Особенности работы в FreeFem и AnSys с демонстрацией на компьютере.

10. Пакет Freefem.

11. Назначение и состав пакета. Общая характеристика метода конечных элементов. Режимы работы системы: графический и командный.

12. Основные этапы расчета в среде Freefem на примере простейших механических систем.

13. Типы конечных элементов используемых в пакете Freefem. Ключевые опции и константы конечных элементов. Задание свойств материала.

14. Функции основных модулей пакета Freefem/

15. Геометрическое моделирование. Способы создания геометрических моделей Команды создания ключевых точек, линий, поверхностей и объемных тел. Использование примитивов. Операции над геометрическими моделями.

16. Разбивка геометрической модели на конечные элементы. Управление параметрами конечно-элементной сетки.

17. Приложение нагрузок к геометрической модели. Поверхностные нагрузки.

18. Постпроцессорная обработка результатов. Основные и производные результаты расчетов. Табличное и графическое представление результатов расчета.

19. Язык программирования в Freefem. Назначение, основные характеристики.

20. Работа с массивами, циклы, условия. Получение и запись параметров из модели.

21. Реализация метода суперэлементов. Назначение, преимущества, недостатки.

Критерии оценивания

Оценка	Требования
--------	------------

«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика эссе

Раздел 3.

1. Моделирование обтекания тел симметричной формы жидкостью.
2. Моделирование течений жидкости в канале с несимметричными стенками.
3. Ламинарное движение жидкости.

Критерии оценки эссе

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Эссе характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Эссе не выполнено.

Тематика контрольно-расчетных работ

1. Численное решение линейной задачи.
2. Численное решение нестационарных задач.
3. Численное решение нелинейных задач.
4. Численное решение сингулярно возмущенных задач.

Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с

«зачтено»	соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, самостоятельно строит профиль под контролем преподавателя, при необходимости задает наводящие вопросы. Допускается неточность тех линий, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет самостоятельно выстроить профиль; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.