Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор —
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
_____ Б.В. Падалкин
«___» _____ 201_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программные технологии разработки систем инженерного анализа

(наименование дисциплины)

Соколов Александр Павлович, к.ф.-м.н., доцент
(автор программы)

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

(шифр, название направления)

Магистерская программа

02.04.01_01 Математическое и компьютерное моделирование в механике композитов

02.04.01_02 Математическое и компьютерное моделирование в аэрокосмической технике

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам		
	Всего	**... семестр 1**	**... семестр**
Лекции	34	34	
Семинары	0	0	
Лабораторные работы	34	34	
Практические занятия			
Самостоятельная работа*	112	112	
Трудоемкость, час	**180**	**180**	
Трудоемкость, зач. единицы	**5**	**5**	
Оценка знаний:		**Экзамен**	

*Трудоемкость экзамена 1 з.е. - 36 часов, данные часы указаны в самостоятельной работе по дисциплине, но отводятся на подготовку к экзамену во время промежуточной аттестации

Москва, 2015 г.

Авторы программы:

Соколов А.П., к.ф.-м.н., доцент, alsokolo@bmstu.ru

Одобрена на заседании кафедры
«Вычислительная математика и математическая физика» (ФН-11)
«___»_____ 20... г.

Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор
Ю.И. Димитриенко _____

Рекомендованакомиссией НМС «___»_____ 20 г

Руководитель комиссии **Васильев Н.В**. _____

Оглавление

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 2
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 2
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ 6
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ 12
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 13
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ 19
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 20
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ 21
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 22

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цель изучения дисциплины - освоение системы общих принципов, положений и методов построения систем инженерного анализа; приобретение базовых знаний о программных технологиях, используемых при разработке программного обеспечения автоматизации инженерных расчетов.

При освоении дисциплины планируется достижение следующих результатов обучения на уровнях "знать, уметь, владеть", вносящих вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1

Коды компетенций	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**
СОПК-2, способностью применять методы фундаментальных и общетехнических наук для анализа и моделирования ключевых объектов различного функционального назначения	**Знать:** ▪ принципы разработки объектно-ориентированных прикладных программ (особенности и отличия технических подходов в программировании: структурного, объектно-ориентированного и особых подходах при разработке программных вычислительных систем инженерного анализа); ▪ архитектуры, используемые для разработки нового программного обеспечения (монолитные, распределенные, операционные, программное обеспечение промежуточного уровня, сетевые, клиент-серверные); **Уметь:** ▪ разрабатывать программные реализации сложных вычислительных методов (СВМ), используя графо-ориентированный подход, совмещающий преимущества процедурного и объектно-ориентированного подходов; **Владеть (навыки и/или опыт деятельности):** ▪ навыками проектирования и разработки программного обеспечения инженерного анализа с использованием C/C++ и вспомогательных программных технологий на основе теории графов;
СОПК-4, способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	**Знать:** ▪ принципы и подходы в процессе разработки программного обеспечения инженерного анализа конструкций; **Уметь:** ▪ проводить отладку разработанных программ и писать тестирующие программы; ▪ вести разработку с учетом последующего сопровождения созданных программных реализаций; ▪ вести разработку с синхронным ведением журналов о возникающих нештатных ситуациях; ▪ писать исходный код с учетом строго определенных стандартов разработки; **Владеть (навыки и/или опыт деятельности):** ▪ навыками проектирования и разработки простейших каркасов систем на базе иерархий абстрактных классов (на базе интерфейсов, на базе стратегий и с использованием графо-ориентированных подходов)
СОПК-5 готовностью са-	**Знать:** ▪ принципы разработки объектно-ориентированных приклад-

мостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов	ных программ (особенности и отличия технических подходов в программировании: структурного, объектно-ориентированного и особых подходах при разработке программных вычислительных систем инженерного анализа); ▪ принципы и подходы в процессе разработки программного обеспечения инженерного анализа; **Уметь:** ▪ разрабатывать программные реализации сложных вычислительных методов (СВМ), используя графо-ориентированный подход, совмещающий преимущества процедурного и объектно-ориентированного подходов; ▪ вести разработку с учетом последующего сопровождения созданных программных реализаций; ▪ писать исходный код с учетом строго определенных стандартов разработки; **Владеть (навыки и/или опыт деятельности):** ▪ навыками проектирования и разработки простейших каркасов систем на базе иерархий абстрактных классов (на базе интерфейсов, на базе стратегий и с использованием графо-ориентированных подходов)
СПК-6, способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	**Знать:** ▪ общие подходы к созданию программного обеспечения (на базе интерфейсов, на базе стратегий и с применением графовых технологий); ▪ графо-ориентированные программные технологии разработки сложных вычислительных методов; общие принципы интеграции скриптовых технологий, обеспечивающих упрощение процессов управления и работы системами инженерного анализа. **Уметь:** ▪ разрабатывать и использовать существующие системные программные инструменты сопровождения процесса разработки программного обеспечения инженерного анализа (генераторы объектов, генераторы каркасов исходного кода, инструменты автоматического формирования документации); ▪ вести разработку с использованием специализированных инструментов, автоматизирующих процесс построения стандартизированных модулей системы и в соответствии с техническими требованиями (CASE); ▪ вести разработку с применением технологий моделирования программных систем (UML); ▪ вести разработку с использованием систем управления проектной деятельностью (Redmine); ▪ предварительно создавать иерархии классов разрабатываемой системы; использовать средства контроля версий (SVN, GIT). **Владеть (навыки и/или опыт деятельности):** ▪ навыками ведения командной разработки с использованием систем контроля версий, отладки собственных и чужих программ, ▪ навыками сопровождения и доработки чужих программ, ▪ навыками разработки библиотек повторного использования, разработки программ с учетом будущих изменений.

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ ВСТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин образовательной программы:

- Информатика
- Основы программирования на C++
- Операционные системы
- Базы данных
- Основы метода конечных элементов

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Разработка распределенных вычислительных систем
- Математические методы принятия решений при проектировании технических систем
- Программирование параллельных процессов
- Расчет конструкций из композитов методом конечных элементов
- Задачи теплообмена в механике композитов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц (з.е.), 180 час.
В том числе: 1 семестр - 5з.е. (180 час.).

Таблица 2
Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам		
	Всего	1 семестр	- семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)			
Аудиторная работа (всего)	**180**	**180**	
• лекции	34	34	
• семинары	0	0	
• лабораторные работы	34	34	
Внеаудиторная работа (всего)			
• КСР			
• групповые консультация			
• индивидуальные консультации			
• текущий контроль			
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	**112**	112	
• расчетно-графические работы	**66**	66	
• рефераты	**10**	10	
• подготовка к текущему и промежуточному контролю	**36**	36	
Вид промежуточной аттестации обучающегося		экзамен	

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / модуля дисциплины	Общая трудоём-кость *(в часах)*	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость *(в часах)*				Формы текущего контроля результатов обучения
			Аудиторные учеб-ные занятия			СР	
			Лек	Сем/Пр	Лаб		
		180	**34**	**0**	**34**	**112**	
	1 семестр						
Мо-дуль 1.	**Архитектуры САЕсистем инженерного анализа и программные технологии разработки**	**90**	**17**	**0**	**17**	**56**	**Рубежный контроль**
Мо-дуль2	**Разработка программной реализации сложного вы-**	**90**	**17**	**0**	**17**	**56**	**Рубежный контроль**

.	**числительного метода на основе специализированных программных подходов**						

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Таблица 3 **Лекционный курс (Л)**

№ п/п	Наименование раздела /модуля дисциплины	Содержание
1.	**Модуль 1. Архитектуры CAE систем инженерного анализа и программные технологии разработки**	
1.1.	Введение в разработку CAE программных комплексов **4 часа**	Введение в разработку программных комплексов. Особенности разработки программных комплексов и вычислительных программных систем инженерного анализа. Детальное проектирование программного комплекса. Обеспечение требований: расширяемость, масштабируемость, удобства сопровождения.
1.2.	Разработка архитектур CAE систем инженерного анализа **9 часов**	Классические методы проектирования ПО. Структурный подход. Анализ требований. Недостатки. Основы объектно-ориентированного проектирования программных комплексов. Проектирование иерархий классов (прикладные программы, библиотеки, каркасы). Архитектуры программных комплексов (монолитные, клиент-серверные). Особенности программных архитектур систем инженерного анализа. Использование принципов построения иерархий классов на базе интерфейсов (плюсы и минусы). Введение в обобщенное проектирование. Понятие стратегия. Разработка каркасов систем на базе стратегий. Принцип модель-вид-контроллер (MVC). Тестирование программного обеспечения. Сопровождение разработанного программного обеспечения.
1.3.	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов **4 часа**	Особенности систем инженерного анализа (вычислительных программных систем) (далее CAE – computer-aided engineering). Разработка вычислительных подсистем в рамках клиент-серверных архитектур. Создание инфраструктуры для проведения расчетов на высокопроизводительных вычислительных системах (суперкомпьютерах). Применение понятий теории графов для разработки программных реализаций сложных вычислительных методов (СВМ). Обеспечение автоматизации распараллеливания вычислительных процедур на уровне архитектуры создаваемой программной реализации СВМ.
2.	**Модуль2. Разработка программной реализации сложного вычислительного метода на основе специализированных программных подходов**	
2.1.	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	Разработка общей схемы архитектуры СВМ в рамках трехзвенной архитектуры клиент-сервер. Разработка на **логическом уровне**. Разработка архитектуры сложного вычислительного метода, включая: а) разработку иерархии классов, реализующих основную

	(логический уровень) **4 часа**	задачу разрабатываемой программной реализации СВМ; б) разработку сетевой модели СВМ на основе графо-ориентированной технологии; в) генерацию каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария.
2.2.	Разработка структур данных (разработка на уровне данных) **3 часа**	Разработка на **уровне данных**: создание реляционных структур данных для хранения входных и выходных данных. Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных.
2.3.	Интеграция созданных структур данных в рамки CAE системы (уровень пользователя) **2 часа**	Разработка на **уровне пользователя**. Применение специализированных подсистем используемой CAE системы для формирования графического пользовательского интерфейса (далее GUI – Graphical User Interface) на основе выбранных или созданных структур данных.
2.4.	Программная реализация СВМ (логический уровень) **4 часа**	Разработка на **логическом уровне**. Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой CAE системы либо на основе общедоступных языков программирования и компиляторов.
2.5.	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ **4 часа**	Отладка созданной программной реализации СВМ на примере тестовой постановки задачи. **Проведение вычислительного эксперимента** в рамках используемой CAE системы.

Таблица 4 **Практические занятия – семинары (С)**
(дополнительные тематики при расширении объема курса)

№ пе/п	**Наименование семинара /модуля дисциплины**	**Содержание**
1.	**Модуль 1. Архитектуры CAEсистем инженерного анализа и программные технологии разработки**	
1.1.	Архитектуры CAE	Различные архитектуры программных комплексов и систем инженерного анализа в частности
1.2.	Требования к CAE	Важнейшие требования, предъявляемые к разрабатываемым крупным программным комплексам
1.3.	Методы проектирования CAE	Классические методы проектирования ПО
1.4.	Недостатки применения структурного подхода	Причины невозможности использования структурного подхода при разработке современных систем инженерного анализа
1.5.	Подходы при проектировании CAE	Основные подходы и этапы построения иерархии классов, определяющей каркас разрабатываемой вычислительных подсистем систем инженерного анализа
1.6.	Причины выбора архитектур CAE	Причины выбора той или иной архитектуры построения про-

		граммных реализаций сложных вычислительных методов
1.7.	Обобщенное проектирование	Обобщенное проектирование: особенности, преимущества
1.8.	MVC	Применение программных принципов модель-вид-контроллер (MVC)
1.9.	Тестирование	Принципы проведения тестирования программного обеспечения
1.10.	Сопровождение	Сопровождение разработанного программного обеспечения
1.11.	Разработка вычислительных подсистем	Разработка вычислительных подсистем в рамках клиент-серверных архитектур
1.12.	Инфраструктура и платформа разработки и CAE	Особенности инфраструктуры для проведения расчетов на высокопроизводительных вычислительных системах (суперкомпьютерах)
1.13.	Графо-ориентированная разработка СВМ	Применение понятий теории графов для разработки программных реализаций сложных вычислительных методов (СВМ)
1.14.	Автоматизация распараллеливания	Обеспечение автоматизации распараллеливания отдельных вычислительных процедур программных реализаций сложных вычислительных методов
2.	**Модуль 2. Разработка программной реализации сложного вычислительного метода на основе специализированных программных подходов**	
2.1.	Трехзвенный подход при разработке CAE	Разработка общей схемы архитектуры СВМ в рамках трехзвенной архитектуры клиент-сервер. Назначение каждого звена.
2.2.	Разработка иерархий классов	Разработка иерархий классов, реализующих основную задачу разрабатываемой программной реализации сложного вычислительного метода.
2.3.	Разработка сетевой модели СВМ	Разработка сетевой модели СВМ на основе графо-ориентированной технологии.
2.4.	CASE. Генерация каркасов библиотек	Генерация каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария.
2.5.	Разработка структур данных	Разработкареляционных структур данных для хранения входных и выходных данных СВМ.
2.6.	Форматы данных	Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных.
2.7.	Интеграция в CAE	Программные инструменты интеграции в существующих специализированных CAE системах.
2.8.	Разработка GUI в рамках CAE	Методы разработки графического пользовательского интерфейса на основе выбранных или созданных структур данных в рамках выбраны CAE систем.
2.9.	Разработка отдельных алгоритмов	Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой CAE системына основе общедоступных языков про-

		граммирования и компиляторов.
2.10.	Отладка	Отладка созданной программной реализации СВМ на примере тестовой постановки задачи.
2.11.	Вычислительных эксперимент	Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой CAE системы.

Таблица 5 **Лабораторные занятия (Л)**

№ п/п	Наименование лабораторной работы /модуля дисциплины	Содержание
3.	**Модуль 1. Архитектуры CAEсистем инженерного анализа и программные технологии разработки**	
3.1.	Подходы при проектировании CAE	Основные подходы и этапы построения иерархии классов, определяющей каркас разрабатываемой вычислительных подсистем систем инженерного анализа
3.2.	Тестирование	Принципы проведения тестирования программного обеспечения
3.3.	Сопровождение	Сопровождение разработанного программного обеспечения
3.4.	Разработка вычислительных подсистем	Разработка вычислительных подсистем в рамках клиент-серверных архитектур
3.5.	Инфраструктура и платформа разработки и CAE	Особенности инфраструктуры для проведения расчетов на высокопроизводительных вычислительных системах (суперкомпьютерах)
3.6.	Графо-ориентированная разработка СВМ	Применение понятий теории графов для разработки программных реализаций сложных вычислительных методов (СВМ)
4.	**Модуль 2. Разработка программной реализации сложного вычислительного метода на основе специализированных программных подходов**	
4.1.	Разработка сетевой модели СВМ	Разработка сетевой модели СВМ на основе графо-ориентированной технологии.
4.2.	CASE. Генерация каркасов библиотек	Генерация каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария.
4.3.	Разработка структур данных	Разработка реляционных структур данных для хранения входных и выходных данных СВМ.
4.4.	Форматы данных	Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных.
4.5.	Интеграция в CAE	Программные инструменты интеграции в существующих специализированных CAE системах.
4.6.	Разработка GUI в рамках CAE	Методы разработки графического пользовательского интерфейса на основе выбранных или созданных структур данных в рамках выбраны CAE систем.
4.7.	Разработка отдельных алгоритмов	Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов ис-

		пользуемой CAE системы на основе общедоступных языков программирования и компиляторов.
4.8.	Вычислительных эксперимент	Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой CAE системы.

Таблица 6 **Самостоятельная работа студентов (СР)**

№ п/п	Наименование раздела / модуля дисциплины	Содержание
При освоении всех модулей дисциплины предусмотрена регулярная самостоятельная работа студентов:		
		• Проведение аналитических обзоров литературных источников. • Освоение методов и приемов поиска актуальной информации по тематике курса, включая специализированные научно-технические журналы, результаты НИР, патентные материалы. • Приобретение навыков работы в научно-технических и патентных базах данных в среде Интернет. • Освоение англоязычной терминологии по тематике курса. • Представление результатов работы с информацией в виде рефератов, презентаций и докладов для участия в научных конференциях.
Модуль 1. Архитектуры CAE систем инженерного анализа и программные технологии разработки		
1.1.	Подготовка домашнего задания (20 час.)	
1.2.	Отладка и защита программ по лабораторным работам (20 час.)	
1.3.	Систематизация изученного материала по темам модуля(8 час.)	
1.4.	Проработка разделов лекционного курса, подготовка к контрольным мероприятиям. (8 час.)	
Модуль2. Разработка программной реализации сложного вычислительного метода на основе специализированных программных подходов		
2.1.	Подготовка домашнего задания (20 час.)	
2.2.	Отладка и защита программ по лабораторным работам (20 час.)	
2.3.	Систематизация изученного материала по темам модуля (8 час.)	
2.4.	Проработка разделов лекционного курса, подготовка к контрольным мероприятиям. (8 час.)	

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для самостоятельной работы студентовпо дисциплине сформировано следующие виды учебно-методических материалов.

1. Курс лекций, разработанный ведущими преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана, обеспечивают самостоятельную работу.
2. Доступ к учебной версии CAE системы с предустановленными функциональными программными средствами разработки расширений.
3. Доступ к специализированным CASE инструментам, обеспечивающим возможности автоматизации разработки архитектур программных реализаций сложных вычислительных методов и каркасов программных библиотек.
4. Доступ к специализированным интерактивным ресурсам обеспечения постановки задач лабораторных работ и домашних заданий.
5. Набор электронных презентаций для использования в аудиторных занятиях.
6. Методические указания по выполнению лабораторных работв электронном виде.
7. Интерактивные электронные средства для поддержки лабораторных работ.
8. Дополнительные учебные материалы в виде учебных пособий и статей по теме дисциплины.
9. Список адресов сайтов сети Интернет (на русском и английском языках), содержащих актуальную информацию по теме дисциплины.
10. Комплект индивидуальных домашних заданий по дисциплине.
11. Методические указания по выполнению домашних заданий, лабораторных работ.
12. Набор контрольных вопросов и заданий для самоконтроля усвоения материала дисциплины, текущего и промежуточного контроля.

Материалы учебно-методического комплекса размещены по адресу: http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам

Доступ к учебной версии CAE системы и дополнительные материалы предоставляется по адресу:http://gcad.bmstu.ru

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля и промежуточной аттестации студентов предназначен для оценки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине, сформулированных в Таблице7.

Таблица 7

№ п/п	Контролируемые разделы (модули) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Знать Уметь Владеть	Наименование оценочного средства
1	Введение в разработку CAE программных комплексов	СОПК-2, СОПК-4, СОПК-5, СОПК-6	Знать: Основные подходы, особенности разработки, предъявляемые требования.	Вопросы для проведения текущего контроля. Реализация и защита лабораторных работ.
			Уметь: выбирать нужный подход разработки, формулировать требования	
			Владеть: навыками построения иерархий классов, написания технических заданий на разработку	
2	Разработка архитектур CAE систем инженерного анализа	СОПК-2, СОПК-4, СОПК-5, СОПК-6	Знать: классические подходы при разработке ПО, архитектуры существующих CAE систем, принипMVC, методы тестирования и сопровождения ПО	См. выше.
			Уметь: использовать классические и специальные подхода при проектировании и разработке CAE систем	
			Владеть: навыками разработки архитектур собственных CAE систем и программных реализаций CBM	
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	СОПК-2, СОПК-4, СОПК-5, СОПК-6	Знать: особенности CAE систем, принципы построения клиент-серверных систем, назначение CASE инструментария, особенности разработки CBM на основе графоориентированных технологий.	См. выше.
			Уметь: применять графоориентированную технологию разработки программных реализаций сложных вычислительных методов.	
			Владеть: навыками построения сетевых моделей CBM с явным выделением параллельно выполняемых операций.	
4	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	СОПК-2, СОПК-4, СОПК-5, СОПК-6 СОПК-4	Знать: базовые принципы графоориентированной вычислительной подсистемы CAE систем, общие классы, используемые в процессе разработки программных реализаций CBM на основе графоориентированной технологии.	См. выше.
			Уметь: применять CASE инструментарий для формирования каркасов отдельных библиотек разрабатываемого программного обеспечения.	
			Владеть: навыками генерации отдельных программных объектов.	

5	Разработка структур данных	СОПК-3, СОПК-4, СОПК-5	Знать: принципы определения форматов входных и выходных данных	См. выше.
			Уметь: определять, регистрировать форматы входных и выходных данных, строить адаптивные реляционные структуры данных, интегрируемые в рамки используемой CAE системы.	
			Владеть: навыками разработки файловых форматов входных и выходных данных, а также методиками разработки реляционных структур данных.	
6	Интеграция созданных структур данных в рамки CAE системы	СОПК-3, СОПК-4, СОПК-5	Знать: методы разработки GUI.	См. выше.
			Уметь: создавать простейшие формы ввода данных.	
			Владеть: навыками разработки адаптивногоGUI.	
7	Программная реализация СВМ	СОПК-3, СОПК-4, СОПК-5	Знать: методы разработки алгоритмов СВМ на основе графоринетированной технологии.	См. выше.
			Уметь: создавать простейшие программные реализации СВМ на основе графоориентированной технологии.	
			Владеть: навыками разработки программные реализации СВМ.	
8	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	СОПК-3, СОПК-4, СОПК-5	Знать: методы отладки алгоритмов СВМ, созданных на основе графоринетированной технологии.	См. выше.
			Уметь: отлаживать простейшие программные реализации СВМ, созданные на основе графоориентированной технологии.	
			Владеть: навыками отладки программных реализаций СВМ.	

6.2 Типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примеры типовых контрольных заданий, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины, приведены в УМКД дисциплины (http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам).

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры формирования знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Согласно существующей в МГТУ им. Н.Э. Баумана модульно-рейтинговой системе формирование знаний, умений,навыков и опыта деятельности имеет накопительный характер.

Таблица 8Возможный набор баллов рейтинга

	Неделя проведения контроля	**Оценка за модуль в баллах**	**Описание критериев оценивания**

	модуля	**Макси-мальная**	**Мини-мальная**	
Модуль 1	**1-9 неделю**	**32 (100%)**	**19 (60%)**	
Домашнее задание №1	6	8	5	Все задания должны быть решены.
Лабораторные работы (4 шт.)	8	16	9	Все лабораторные работы должны быть решены. На каждую лабораторную работу отводится две недели.
Аттестационная работа №1	9	8	5	Выполнение аттестационной работы возможно автоматически при выполнении всех 4-х лабораторных работ
Модуль 2	**10 по 17 неделю**	**38(100%)**	**23 (60%)**	
Домашнее задание №2	16	14	9	Все задания должны быть решены.
Лабораторные работы (4 шт.)	16	16	9	Все лабораторные работы должны быть решены. На каждую лабораторную работу отводится две недели.
Аттестационная работа №1	17	16	5	Выполнение аттестационной работы возможно автоматически при выполнении всех 4-х лабораторных работ
итого		70	42	Получение оценки по набранным баллам без экзаменационной работы возможно в первые полчаса после начала экзамена.

Максимальный рейтинговый балл за экзамен – 30 баллов. Минимальный зачетный рейтинговый балл за экзамен – 18.

Типовые примеры тематикдомашних заданий и лабораторных работ по модулям

МОДУЛЬ 1: Архитектуры CAE систем инженерного анализа и программные технологии разработки

1. Построить архитектуру CAE системы статистического анализа данных.
2. Построить архитектуру CAE системы проведения оптимизационных расчетов.

МОДУЛЬ 2: Разработка программной реализации сложного вычислительного метода на основе специализированных программных подходов

1. Разработка подсистемы автоматического сравнения и корректировки результатов расчетов.
    a. Архитектура системы: концепция, принципы деления на подсистемы.
    b. Построение структур данных для хранения результатов: испытаний, расчетов. Методы автоматического сравнения результатов: SQL запросы в БД.
    c. Пример реализации в рамках существующей CAE системы.
2. Разработка подсистемы суррогатного моделирования на основе регрессионного анализа.
3. Разработка подсистемы суррогатного моделирования в области микромеханики композиционных материалов на основе нейросетевых технологий анализа данных.

4. Разработка программного инструмента решения задачи поиска термоупругопрочностных характеристик композиционных материалов на основе метода гомогенизации.
5. Разработка графической подсистемы визуализации двухмерных/трехмерных результатов расчетов.

Количество баллов за домашние задания и лабораторные работы определяется исходя из фактического объема аудиторной нагрузки, подготовки группы и возможности выполнения работ различной сложности.

Шкала перевода рейтинговых баллов по всем видам занятий и самостоятельной работы в экзаменационную оценку:

Баллы	**Оценка**	**Примечания**
85-100	отлично	В разработанной системе балльной оценки всех видов работ получение отличной оценки без написания экзаменационной работы невозможно.
71-84	хорошо	Получение оценки хорошо без написания экзаменационной работы теоретически возможно, но для этого нужно получить максимальное количество баллов по всем текущим видам контроля.
60-70	удовлетворительно	Возможно получение этой оценки без написания экзаменационной работы, но для этого нужно получить не менее 60 баллов за текущие виды работ.
Менее 60	неудовлетворительно	С учетом того, что минимальное количество баллов за экзаменационную работу составляет 18 баллов по 2-м модулям, за текущие виды контроля студенту в семестре необходимо набрать не менее 42 баллов.

Типовой пример экзаменационной работы.

Работа проводится в письменно-устной форме. На написание ее отводится 2 академических часа.

Модуль 1 (18 баллов, зачет - 9 баллов)

1. Рассказать о принципах разработки программных реализаций сложных вычислительных методов, требующих для работы высокопроизводительные ресурсы.
2. Рассказать о задачах применения стандартов и общих методик ведения разработки программного обеспечения при разработке CAE систем.

Модуль 2 (18 баллов, зачет - 9 баллов)

3. Представить алгоритм разработки программного обеспечения в рамках графоориентированной технологии.
4. Рассказать о методах разработки GUI в рамках существующих CAE систем.
5. Составить сетевую модель программной реализации метода конечных элементов.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литературапо дисциплине

1. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. - СПб. : Питер, 2012. - 608 с.: ил. – ISBN 978-5-459-01101-2
2. Орлов С. А. Технологии разработки программного обеспечения. Разработка сложных программных систем : учебник для вузов / Орлов С. А. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2004. - 526 с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 515-518. - ISBN 5-94723-820-9
3. Брауде Э. Дж. Технология разработки программного обеспечения : пер. с англ. / Брауде Э. Дж. ; пер. Бочкарева Е., Солнышков Д. - СПб. : Питер, 2004. - 654 с. : ил. - (Классика computerscience). - Библиогр.:с. 636-641. - ISBN 5-94723-663-X.
4. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р. [и др.]. - СПб. : Питер, 2001. - 366 с. - Библиогр.: с. 353-358. - ISBN 5-272-00355-1.
5. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений наС++ / Буч Г. ; пер. с англ. под ред. И. Романовского и Ф. Андреева. - 2-е изд. - М. : Бином ; СПб. : Невский диалект, 1999. - 558 с. - ISBN 5-7989-0067-3. - ISBN 5-7940-0017-1.
6. Мэтью Г. Остерн. Обобщенное программирование и STL. Использование и наращивание стандартной библиотеки шаблонов C++ - Санкт-Петербург, Изд. Невский Диалект, 2004 - 544 с.

7.2 Дополнительные учебныематериалы

7. Рудаков А. В. Технология разработки программных продуктов : учеб.пособие для сред. проф. образования / Рудаков А. В. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 206 с. - (Среднее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Библиогр.: с. 203. - ISBN 978-5-7695-4556-6.
8. Джосьютис Н. С++. Стандартная библиотека : пер. с англ. / Джосьютис Н. ; пер. Матвеев Е. - СПб. : Питер, 2004. - 729 с. - (Для профессионалов). - Библиогр.: с. 718-719. - ISBN 5-94723-635-4.
9. СоммервилИан, Инженерия программного обеспечения, 6-ое издание. : Пер.санг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 624 с.
10. Гордеев А. В., Молчанов А. Ю. Системное программное обеспечение : учебник / Гордеев А. В., Молчанов А. Ю. - СПб. : Питер, 2001. - 734 с. : ил. - Библиогр.: с. 719-724. - ISBN 5-272-00341-1.
11. Саттер Г., Александреску А. Стандарты программирования на C++. 101 правило и рекомендация : пер. с англ. / Саттер Г., Александреску А. ; пер. Красиков И. В. - М. : Вильямс, 2005. - 223 с. - Библиогр.:с. 202-205. - ISBN 5-8459-0859-0.
12. Андрей Александреску, Современное проектирование на C++: Обобщенное программирование и прикладные шаблоны проектирования - М.: Вильямс, 2004. – 336 с.
13. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) Третье издание. // Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004.
14. Константайн Л., Локвуд Л. Разработка программного обеспечения : пер. с англ. / Константайн Л., Локвуд Л. ; пер. Шрага В. - СПб. : Питер, 2004. - 592 с. : ил. - (Классика computerscience). - Библиогр.:с. 584-589. - ISBN 5-88782-100-0.

15. Скотт Мейерс. Наиболее эффективное использование C++. 35 новых рекомендаций по улучшению ваших программ и проектов : пер. с англ / Мейерс С. - М. : ДМК Пресс, 2000. - 296 с. - Библиогр.:с. 284-288. - ISBN 5-94074-033-2
16. Саттер Г. Решение сложных задач на C++. 87 головоломных примеров с решениями : пер. с англ. / Саттер Герб ; ред. пер. Красиков И. В. - М. : Вильямс, 2002. - 395 с. : ил. - (C++In-Depth ; т. 4). - Библиогр.: с. 391-392. - ISBN 5-8459-0352-1
17. Саттер Г. Новые сложные задачи на C++. 40 новых головоломных примеров с решениями : пер. с англ. / Саттер Г. ; пер., ред. Красиков И. В. - М. : Вильямс, 2005. - 271 с. - Библиогр.:с. 265-267. - ISBN 5-8459-0823-X.
18. Дэвид Вандевурд, Николай М. Джосаттис Шаблоны C++. Справочник разработчика C++ - М.: Вильямс, 2008. – 544 с.
19. Герб Саттер, Андрей Александреску, Стандарты программирования на C++. 101 правило и рекомендация : пер. с англ. / Саттер Г., Александреску А. ; пер. Красиков И. В. - М. : Вильямс, 2005. - 223 с. - Библиогр.:с. 202-205. - ISBN 5-8459-0859-0
20. Роберт СеджвикФундаментальные алгоритмы на C++. Ч. 5. Алгоритмы на графах: пер. с англ. / Седжвик Р. - СПб; М. :ДиаСофтЮП, 2002. - 484 с. : ил. - ISBN 5-93772-054-7

Дополнительные учебные материалыподготовлены в электронном виде, что позволяет обеспечить ими 100% состава студентов.**Материалы размещены по адресу: http://ebooks.bmstu.ru/catalog/96/page1.html**

7.3. Презентации для проведения учебных занятий

Презентации и видеоресурсыдля проведения учебных занятий подготовлены по основным разделам дисциплины, нуждающимся а дополнительном разъяснении.
Материалы размещены по адресу: http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам

7.4. Комплект индивидуальных домашних заданий по дисциплине

Количество различных заданий - 5, количество вариантов каждого задания – по каждому заданию предполагается по 5 вариантов тестовых постановок задач.
Материалы размещены по адресу: http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам

7.5. Методические указания по выполнению домашних заданий, лабораторных работ

Материалы размещены по адресу: http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

- Материалы ресурса
  http://gcad.bmstu.ru/
- Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова приветствует Вас
  http://parallel.ru/
- «Хабрахабр» (или «Хабр») - крупнейший в Европе ресурс для IT-специалистов.
  http://habrahabr.ru/
- Библиотеки МГТУ им. Н.Э. Баумана.
  http://library.bmstu.ru/
- Журнал для профессионалов в области САПР.
  http://www.cadmaster.ru/
- Сайт MSC Software - разработчик и поставщик программных продуктов, систем и услуг в области информационных технологий, использование которых обеспечивает повышение эффективности разработки новых изделий и производства продукции.
  http://www.mscsoftware.ru/
- Сайт Би Питрон — одна из первых компаний в России и СНГ, которая начала деятельность по техническому переоснащению отечественных промышленных предприятий. С 1992 года мы осуществляем поставку и внедрение под ключ систем PDM/CAD/CAE/CAM от лучших мировых производителей программного обеспечения.
  http://www.bee-pitron.ru/
- Официальный сайт мирового лидера в области систем инженерного анализа ANSYS
  http://www.ansys.com/

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел курса.

На первом занятии каждый студент получает доступ к базе учебно-методических материалов по дисциплине (http://fn11.bmstu.ru/umr/Магистрантам).

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебный заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работыпредназначены для приобретения практического опыта в части разработки программных реализаций сложных вычислительных методов, интегрируемых в рамки систем инженерного анализа с использованием C/C++ и вспомогательных программных технологий на основе теории графов. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, выполнение домашних заданий, подготовку рефератов, концептуальных карт. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации.

Текущий контроль самостоятельной работы студентов проводится на семинарах и консультациях, в процессе выполнения и сдачи лабораторных работ, в виде защиты выполненных домашних заданий, презентации рефератов и факультативно выполненных докладов для выступления на научных конференциях,рубежного контроля.

Приступая к работе над курсом каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

- Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Создать портфолио по двум модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии **невозможно.**
- Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации их всех возможных источников.
- Для завершения семестровой работы студент должен выполнить все контрольные мероприятия, иметь полный комплект подготовленных домашних заданий, рефератов и материалов, подтверждающих выполнение лабораторных работы в процессе семестра, рубежного контроля.
- **Промежуточная аттестация** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме письменно-устного экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней или зачета по результатам рейтинга, набранного в семестре.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы и средства и программное обеспечение информационных технологий:

- **WEB** ресурсы, содержащие электронные методические пособия, научные статьи, книги, учебные и прочие справочные материалы (**FTP** ресурсы: ftp://gcad.bmstu.ru).
- Система контроля версий **SVN** (Subversion) для обеспечения совместной работы над учебными проектами: выполнение домашних заданий, лабораторных и курсовых работ.
- Система **Wiki** ресурсов для формирования Базы знаний: обеспечения часто используемой информацией обучающихся.
- Использование интернет-технологий в процессе проведения консультаций: видео- и аудио- конференции.
- Использование систем автоматизации управления процессами выполнения домашних заданий, курсовых работ и дипломных работ (**Redmine**).
- Использование доступа по протоколу **SSH** к удаленным высокопроизводительным ресурсам.
- Использование кафедрального доступа к **CAE** системе, на основе которой осуществляются программные разработки по тематике курса.
- Доступ к электронным презентациям по тематике курса.
- Электронные адреса преподавателя курса для оперативной связи: alsokolo@bmstu.ru, alsokolo@gmail.com.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№ п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1.	Лекционные практические и семинарские занятия	1. Ауд. 925л: проектор Vivitek D557W-1 шт, экран с электро-приводом ProjectaCompakt, Ноутбук ASUS-1 шт., Ноутбук Lenovo-1 шт.
2.	Лабораторные работы	2. Рабочая станция KraftwayCredo KC 56 (Pentium 4 -3,4ГГц, ОЗУ 2Гб) + Монитор Samsung 931 BF - 24 шт., 12-ти процессорный сервер Intel Xeon-3ГГц 6xIntel SE7520JR2 СЗИ ИВК ЮПИТЕР 5.0, сеть на базе концентратора 3Com SuperStack 3 Switch 4250T 48x100Mbit, плоттер A0 HP DesignJet 800 3. Компьютерный класс: Моноблок HP TouchSmartelite 7320, IntelCore i3-2120 3.30 GHz, ОЗУ 8 Гб, HDD 500 Гб - 25 шт., 4. Ауд. 918л - Компьютерный класс № 10 лаборатории ПЭВМ Управления информатизации: рабочая станция HP Monoblok с программным обеспечением Windows 7-14 шт. 5. Рабочая станция KraftwayCredo KC 56 (Pentium 4 -3,4ГГц, ОЗУ 2Гб) + Монитор Samsung 931 BF - 24 шт., 12-ти процессорный сервер Intel Xeon-3ГГц 6xIntel SE7520JR2 СЗИ ИВК ЮПИТЕР 5.0, сеть на базе концентратора 3Com SuperStack 3 Switch 4250T 48x100Mbit, плоттер A0 HP DesignJet 800

Рецензент
МГТУ им. Н.Э. Баумана,

_____

Председатель Учебно-методической комиссии НУК ФН
Еркович О.С. _____ «___»_____201_ г.

Декан факультета ФН
Гладышев В.О. _____ «____»_____201_ г.

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета АК
Симоньянц Р.П._____ «____»_____201_ г.

Начальник управления
образовательных стандартов и программ
Гузева Т.А. _____ «____» _____ 201_ г.