

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет компьютерных наук и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической  
работе, д-р филол. наук, профессор

Е.Г. Елина

« 31 » августа 2016 г.

Рабочая программа кандидатского экзамена  
по дисциплине специальности

Направление подготовки кадров высшей квалификации  
**09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Направленность  
**«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Квалификация (степень) выпускника

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

Очная

Саратов  
2016

## **1. Цели и задачи кандидатского экзамена**

**Цель:** Проверка способностей генерации новых идей при разработке и анализе математических моделей управляемых динамических систем, проверка глубины освоения методологии теоретических исследований, а также сформированности опыта разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельном научном исследовании.

**Задачи:** Проверка владения методологией построения и анализа математических моделей управляемых динамических систем; проверка сформированности навыков разработки новых параллельных алгоритмов моделирования, анализа и синтеза управляемых динамических систем и навыков их реализации на основе современных технологий параллельного программирования; проверка сформированности навыков использования базовых свойств математических моделей при оптимизации алгоритмов компьютерного моделирования

## **2. Место кандидатского экзамена в структуре ООП аспирантуры**

Кандидатский экзамен по дисциплине научной специальности относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Кандидатский экзамен по дисциплине научной специальности сдается в 5 семестре.

## **3. Компетенции, проверяемые в процессе сдачи кандидатского экзамена.**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5);
- владение методами математического моделирования (ПК-1);
- владеть методами компьютерного моделирования для решения прикладных задач (ПК-2).

## **4. Структура и содержание программы кандидатского экзамена.**

Общая трудоемкость – 1 зач. единица;  
- 36 часов;  
- 5 семестр.

### **Содержание дисциплины (программа)**

**Раздел I. Ресурсы параллелизма математических моделей и методы реализации параллельных алгоритмов и программ**

*Тема № 1.1. Основные принципы математического моделирования*

Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Определение динамической системы. Объекты управления с сосредоточенными по пространству параметрами как пример динамической системы и их математические модели в форме задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений и в форме входно-выходных моделей теории управления. Входные и выходные вектор-функции. Объекты управления с распределенными по пространству параметрами и их математические модели в форме начально-краевых задач для уравнений в частных производных и в форме входно-выходных моделей теории управления. Примеры математических моделей объектов управления с распределенными по пространству параметрами (динамика упруго деформируемых сред, гидродинамика, теория теплопроводности, электродинамика и т.д. в выбранной предметной области). Комбинированные динамические системы (КДС) с сосредоточенными входными и выходными вектор-функциями в форме связанных посредством граничных условий и условий связи обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.

*Тема № 1.2. Классические технологии программирования для параллельных вычислительных систем. Технология OpenMP*

Многопоточность современных операционных систем как основа для разработки параллельных программ для симметричных мультипроцессорных систем с общей памятью. Стандарт OpenMP и директивы компилятора C/C++. Переменные окружения. Модель параллельной программы OpenMP и ее выполнение. Параллельные и последовательные области: директива parallel, переменные среды и вспомогательные функции. Директива single, директива master. Модель данных OpenMP. Распределение работы между потоками. Низкоуровневое распараллеливание. Параллельные циклы. Параллельные секции. Неитеративный параллелизм и директива sections. Распараллеливание в стиле «портфель задач» и директива tasks. Синхронизация. Барьеры. Директива ordered. Критические секции. Директива atomic. Блокировки. Директива flush. Дополнительные переменные среды и функции OpenMP. Библиотеки высокопроизводительных вычислений, существенно использующие многопоточность.

*Тема № 1.3. Классические технологии параллельного программирования для кластерных систем. Технология MPI.*

MPMD-модель вычислений и параллельное программирование на основе передачи сообщений. Способы запуска приложений MPI (реализации MPICH2 и OpenMPI). Парные межпроцессные обмены. Операции блокирующей передачи и блокирующего приема: блокирующая передача, данные в сообщении, атрибуты сообщения, блокирующий прием, возвращаемая статусная информация. Соответствие типов данных и преобразование данных: правила соответствия типов данных, преобразование данных. Коммуникационные режимы. Семантика парного обмена между процессами. Распределение и использование буферов. Неблокирующий обмен: коммуникационные объекты, инициация и завершение обмена, семантика неблокирующих коммуникаций, множественные завершения. Проба и отмена сообщений. Совмещенные прием и передача сообщений. Производные типы данных: конструкторы типа данных, адресные функции и функции экстенгов, маркеры верхней и нижней границ, объявление и удаление объектов типа данных, использование универсальных типов данных. Коллективные взаимодействия процессов: барьерная синхронизация, широковещательный обмен, сбор данных, рассылка, сбор для всех процессов, общие по всем процессам рассылка и сбор данных. Глобальные операции редукции: функция Reduce, предопределенные операции редукции (вычисление сумм, произведений, логические операции и т.д.), нахождение глобального минимума/максимума и его индекса, функции All-Reduce, Reduce-Scatter, Scan. Группы процессов и коммутаторы, базовые концепции. Управление группой: средства доступа в группу, конструкторы и деструкторы групп. Управление коммутаторами: доступ к

коммуникаторам, конструкторы и деструкторы коммуникаторов. Виртуальная топология и топологические конструкторы. Конструктор декартовой топологии и распределение процессоров по размерностям декартовой топологии. Конструктор топологии в форме графа. Топологические функции запроса. Сдвиг в декартовых координатах. Декомпозиция декартовых структур. Библиотеки поддержки высокопроизводительных вычислений, существенно использующие технологию MPI

*Тема № 1.4. Оптимизация алгоритмов численного анализа при реализации конечно-элементного моделирования на кластерных системах.*

Ключевые компоненты программных комплексов конечно-элементного моделирования: препроцессор, конечно-элементный решатель (Solver), постпроцессор. Метод конечных элементов (МКЭ) как вариант проекционного метода Галеркина для пространственных областей сложной формы. Типовые базисные функции МКЭ. Независимость вычисления скалярных произведений как основа для распараллеливания проекционного метода Галеркина. Генерация конечно-элементных сеток. Параллельность в МКЭ: разделение сеток на подмножества с примерно равным числом узлов. Примеры применения МКЭ к типовым моделям математической физики. Симметрия, разреженность и положительная определенность матрицы инерции. Факторизация разреженных матриц как одна из наиболее трудоемких операций конечно-элементного моделирования. Распараллеливание факторизации конечно-элементных матриц как дополнительный ресурс параллелизма МКЭ. Фронтальные методы факторизации разреженных матриц и их распараллеливание. Использование свойств фактор-графов и фактор-деревьев при реализации мультифронтальных методов факторизации разреженных матриц. Теорема о возможности параллельной обработки ветвей фактор-дерева и дополнительные ресурсы параллелизма мультифронтальных методов факторизации разреженных матриц. Метод вложенных сечений и распараллеливание факторизации разреженных матриц. Задача об исследовании спектра собственных значений для векторных уравнений Гельмгольца в пространственной области сложной формы и ее сведение к частичной задаче на собственные значения для разреженных матриц. Возможность «двухслойного» распараллеливания (OpenMP-MPI и т.д.) при конечно-элементном моделировании.

## **Раздел II. Параллельные алгоритмы моделирования, анализа и синтеза управляемых комбинированных динамических систем (КДС)**

*Тема № 2.1. Математические модели управляемых КДС*

Комбинированные динамические системы (КДС) с точки зрения входно-выходных моделей теории управления. Оператор динамической системы и определение стационарной системы с точки зрения теории управления. Устойчивость по отношению к возмущениям входной вектор-функции. Линеаризация в малой окрестности состояния равновесия. Передаточные функции линейных и линеаризованных КДС, характеристический и возмущающие квазимногочлены КДС, и алгоритм их вычисления посредством решения вспомогательных линейных краевых задач. Теорема об устойчивом квазимногочлене и ее следствия. Свойство инерции, предельная теорема и понятие физически возможных КДС. Теоремы об асимптотически устойчивых, неустойчивых и устойчивых, но не асимптотически, КДС. Алгоритм быстрой проверки устойчивости КДС посредством анализа частотного годографа характеристического квазимногочлена. Теорема о возможных границах области устойчивости управляемых КДС в пространстве параметров обратных связей (аналог метода D-разбиений). Параметрический синтез управляемых КДС. Параметрический синтез семейства линеаризованных моделей КДС. Численное моделирование переходных процессов в нелинейных КДС. Дискретизация уравнений движения объектов с распределенными по пространству параметрами по независимым пространственным переменным на основе проекционного метода Галеркина. Адаптивные «жестко устойчивые» методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений переменного шага и порядка.

Вычисление матрицы Якоби на основе дискретизации при помощи метода Галеркина линейных уравнений возмущенного движения КДС. Нелинейные КДС специального типа. Метод гармонического баланса в высших приближениях. Применение методов теории КДС к исследованию устойчивости периодических движений нелинейных КДС специального типа. Свойства определителя Хилла.

*Тема №2.2. Параллельные алгоритмы в теории КДС и задача динамической балансировки вычислительной нагрузки.*

Параллельный алгоритм параметрического синтеза линейной стационарной управляемой КДС. Параллельный алгоритм параметрического синтеза семейства линеаризованных моделей КДС. Независимость вычисления скалярных произведений как основа для распараллеливания проекционного метода Галеркина. Независимость вычисления столбцов матрицы Якоби и дополнительные ресурсы параллелизма при моделировании переходных процессов в нелинейных КДС. Параллельный алгоритм моделирования влияния типовых нелинейностей на выходные вектор-функции нелинейных КДС. Необходимость динамической балансировки вычислительной нагрузки при реализации адаптивных алгоритмов численного анализа на параллельных вычислительных системах. Схема «менеджер-исполнители».

*Тема №2.3. Динамическая балансировка вычислительной нагрузки при реализации адаптивных алгоритмов численного анализа на кластерных системах.*

Современный стандарт MPI и проблема динамической балансировки вычислительной нагрузки. Паттерн MAP-REDUCE параллельной обработки данных. Паттерн MPI-MAP и возможность его реализации на основе функций парного обмена MPI. Требования к математической модели для успешности применения MPI-MAP. MPI-MAP и динамическая балансировка вычислительной нагрузки при параллельной реализации параметрического синтеза на кластерных системах. Применение MPI-MAP для распараллеливания алгоритма параметрического синтеза семейства линеаризованных моделей КДС. MPI-MAP и динамическая балансировка вычислительной нагрузки при параллельной реализации численного моделирования влияния типовых нелинейностей на выходные вектор-функции управляемой КДС.

*Тема №2.4. Использование специализированного аппаратного обеспечения на кластерных системах*

Гетерогенные вычислительные системы и устройства-ускорители вычислений с массовым параллелизмом. Использование устройств-ускорителей вычислений в узлах кластерных систем. Двухслойное распараллеливание вычислений на кластерных системах с устройствами-ускорителями. Проблема сокращения энергозатрат при эксплуатации параллельных высокопроизводительных вычислительных систем и проект GreenComputingandCommunications. Архитектура IntelMIC и новые векторные команды для обработки данных. Энергоэкономные ускорители IntelXeonPhi и возможности использования IntelMIC в кластерных системах. Поддержка IntelMIC на уровне программного обеспечения. Поддержка IntelMIC в компиляторах и библиотеках высокопроизводительных вычислений корпорации Intel. Реализации Intel технологий OpenMP и MPI для архитектуры IntelMIC.

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.**

При подготовке к кандидатскому экзамену аспиранту потребуется персональный компьютер и обеспечение учебно-методической литературой.

### **а) основная литература:**

1. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П. Математическое моделирование

- комбинированных динамических систем. Учебное пособие. – Саратов: Саратовский госуниверситет им. Н.Г. Чернышевского. – 2011. – [http://library.sgu.ru/uch\\_lit/164.pdf](http://library.sgu.ru/uch_lit/164.pdf)
2. Андрейченко Д.К., Велиев В.М., Ерофтиев А.А., Портенко М.С. Теоретические основы параллельного программирования. Учебное пособие. – Саратов: Саратовский госуниверситет им. Н.Г. Чернышевского. – 2015. – [http://library.sgu.ru/uch\\_lit/1255.pdf](http://library.sgu.ru/uch_lit/1255.pdf)

**б) дополнительная литература:**

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М. : Наука: Физ.-мат. лит, 2005.
2. Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений – М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007, 2010.
3. Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. Численные методы – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006, 2008, 2011.
4. Воеводин В. В., Воеводин В. В. Параллельные вычисления – СПб. : БХВ-Петербург, 2004.
5. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010.
6. Линев А. В., Боголепов Д. К., Бастраков С. И. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур/ под ред. В. П. Гергеля. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010.
7. Корняков К. В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью– М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010.
8. Эндрюс Г. Р. Основы многопоточного, параллельного и распределённого программирования /Под ред. А. Б. Ставровского. – М.; СПб.; Киев : Вильямс, 2003.
12. Ильин В.П. Методы и технологии конечных элементов – Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2007.
13. Андрейченко Д.К., Ирматов П.В., Ирматова М.С., Щербаков М.Г. О реализации конечно-элементного моделирования на кластерных системах СГУ// Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. 2010. Т. 10. Сер. Математика. Механика. Информатика. Вып. 3. С. 77-85.
14. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П. К теории комбинированных динамических систем// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2000. № 3. С. 54-69.
15. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П. Динамический анализ и выбор параметров модели гироскопического интегратора линейных ускорений с плавающей платформой// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2008. № 4. С. 76-89.
16. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Комарова М.С. Выбор параметров систем и динамический анализ газореактивных систем стабилизации с упругими стержнями// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2012. № 4. С. 101-114.
17. Андрейченко Д.К., Андрейченко К. П., Кононов В. В. Параллельный алгоритм вычисления оптимальных параметров одноканальной системы угловой стабилизации//Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. 2013. Т. 13. Сер.Математика. Механика. Информатика, вып. 4, ч. 1. С. 109-117.

**в) Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:**

1. Ведущие российские производители высокопроизводительных компьютеров. – 2012. – [http://www.parallel.ru/computers/rus\\_vendors.html](http://www.parallel.ru/computers/rus_vendors.html)
2. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 - July 2013. [Электронный ресурс]/ OpenMP Architecture Review Board. – Электрон. дан. – 2013. – Режим доступа: <http://www.openmp.org/mp-documents/OpenMP4.0.0.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
3. MPI: A Message-Parsing Interface Standard 3.0. September 21, 2012.

[Электронныйресурс]/ Message Passing Interface Forum. – Электрон. дан. – 2014 – Режимдоступа: <http://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.0/mpi30-report.pdf>, свободный – Загл. сэкрана.

User and Reference Guide for the Intel® C++ Compiler 15.0 [Электронныйресурс]/ Intel. .– Электрон. дан. – 2014 – Режимдоступа: [https://software.intel.com/en-us/compiler\\_15.0\\_ug\\_c](https://software.intel.com/en-us/compiler_15.0_ug_c), свободный – Загл. сэкрана.

4. Using the Intel MPI Library on the Intel Xeon Phi Coprocessor Systems[Электронныйресурс]/ Intel. . – Электрон. дан. – 2014 – Режимдоступа: <http://software.intel.com/en-us/articles/using-the-intel-mpi-library-on-intel-xeon-phi-coprocessor-systems>, свободный – Загл. сэкрана.

## 7. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс факультета компьютерных наук и информационных технологий (КНиИТ) с выходом на кластер высокопроизводительных вычислений КНиИТ и ПРЦНИТ СГУ, укомплектованный ускорителями Intel XeonPhi и NvidiaTesla.

## 8. Особенности проведения кандидатского экзамена дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

-для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению «09.06.01. Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Авторы программы \_\_\_\_\_



Андрейченко Д.К., д.ф.-м.н., доцент,  
зав. каф. МОВКИС

\_\_\_\_\_ 

Савин А.Н., к.ф.-м.н., доцент,  
доцент каф. ДМиИТ

  
\_\_\_\_\_ Миронов С.В., к.ф.-м.н., доцент,  
зав. каф. МКиКН

Актуализированная программа одобрена на совместном заседании кафедр МОВКИС, протокол № 1 от 31 августа 2016, ДМиИТ протокол № 1 от 29 августа 2016, МКиКН протокол № от 30 августа 2016.

Подписи:

Зав. каф. МОВКИС \_\_\_\_\_  Андрейченко Д.К.

Зав. каф. ДМиМК \_\_\_\_\_  Тяпаев Л.Б.

Зав. каф. МКиКН \_\_\_\_\_  Миронов С.В.

Декан факультета КНиИТ \_\_\_\_\_  Федорова А.Г.

**Фонд оценочных средств****1. Задания для промежуточной аттестации****Контрольные вопросы к экзамену**

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.
3. Пространства Соболева.
4. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха.
5. Булевы функции. Реализации их формулами. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
6. Полные системы булевых функций. Теорема о функциональной полноте.
7. Теория кодирования. Алфавитное кодирование. Критерий взаимной однозначности алфавитного кодирования.
8. Связь между матрицей смежности, матрицей инцидентности и степенями вершин графа.
9. Двудольные графы. Критерий двудольности графа. Необходимое и достаточное условие существования покрывающего паросочетания в двудольном графе.
10. Необходимое и достаточное условие существования в графе Эйлера пути.
11. Плоские и планарные графы. Необходимое и достаточное условие планарности графа.
12. Конечные детерминированные автоматы (Мили). Теорема Мура об эквивалентности конечных детерминированных автоматов.
13. Автоматные грамматики и языки. Лемма «о накачке».
14. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
15. Основы вариационного исчисления.
16. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность.
17. Независимость. Случайные величины и векторы.
18. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
19. Элементы теории случайных процессов.
20. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
21. Элементы теории проверки статистических гипотез.
22. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
23. Численное дифференцирование и интегрирование.
24. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений и основные методы факторизации матриц.

25. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
26. Численные методы решения полной и частичной задач нахождения собственных значений и собственных векторов матриц.
27. Преобразования Фурье, Хаара и др. Дискретное преобразование Фурье.
28. Численные методы поиска экстремума. Градиентные методы.
29. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.
30. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Явные и неявные методы. Решение «жестких» задач.
31. Принципы построения математических моделей. Модель, алгоритм, программа
32. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
33. Вариационные принципы построения математических моделей
34. Элементарные математические модели объектов управления с сосредоточенными по пространству параметрами (примеры: теория автоматического управления, механика и т.д.).
35. Типовые математические модели объектов управления с распределенными по пространству параметрами (примеры: механика деформируемых твердых тел, теория теплопроводности, гидроаэродинамика, электродинамика и т.д.)
36. Математические модели объектов управления в форме комбинированных динамических систем.
37. Архитектуры вычислительных систем. Конвейеры, суперскалярные процессоры, процессоры RISC и CISC, многопроцессорные компьютеры и кластеры. Параллелизм обработки данных и классификация архитектур вычислительных систем (SISD, SIMD, MISD, MIMD).
38. Операционные системы. Типы операционных систем. Основные функции современных операционных систем.
39. Основные парадигмы программирования (процедурное, структурное, функциональное, логическое, объектно-ориентированное и т.д.).
40. Основные этапы работы компиляторов для языков программирования высокого уровня (лексический, синтаксический и семантический анализ, оптимизация, генерация кода).
41. Объектно-ориентированное программирование. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Поля, статические и виртуальные (динамические) методы. Классы и объекты.
42. Основные характеристики компьютерных сетей. Коммутация пакетов и коммутация каналов. Интерфейсы, протоколы, стеки протоколов. Сравнение стека протоколов ISO/OSI и TCP/IP.
43. Базы данных. Внешний, концептуальный и внутренний уровни БД (ANSI). Понятие и свойства транзакции. Реляционная модель данных и основные операции реляционной алгебры.
44. Технология OpenMP: определение параллельных областей и директива parallel.

45. Директивы `single` и `master` для однократного выполнения кода в параллельной области OpenMP.
46. Параллельные циклы в OpenMP. Директива `for`.
47. Параллелизм на уровне задач в OpenMP. Директивы `sections` и `section`.
48. Параллелизм на уровне задач в OpenMP. Директивы `taskwait` и `taskwait`.
49. Барьерная синхронизация в OpenMP.
50. Критические секции в OpenMP.
51. Блокировка изменения общих переменных в OpenMP.
52. Замки (как аналог семафоров) в OpenMP.
53. Технология параллельного программирования MPI: инициализация и завершение MPI-программы.
54. Определение количества процессов и номера (ранга) процесса MPI-программы.
55. Операция блокирующей передачи сообщения в MPI.
56. Операция блокирующего приема сообщения в MPI.
57. Коммуникационные режимы при отправке и приеме сообщений в MPI.
58. Семантика парного обмена информацией между процессами MPI.
59. Инициализация неблокирующей передачи сообщения в MPI.
60. Инициализация неблокирующего приема сообщения в MPI.
61. Завершение неблокирующих операций обмена в MPI.
62. «Проба» сообщений MPI без реального приема.
63. Понятие карты и сигнатуры производного типа данных MPI.
64. Структурный способ конструирования производного типа данных MPI.
65. Широковещательная рассылка сообщения в MPI.
66. Сбор данных из всех процессов группы в корневой процесс.
67. Глобальная операция редукции в MPI.
68. Задание пользовательской операции редукции в MPI.
69. Операции над множествами процессов в группах процессов MPI: объединение, пересечение, разность множеств.
70. Конечно-разностные методы численного решения начально-краевых задач для уравнений в частных производных.
71. Проекционный метод Галеркина численного решения начально-краевых задач для уравнений математической физики.
72. Выбор базисных функций проекционного метода Галеркина.
73. Возможность для распараллеливания проекционного метода Галеркина.
74. Метод конечных элементов (МКЭ).
75. Типовые базисные функции МКЭ.
76. Возможности распараллеливания МКЭ.
77. Основные компоненты современных программных комплексов конечно-элементного моделирования.
78. Симметрия, положительная определенность и разреженность матрицы инерции.
79. Теорема об отсутствии дополнительных ненулевых блоков при факторизации Холецкого симметричных положительно определенных матриц.

80. Теорема о параллельной обработке ветвей фактор-дерева при факторизации Холецкого симметричных положительно определенных матриц
81. Матрица передаточных функций линейных и линеаризованных КДС.
82. Характеристический и возмущающие квазимногочлены (линейных и линеаризованных) КДС.
83. Определение обобщенной степени квазимногочлена.
84. Определение физически возможной квазирациональной дроби.
85. Теорема об устойчивом квазимногочлене.
86. Теорема об асимптотически устойчивых КДС.
87. Теорема о неустойчивых КДС.
88. Теорема об устойчивых, но не асимптотически, КДС.
89. Аналог метода D-разбиений. Параметрические уравнения возможных границ области устойчивости в пространстве параметров обратных связей.
90. Параметрический синтез линейной стационарной КДС с сосредоточенными входной и выходной вектор-функциями.
91. Параметрический синтез семейства линеаризованных моделей КДС.
92. Численное моделирование выходных вектор-функций и переходных процессов в нелинейных КДС на основе проекционного метода Галеркина.
93. «Жестко устойчивые» методы численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
94. Метод гармонического баланса в высших приближениях для исследования периодических процессов в КДС как вариант проекционного метода Галеркина.
95. Уравнения возмущенного движения КДС специального типа.
96. Аналоги характеристического квазимногочлена и определителя Хилла при исследовании устойчивости периодических процессов в нелинейных КДС специального типа.
97. Свойства аналога определителя Хилла для КДС специального типа.
98. Исследование устойчивости периодических решений КДС специального типа.
99. Параллельный алгоритм параметрического синтеза управляемых КДС.
100. Параллельный алгоритм параметрического синтеза семейства линеаризованных моделей КДС.
101. Параллельный алгоритм моделирования выходных вектор-функций в нелинейных КДС.
102. Параллельный алгоритм моделирования влияния типовых нелинейностей на выходные вектор-функции нелинейных КДС.
103. Современный стандарт MPI и проблема динамической балансировки вычислительной нагрузки.
104. Паттерн MAP-REDUCE параллельной обработки данных.
105. Паттерн MPI-MAP и возможность его реализации на основе функций парного обмена MPI

106. MPI-MAP и динамическая балансировка вычислительной нагрузки при параллельной реализации параметрического синтеза на кластерных системах.
107. Применение MPI-MAP для распараллеливания алгоритма параметрического синтеза семейства линейризованных моделей КДС.
108. MPI-MAP и динамическая балансировка вычислительной нагрузки при параллельной реализации численного моделирования влияния типовых нелинейностей на выходные вектор-функции управляемой КДС
109. Гетерогенные вычислительные системы и устройства-ускорители вычислений с массовым параллелизмом.
110. Использование устройств-ускорителей вычислений в узлах кластерных систем.
111. Архитектура Intel MIC (IntelXeonPhi) и новые векторные команды для обработки данных.
112. Поддержка Intel MIC в компиляторах и библиотеках высокопроизводительных вычислений корпорации Intel.
113. Реализации Intel технологии OpenMP и MPI для архитектуры Intel MIC.
114. Реализации Intel технологии MPI для архитектуры Intel MIC.

#### Критерии оценки:

<b>Отлично</b>	Систематизированы навыки выбора методов компьютерного моделирования решения модельных задач. Сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач. На все поставленные вопросы были даны правильные ответы. Показан высокий уровень владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.
<b>Хорошо</b>	Сформированы навыки выбора методов компьютерного моделирования решения модельных задач. Частично сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач. На все поставленные вопросы были даны правильные ответы. Показан средний уровень владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.
<b>Удовлетворительно</b>	Частично сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач. Не на все поставленные вопросы были даны правильные ответы. Показан средний уровень владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.
<b>Неудовлетворительно</b>	Отсутствует способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач. Отсутствуют правильные ответы на поставленные вопросы. Отсутствует требуемый уровень

	владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
--	--

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

- универсальная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

#### ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (УК-1)-I	<p><b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования. __ В (УК-1)-I</p> <p><b>Уметь:</b> выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. _ У(УК-1) - I</p> <p><b>Знать:</b> основные научные подходы к исследуемому материалу. _З (УК- 1)- I</p>
Итоговый	<p><b>Владеть:</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических</p>

<p>уровень <b>(УК-1)-II</b></p>	<p>задач, в том числе в междисциплинарных областях;  навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.  __ В (УК-1)- II  <b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;  при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений. _У(УК-1) - II  <b>Знать:</b> основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области. _3 (УК- 1)- II</p>
-------------------------------------	---

<p>Этап (уровень) освоения компетенции</p>	<p>Критерии оценивания результатов обучения</p>			
	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>	<p>5</p>
<p>Входной уровень <b>(УК-1)-I</b></p>	<p>Фрагментарные знания и навыки использования методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Общие, но не структурированные знания и навыки использования методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания и навыки использования основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных</p>	<p>Сформированные систематические знания и умение использования методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных</p>
<p>Итоговый уровень <b>(УК-1)-II</b></p>	<p>Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по</p>	<p>Общее, но не систематизированное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности</p>	<p>Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и</p>

	решению исследовательских и практических задач.	деятельности по решению исследовательских и практических задач.	по решению исследовательских и практических задач.	практических задач.
--	---	---	--	---------------------

### КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1)

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*- общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.*

#### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень	<b><u>Владеть</u></b> : навыками формализации поставленной задачи по теме своих исследований и навыками ее программной реализации. В (ОПК-1)-I

<b>(ОПК-1)-I</b>	<p><b>Уметь:</b> формализовать поставленную прикладную задачу, применить адекватный математический аппарат для её решения и соответствующие программные средства для компьютерной реализации; _У(ОПК-1) - I</p> <p><b>Знать:</b> способы формализации поставленной задачи по теме своих исследований и способы ее программной реализации. _З(ОПК-1)- I</p>
Итоговый уровень <b>(ОПК-1)-II</b>	<p><b>Владеть</b> навыками построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, навыками разработки методов и оптимизации алгоритмов для компьютерного моделирования, а также навыками использования современных технологий программирования для программной реализации поставленных задач. __В(ОПК-1)- II</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять построение и анализ математических моделей по теме своих исследований, разрабатывать методы решения поставленных задач и выполнять оптимизацию алгоритмов для их компьютерного моделирования, а также уметь использовать современные технологии программирования для программной реализации поставленных задач. _У(ОПК-1) - II</p> <p><b>Знать:</b> методы построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, разрабатывать методы решения поставленных задач и выполнять оптимизацию алгоритмов для их компьютерного моделирования, современные технологии программирования для программной реализации поставленных задач. _З(ОПК-1)- II</p>

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
Входной уровень <b>(ОПК-1)-I</b>	Навыки построения типовых математических моделей являются поверхностными, и нет опыта их компьютерной реализации	Имеются навыки построения типовых математических моделей, но нет опыта их компьютерной реализации	Имеются навыки построения типовых математических моделей сформированы не полностью, и нет систематического опыта их компьютерной реализации	Сформированы навыки построения типовых математических моделей и их компьютерной реализации
Итоговый уровень <b>(ОПК-1)-II</b>	Сформированы поверхностные навыки построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, и отсутствуют навыки	Сформированы поверхностные навыки построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, и поверхностные навыки разработки методов для компьютерного	Сформированы навыки построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, и навыки разработки методов для компьютерного моделирования. Отсутствуют навыки оптимизации	Сформированы навыки построения и анализа математических моделей по теме своих исследований, навыки разработки методов и оптимизации алгоритмов для компьютерного моделирования, а также навыки использования

	разработки методов для компьютерного моделирования.	моделирования.	алгоритмов для компьютерного моделирования	для современных технологий программирования для программной реализации поставленных задач.
--	---	----------------	--	--

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

**КОМПЕТЕНЦИЯ:** способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3)

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*- общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.*

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (ОПК-3)-I	<p><b><u>Владеть:</u></b> способностью к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования. __ В (ОПК-3)-I</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> самостоятельно приобретать с помощью информационно-коммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний. __ У(ОПК-3) - I</p>

	<b><u>Знать</u></b> : основные тенденции развития информатики и естественнонаучного и математического знания в соответствующей области науки. _3 (ОПК-3)- I
Итоговый уровень (ОПК-3)-II	<b><u>Владеть</u></b> : способностью к самостоятельному обучению и профессиональной разработке новых методов исследования, а также к оценке их качества. __ В (ОПК-3)- II <b><u>Уметь</u></b> : самостоятельно приобретать с помощью информационно-коммуникационных технологий и профессионально использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний. _У (ОПК-3) - II <b><u>Знать</u></b> : современные достижения в развития информатики и естественнонаучного и математического знания в соответствующей области науки. _3 (ОПК-3)- II

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
Входной уровень (ОПК-3)-I	Фрагментарное применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования	Несистематическое применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования	Систематическое с отдельными пробелами применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования	Успешное и систематическое применение навыков обучения и разработке новых методов исследования
Итоговый уровень (ОПК-3)-II	Фрагментарное применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности	Несистематическое применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности	Систематическое с отдельными пробелами применение навыков самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности	Успешное и систематическое применение навыков обучения и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности

### КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-4)

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

- общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (ОПК-4)-I	<p><b><u>Владеть:</u></b> способностью самостоятельной организации работы коллектива исполнителей. __ В (ОПК-4)-I</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> самостоятельно определять порядок выполнения работ. _У(ОПК-4) - I</p> <p><b><u>Знать:</u></b> основные этапы организации работы коллектива в области профессиональной деятельности. _З (ОПК-4)- I</p>
Итоговый уровень (ОПК-4)-II	<p><b><u>Владеть:</u></b> способностью самостоятельной организации работы коллектива исполнителей, к управлению их деятельностью и к контролю качества их работы. __ В (ОПК-4)- II</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> самостоятельно определять и оптимизировать порядок выполнения работ. _У (ОПК-4) - II</p> <p><b><u>Знать:</u></b> основные этапы организации работы коллектива в области профессиональной деятельности, основные методы управления деятельности коллектива исполнителей и контроля качества их работы _З (ОПК-4)- II</p>

Этап (уровень)	Критерии оценивания результатов обучения
----------------	--

<b>освоения компетенции</b>	2	3	4	5
<b>Входной уровень (ОПК-4)-I</b>	Навыки самостоятельной организации работы коллектива исполнителей сформированы не полностью	Фрагментарное применение навыков самостоятельной организации работы коллектива исполнителей	Несистематическое применение навыков самостоятельной организации работы коллектива исполнителей	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельной организации работы коллектива исполнителей
<b>Итоговый уровень (ОПК-4)-II</b>	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных. Отсутствие навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных. Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	Несистематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных. Несистематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР. Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки

### **КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ**

**КОМПЕТЕНЦИЯ:** способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5)

#### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ**

- общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (ОПК-5)-I	<b><u>Владеть</u></b> технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований. __ В (ОПК-5)-I <b><u>Уметь</u></b> : формировать и отстаивать научную новизну собственных исследований. _У (ОПК-5) - I <b><u>Знать</u></b> : основные направления, проблемы и методы в области исследования. _З (ОПК-5)- I
Итоговый уровень (ОПК-5)-II	<b><u>Владеть</u></b> : специализированными технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований __ В (ОПК-5)- II <b><u>Уметь</u></b> : формировать и аргументировано отстаивать научную новизну собственных исследований. _У (ОПК-5) - II <b><u>Знать</u></b> : перспективные направления, нерешенные проблемы и наиболее эффективные методы решения задач в области исследования _З (ОПК-5)- II

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5

Входной уровень <b>(ОПК-5)-I</b>	Фрагментарные представления об основных направлениях в области исследования	Несистематические представления об основных направлениях в области исследования	Систематические с отдельными пробелами представления об основных направлениях в области исследования	Сформированные систематические представления о направлениях в области исследования
Итоговый уровень <b>(ОПК-5)-II</b>	Фрагментарные представления об основных направлениях, проблемах и методах в области исследования	Несистематические представления об основных направлениях, проблемах и методах в области исследования	Систематические с отдельными пробелами представления об основных направлениях, проблемах и методах в области исследования	Сформированные систематические представления о направлениях, проблемах и методах в области исследования

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: владение методами математического моделирования (ПК-1)

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*-профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.*

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап	Планируемые результаты обучения
------	---------------------------------

(уровень) освоения компетенции	(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (ПК-1)-I	<b><u>Владеть:</u></b> умением построить математическую модель. __ В (ПК-1)-I <b><u>Уметь:</u></b> выполнять построение математических моделей. _ У(ПК-1) - I <b><u>Знать:</u></b> отдельные методы математического моделирования. _ З (ПК-1)- I
Итоговый уровень (ПК-1)-II	<b><u>Владеть:</u></b> умением построить модель реального физического процесса. __ В (ПК-1)- II <b><u>Уметь:</u></b> выполнять построение и анализ математических моделей, проектировать методы компьютерного моделирования. _ У (ПК-1) - II <b><u>Знать:</u></b> общие принципы математического моделирования. _ З (ПК-1)- II

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
Входной уровень (ПК-1)-I	Имеются знания отдельных методов математического моделирования. Отсутствуют навыки построения математической модели	Поверхностное знание отдельных методов математического моделирования	Умение построить математическую модель и знание отдельных методов моделирования	Умение построить математическую модель и сформировано систематизированное знание методов математического моделирования
Итоговый уровень (ПК-1)-II	Фрагментарное знание принципов математического моделирования. Отсутствуют навыки построения математических моделей	Знание принципов математического моделирования сформировано не полностью. Имеются поверхностные навыки построения математических моделей	Знание принципов математического моделирования не систематизировано. Сформированы отдельные навыки построения и анализа математических моделей, проектирования методов компьютерного моделирования, построения моделей реального	Знание принципов математического моделирования. Сформированные навыки построения и анализа математических моделей, навыки проектирования методов компьютерного моделирования, навыков построения моделей

			физического процесса.	реального процесса.	физического процесса.
--	--	--	-----------------------	------------------------	--------------------------

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: владеть методами компьютерного моделирования для решения прикладных задач (ПК-2)

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*-профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», уровень ВО подготовка кадров высшей квалификации, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям; преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.*

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Входной уровень (ПК-2)-I	<p><b><u>Владеть</u></b>: способностью реализовать отдельные методы компьютерного моделирования. __ В (ПК-2)-I</p> <p><b><u>Уметь</u></b>: реализовать отдельные методы компьютерного моделирования. _ У (ПК-2) - I</p> <p><b><u>Знать</u></b>: отдельные методы компьютерного моделирования. _ З (ПК-2)- I</p>
Итоговый уровень (ПК-2)-II	<p><b><u>Владеть</u></b>: способностью анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач. __ В (ПК-2)- II</p> <p><b><u>Уметь</u></b>: выбрать методы компьютерного моделирования решения модельных задач. _ У (ПК-2) - II</p> <p><b><u>Знать</u></b>: основные методы компьютерного моделирования. _ З (ПК-2)- II</p>

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
Входной уровень (ПК-2)-I	Отсутствует способность анализировать и реализовывать отдельные методы компьютерного моделирования	Частично сформирована способность анализировать и реализовывать отдельные методы компьютерного моделирования	Сформированы навыки выбора отдельных методов компьютерного моделирования решения модельных задач.	Систематизированы навыки выбора отдельных методов компьютерного моделирования решения модельных задач
Итоговый уровень (ПК-2)-II	Отсутствует способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач	Частично сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач	Сформированы навыки выбора методов компьютерного моделирования решения модельных задач. Частично сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач	Систематизированы навыки выбора методов компьютерного моделирования решения модельных задач. Сформирована способность анализировать и реализовывать выбранные методы компьютерного моделирования при решении прикладных задач.