Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

филиала МГУ в г. Дубне

_____/ Э.Э. Боос /

«01» сентября 2025г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки / специальность:

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (профиль) ОПОП:

Методы и технологии обработки данных в гетерогенных вычислительных средах

Форма обучения:

очная

Дубна 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от _____20___ г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:
Дисциплина относится к базовой части ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	**Индикатор (показатель) достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций**
ОПК-3. Способность создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты СПК-2. Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах	Знает и умеет применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники Способен осуществлять математическое моделирование процессов. Способен применять суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования.	**Знать** Архитектуры промежуточного программного обеспечения (Middleware). **Уметь** Реализовывать программные модули для управления данными в грид-среде **Владеть** Практикой управления виртуальными машинами, процессами, задачами.

Источники компетенций – образовательный стандарт и профиль.
Индикаторы и результаты обучения формулируются автором рабочей программы

4. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 72 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)**
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Раздел 1. Архитектура современных высокопроизводительных вычислительных систем: история и направления развития, классификация, методы тестирования и теоретических оценок производительности	6	4	5	15	опрос,тести-рование
Раздел 2. Обзор современных технологий высокопроизво-дительных вычислений.	6	4	5	15	опрос, тести-рование
Раздел 3. Технология MPI – общая характеристика, основные конструкции, практическое использование	8	10	10	28	опрос, тести-рование, реше-ние задач на се-минар-ских заня-тиях, конт-роль-ная

					работа
Раздел 4. Технология OpenMP – общая характеристика, основные конструкции, практическое использование	8	10	10	28	опрос, тести-рова-ние, реше-ние задач на се-минар-ских заня-тиях, конт-роль-ная работа
Раздел 5. Основы разработки параллельных алгоритмов. Графовые модели программ и алгоритмов. Параллельные аналоги типовых вычислительных задач	8	8	6	22	опрос, тести-рова-ние, реше-ние задач на се-минар-ских заня-тиях
Другие виды самостоятельной работы (отсутствуют)	—	—			—
Промежуточная аттестация (экзамен)					
Итого	*36*	*36*	*36*	108	—

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Раздел 1. Архитектура современных высокопроизводи-тельных вычислительных систем: история и направления развития, классификация, методы тестирования и теоретических оценок производительности	История развития и повышения производительности современных вычислительных систем. Принципы фон Неймана. Обзор основных типов и направлений развития высокопроизводительных вычислительных систем. Методы классификации вычислительных систем и тестирования их производительности. Закон Амдала: основная формула и ее следствия.
2.	Раздел 2. Обзор современных технологий	Классификация технологий параллельных и распределенных вычислений. Технологии на

	высокопроизводительных вычислений.	основе обмена сообщениями. Технологии на основе директив компилятору. Вычисления общего назначения на графических процессорах. Векторные вычисления. Особенности организации высокопроизводительных вычислений в глобально распределенных (метакомпьютинговых) средах.
3.	Раздел 3. Технология MPI – общая характеристика, основные конструкции, практическое использование	Технология MPI: общая структура, процедуры общего назначения, группы, коммуникаторы, типы данных. Синхронное и асинхронное взаимодействие процессов, объединение запросов на взаимодействие, коллективные операции, совмещение приема\передачи, работа с группами процессов, виртуальные топологии
4.	Раздел 4. Технология OpenMP – общая характеристика, основные конструкции, практическое использование	OpenMP: общая характеристика, конструкции для организации параллельных областей, способы регулирования количества нитей. Конструкции параллельного выполнения циклов и независимых фрагментов. Особенности работы с общими и локальными данными. Основные конструкции для синхронизации нитей. Редукция в OpenMP.
5.	Раздел 5. Основы разработки параллельных алгоритмов. Графовые модели алгоритмов и программ. Параллельные аналоги типовых вычислительных методов	Виды и способы реализации параллелизма. Параллелизм по данным, функциональный параллелизм, конвейерность, модель «клиент – сервер». Графовые модели алгоритмов и программ. Понятие информационной зависимости операций по данным. Микро- и макро-параллелизм. Примеры параллельных аналогов типовых численных методов

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Примеры тем для устного опроса

1. Классическая систематика Флинна.
2. Тест Linpack для оценки производительности вычислительных систем.
3. Формула Амдала для оценки ускорения вычислений при параллельной реализации алгоритма (программы).
4. Основные особенности технологии MPI.
5. Основные особенности технологии OpenMP.
6. Понятие векторизации вычислений.
7. Реализация идеи векторных вычислений в рамках технологии AVX.

8. Главные особенности глобально распределенных сред .
9. Классификация систем распределенных вычислений в глобально распределенных средах.
10. Особенности архитектуры графических процессоров, определивших их популярность для вычислений общего назначения.
11. Технология CUDA – основные особенности.
12. Параллелизм по данным и функциональный параллелизм.
13. Принцип конвейерности как один из вариантов организации параллелизма.

Примеры вопросов для тестирования по материалам лекций (нужно выбрать один верный ответ из предложенных)

1. Что оценивается по формуле Амдала?
Варианты ответов:
- ускорение вычислений в зависимости от количества параллельных вычислительных узлов (верный ответ);
- ускорение вычислений в зависимости от тактовой частоты процессора;
- ускорение вычислений в зависимости от количества обменов между параллельными процессорами.

2. Для какого типа вычислительных систем разработана технология CUDA?
Варианты ответов:
- графические процессоры (верный ответ);
- ГРИД;
- многоядерные микропроцессоры;
- суперкомпьютеры Cray.

3. Для чего предназначена функция MPI_Isend?
Варианты ответов
- Блокирующая отправка данных MPI-процессу с указанным номером;
- Неблокирующая отправка данных MPI-процессу с указанным номером (верный ответ);
- Блокирующая отправка данных всем MPI-процессам в группе;
- Неблокирующая отправка данных всем MPI-процессам в группе.

4. Функция omp_get_num_threads - это:
Варианты ответов
- функция для установления количества нитей в параллельных блоках OpenMP-программы;
- функция, возвращающая количество нитей (верный ответ);
- функция, возвращающая номер нити.

5. Какую пару операций нельзя выполнить параллельно при заданных значениях Y, B, C?
Варианты ответов:
- X=Y+10; A=B*C;
- X=Y+10; A=10-C;
- B=Y+10; A=B+C; (верный ответ)

6. В какой метрике оцениваются результаты теста LINPACK для оценки производительности вычислительных систем?

Варианты ответов:
- ГГц;
- MIPS;
- MFLOPS (верный ответ).

7. Какая система относится к глобально распределенным?
Варианты ответов:
- многоядерный процессор;
- графический процессор;
- ГРИД (верный ответ);
- все относятся.

8. Какая MPI-процедура возвращает номер параллельного процесса в группе?
Варианты ответов
- MPI_Comm_rank (верный ответ);
- MPI_Comm_size;
- MPI_Init.

9. Какая опция прагмы omp parallel позволяет выполнять глобальные операции над данными из разных нитей параллельного блока?
Варианты ответов
- num_threads;
- reduction (верный ответ);
- shared;
- private.

10. Что такое «параллелизм по данным»?
Варианты ответов
- одна и та же последовательность операций одновременно выполняется над большим набором данных (верный ответ);
- несколько наборов данных считываются из разных файлов;
- данные представляют собой график из нескольких параллельных линий.

Примеры заданий для контрольных работ на семинарах

Пример 1. Написать MPI-программу, корректно работающую для трех и более MPI-процессов, выполняющую следующее.
Процесс номер 1 присваивает целой переменной a значение 555 и пересылает это значение процессу номер 0 с помощью процедуры MPI_Send; присваивает целой переменной b значение 666 и пересылает это значение процессу номер 2 с помощью процедуры MPI_Send. Процесс номер 0 получает a от процесса номер 1 с помощью вызова процедуры MPI_Recv и выводит на дисплей. Процесс номер 2 получает b от процесса номер 1 с помощью вызова процедуры MPI_IRecv и выводит на дисплей b и количество MPI-процессов в группе.

Пример 2. Написать OpenMP-программу, выполняющую следующее.
Задаются целые переменные a=10 и b=20, которые являются общими для параллельного блока, организованного с помощью прагмы omp parallel. Устанавливается число нитей в параллельных фрагментах, равное 7, с помощью опции num_threads прагмы omp parallel . Внутри параллельного блока с помощью прагмы sections организуются три параллельных блока, в первом из которых вычисляется c=a+1. Во втором d=b*2. В третьем f=a+b. Каждая

нить, задействованная для выполнения параллельного фрагмента, печатает свой номер. После завершения параллельного блока выводится на экран результирующие значения

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания

Вопросы к экзамену

1. Классификация вычислительных систем по Флинну
2. Классификация вычислительных систем по Фенгу.
3. Виды бенчмарков для оценки производительности вычислительных систем.
4. Тест LINPACK для оценки производительности вычислительных систем.
5. Закон Амдала для теоретической оценки ускорения параллельных вычислений и предельные соотношения.
6. Векторная обработка данных. Реализация векторных вычислений в «классических» векторно-конвейерных компьютерах (на примере Cray C90) и в современных микропроцессорах (на примере Intel Xeon Phi).
7. Особенности систем с общей и распределенной памятью, NUMA и ccNUMA архитектура, вычислительные кластеры.
8. Метакомпьютинг: характерные особенности, виды распределенных вычислительных систем.
9. Иерархия памяти в современных вычислительных системах. Проблема кэш-когерентности и варианты ее решения.
10. Методы повышения производительности современных микропроцессоров – суперскалярность, концепция VLIW,конвейерность, многопоточность, многоядерность.
11. Графические процессоры: применение для вычислений общего назначения, технологии программирования
12. Технология CUDA.
13. Понятие информационной структуры программ. Варианты представления в виде графовых моделей. Понятие информационной зависимости по данным
14. Понятие графа алгоритма, каноническая форма графа, концепция неограниченного параллелизма.
15. Варианты организации параллельных вычислений. Параллелизм по данным и функциональный параллелизм.
16. Технология MPI: общая характеристика, группы, коммуникаторы, процедуры общего назначения.
17. Технология MPI: процедуры взаимодействия между отдельными процессами.
18. Технология MPI: процедуры коллективного взаимодействия процессов
19. Технология MPI: объединение запросов на взаимодействие, совмещение приема\передачи.
20. Технология MPI: виртуальные топологии.
21. Технология MPI: методы передачи разнотипных данных.
22. OpenMP: общая характеристика, конструкции для организации параллельных областей, способы регулирования количества нитей.
23. OpenMP: конструкции параллельного выполнения циклов и независимых фрагментов.
24. OpenMP: особенности работы с общими и локальными данными.
25. OpenMP: основные конструкции для синхронизации нитей.
26. Редукция в технологии OpenMP.

Примерные темы семинарских заданий

1. Введение в параллельные и распределенные вычисления. Связь между особенностями архитектуры вычислительных систем и технологиями параллельных вычислений. Цель параллельной реализации алгоритмов, априорная оценка потенциального эффекта параллелизма на основе закона Амдала. Общие принципы создания параллельных программ.
2. Регистрация на удаленном вычислительном кластере на базе ОИЯИ. Практическое ознакомление с порядком работы на кластере, базовыми командами ОС LINUX, практическая реализация и запуск простейшей программы в интерактивном и batch-режиме.
3. Введение в технологию MPI: общая структура, процедуры, группы, коммуникаторы, типы данных. Простейшая MPI-программа.
4. Функции для определения номера процесса и размера группы; распределение работы между процессами. Примеры распределения работы между процессами.
5. Технология MPI: обмен данными между отдельными процессами. Функции блокирующего обмена.
6. Технология MPI: функции неблокирующего обмена данными между отдельными процессами, процедура совмещенного обмена.
7. Технология MPI: Коллективное взаимодействие процессов. Функция MPI_Bcast для широковещательной рассылки данных. Функция MPI_Reduce для глобальных вычислительных операций.
8. Технология MPI: варианты параллельной реализации циклов.
9. Введение в технологию OpenMP – общая характеристика, организация параллельных областей. Особенности технологии OpenMP в сравнении с MPI Простейшая OpenMP-программа.
10. Технология OpenMP: варианты регулирования количества нитей в параллельных блоках, функции для определения количества нитей и номера нити, работа с общими и локальными данными.
11. Технология OpenMP: параллельное выполнение циклов.
12. Технология OpenMP: параллельное выполнение независимых фрагментов.
13. Технология OpenMP: синхронизация нитей в параллельных областях, особенности применения опции редукции.
14. Параллельная реализация вычисления суммы ряда.
15. Параллельная реализация квардатурной формулы трапеций.
16. Параллельная реализация перемножения двух матриц.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка / виды оценочных средств	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания *(виды оценочных средств: опрос, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: практические*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности	Успешное и систематическое умение

задания)			непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

7. Ресурсное обеспечение:
7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

1. Воеводин В.В., Воеводин В.В. Параллельные вычисления: Пособие -СПб: Изд-во БХВ Петербург, 2015. - 603 с.
2. В.П.Гергель. Теория и практика параллельных вычислений. М.Ж БИНОМ – 2016 – 423с.
3. Основы высокопроизводительных вычислений: учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, В.В. Малышенко и др. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 2. Технологии параллельного программирования. - 412 с. - ISBN 978-5-8353-1246-7. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232204&sr=1
4. Таненбаум Э., Остин Т., Архитектура компьютера – 6. изд. -СПб.: Питер, 2022. – 816 с.

Дополнительная литература

1. Радченко Г.И. Распределённые вычислительные системы: учебное пособие. Челябинск: Изд-во Фотохудожник, 2012. – 184 с.
2. М.В. Башашин, Е.В. Земляная, О.И. Стрельцова. Практическое введение в технологию MPI на кластере HybriLIT. Учебное пособие. Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2019. — 50[2] с., ISBN 978-5-89847-571-0
3. М.В. Башашин, Е.В. Земляная, О.И. Стрельцова. Основы технологии OpenMP на кластере HybriLIT. Учебное пособие. Университет «Дубна», 2020 - 50[2] с. ISBN 978-5-89847-598-7
4. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей, -СПб.: Питер, 2007. - 509 с.
5. Антонов, А. С. Технологии параллельного программиро-вания MPI и OpenMP : учебное пособие / А.С. Антонов. – М. : Изд-во МГУ, 2012. – 344 с.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Ubuntu 18.04.
2. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
3. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
4. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
5. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. http://www.edu.ru – портал Министерства образования и науки РФ
2. http://www.ict.edu.ru – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. http://www.openet.ru - Российский портал открытого образования
4. http://www.mon.gov.ru - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. http://www.fasi.gov.ru - Федеральное агентство по науке и инновациям

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: http://www.mathnet.ru

2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.biblioclub.ru

3. Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.ebiblioteka.ru

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : информационный портал / ООО "РУНЭБ" ; Санкт-Петербургский государственный университет. - М. : [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.eLibrary.ru

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Филиал МГУ в г. Дубне, ответственный за реализацию данной Программы, располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием.

Материальная база подразделения соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

8.1. Формы и методы преподавания дисциплины

(перечисляются в соответствии с таблицей 5.1.)

Используемые формы и методы обучения:

лекции

семинарские занятия

самостоятельная работа студентов.

В процессе преподавания дисциплины преподаватель использует как классические формы и методы обучения (лекции и семинарские занятия), так и активные методы обучения.

При проведении лекционных занятий преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Семинарские занятия проводятся в форме проблемной ситуации, когда некоторый аспект рассмотренной темы излагается преподавателем более подробно. Часть информации конспектируется. Большая часть времени выделена на работу с использованием компьютерной техники и программного обеспечения.

В рамках курса используются активные и интерактивные методы обучения в процессе проведения занятий. Основными особенностями интерактивных занятий являются интерактивные практические упражнения и задания, которые выполняются обучающимися не только и не столько на закрепление изученного материала, но и на самостоятельное изучение нового.

8.2. Методические рекомендации преподавателю

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить студентов с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

1) формулирует тему и цель занятия;

2) излагает основные теоретические положения;

3) с помощью мультимедийного оборудования и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;

4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;

5) в конце занятия дает вопросы для самостоятельного изучения.

Для семинарских занятий

Подготовка к проведению занятий проводится регулярно. Организация преподавателем семинарских занятий должна удовлетворять следующим требования: количество занятий должно соответствовать учебному плану программы, содержание планов должно соответствовать программе, план занятий должен содержать перечень рассматриваемых вопросов.

Во время семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся.

При подготовке семинарскому занятию преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение.

В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность.

Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя

8.3. Методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, встретиться с преподавателем, ведущим дисциплину, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, осуществить запись на соответствующий курс в среде электронного обучения университета.

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы студента на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

На лекциях важно сосредоточить внимание на ее содержании. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине. Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы. Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности студентов.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Прочное усвоение и долговременное закрепление учебного материала невозможно без продуманной самостоятельной работы. Такая работа требует от студента значительных усилий, творчества и высокой организованности. В ходе самостоятельной работы студенты выполняют следующие задачи: дорабатывают лекции, изучают рекомендованную литературу, готовятся к практическим занятиям, к коллоквиуму, контрольным работам по отдельным темам дисциплины. При этом эффективность учебной деятельности студента во многом зависит от того, как он распорядился выделенным для самостоятельной работы бюджетом времени.

Результатом самостоятельной работы является прочное усвоение материалов по предмету согласно программы дисциплины. В итоге этой работы формируются профессиональные умения и компетенции, развивается творческий подход к решению возникших в ходе учебной деятельности проблемных задач, появляется самостоятельности мышления.

Решение задач

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи).

Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом.

Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Задача — это цель, заданная в определенных условиях, решение задачи — процесс достижения поставленной цели, поиск необходимых для этого средств.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Запишите основные понятия, формулы, описывающие процессы, предложенные заданной системой.
7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.
9. Проверьте правильность решения задания.
10. Произведите оценку реальности полученного решения.
11. Запишите ответ.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.ф.-м.н. Земляная Е.В.