

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Анализ производительности и оптимизация
программного обеспечения

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
090404 Программная инженерия

Направленность образовательной программы
Технологии цифровой трансформации

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Б1.В.04, Анализ производительности и оптимизация программного обеспечения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» профиля подготовки «Технологии цифровой трансформации».

Дисциплина преподается в 1 семестре. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 час., зачет.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина « Б1.В.04, Анализ производительности и оптимизация программного обеспечения » относится к части ООП направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», формируемой участниками образовательных отношений

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

№ п/п	Код компетенции*	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	ПК-12	Владеет методами поддержки разработки архитектуры ИС	ПК-12.1. Знает инструменты и методы проектирования архитектуры ИС	Собеседование (зачет)
			ПК-12.2. Умеет проектировать архитектуры ИС	Проект (текущий контроль)
			ПК-12.3. Имеет практический опыт проверки (верификации) архитектуры ИС	Проект (текущий контроль)

3. Структура и содержание дисциплины «Анализ производительности и оптимизация ПО»

Объем дисциплины (модуля) составляет

3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых

33 часа составляет **контактная** работа обучающегося с преподавателем:

16 часов занятия лекционного типа,

16 часов занятия семинарского типа (практические занятия /лабораторные работы),
1 час мероприятия текущего контроля

75 часов составляет **самостоятельная** работа обучающегося

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа студента (часы)
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Консультации индивидуальные	Всего контактных часов	
Введение в оптимизацию программ.	15	2	2			4	11
Анализ эффективности алгоритмов и алгоритмическая оптимизация.	17	3	3			6	11
Оптимизация структур данных.	15	2	2			4	11
Архитектура ЭВМ: механизмы, влияющие на производительность.	15	2	2			4	11
Векторизация вычислений.	15	2	2			4	11
Использование специализированного ПО для оптимизации.	14	2	2			4	10
Программная оптимизация на примерах.	16	3	3			6	10
В том числе текущий контроль	1					1	
Итого:	108	16	16			33	75
Промежуточная аттестация: Зачет							

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: проведение лабораторных работ, выполнение проектов.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: создание и сопровождение архитектуры программных средств, разработка и тестирование программного обеспечения;
- компетенций – ПК-12.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов подразделяется на следующие категории:

- Изучение учебной литературы (см. п. 6).
- Выполнение домашних практических заданий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Анализ производительности и оптимизация программ, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=6080>), созданный в системе электронного обучения ННГУ <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозмож-	При решении стандартных задач не продемонстрир	Продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения,	Продемонстрированы все основные умения,

	ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего- ся от ответа	ированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	решены все основные задачи с отдельными несущест- венным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможнос- ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего- ся от ответа	При решении стандартных задач не продемонстр- ированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонст- рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстри- рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр- ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр- ирован творческий подход к решению нестандартны х задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы к зачету

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Оптимизация программ. Цели, задачи, принципы, критерии, правила, примеры.	ПК-12
2. Основные критерии оптимизации программ. Взаимодействие критериев.	ПК-12
3. Понятие бенчмарка. Выбор бенчмарка. Требования к бенчмарку. Методика измерения времени при проведении серии экспериментов для оценивания производительности.	ПК-12
4. Виды оптимизации программ. Примеры.	ПК-12
5. Элементы теории сложности. Оценки сложности. Примеры.	ПК-12
6. Алгоритмическая оптимизация на примере одного из классических разделов курса «Алгоритмы и структуры данных» по выбору студента.	ПК-12
7. Архитектурные механизмы, влияющие на производительность.	ПК-12
8. Программная оптимизация. Примеры.	ПК-12
9. Оптимизация вычислений с плавающей запятой. Использование математических функций. Вопросы точности и производительности.	ПК-12
10. Оптимизация производительности в параллельных программах. Особенности оптимизации, связь с эффективностью масштабируемости.	ПК-12
11. Использование оптимизирующих компиляторов. Управление современными оптимизирующими компиляторами на примере Intel C/C++ Compiler.	ПК-12
12. Использование специализированных высокопроизводительных библиотек на примере Intel Math Kernel Library. Пример (по выбору студента).	ПК-12
13. Оптимизация вычислений в задаче матричного умножения.	ПК-12
14. Современные метрики для оценивания производительности. Roofline-модель.	ПК-12

Типовые темы проектов для оценивания результатов обучения (ПК-12):

Студентам предлагаются следующие темы проектов (лабораторных работ) для оценивания результатов обучения (ПК-12.2, ПК-12.3):

1) Лабораторная работа (проект) «Алгоритмы умножения плотных матриц».

Требуется разработать программу для умножения плотных квадратных матриц. Элементами матриц являются числа с плавающей запятой двойной точности. Результатом работы программы является плотная матрица. Оценивание результатов выполняется в смысле а) работоспособности программы – малое отклонение результата от эталона; б) производительности программы – время, затраченное на выполнение умножения.

Программная реализация выполняется на языках С или С++. Допускается использование технологий параллельного программирования OpenMP, Cilk Plus, TBB. Используется пакет программ Intel Parallel Studio XE (компилятор, профилировщик). Целевая архитектура выбирается исходя из текущих технических возможностей суперкомпьютера ННГУ «Лобачевский».

Подробные технические требования и спецификации передаются студентам в начале семестра. Данное задание может быть выдано студентам в разных формулировках (пример: прямоугольные матрицы, целочисленные значения, одинарная точность и т.д. – не менее четырех разновидностей).

2) *Лабораторная работа (проект) «Алгоритмы умножения разреженных матриц».*

Требуется разработать программу для умножения разреженных квадратных матриц в формате Compressed Sparse Rows. Элементами матриц являются числа с плавающей запятой двойной точности. Результатом работы программы является разреженная матрица. Оценивание результатов выполняется в смысле а) работоспособности программы – малое отклонение результата от эталона; б) производительности программы – время, затраченное на выполнение умножения.

Программная реализация выполняется на языках С или С++. Допускается использование технологий параллельного программирования OpenMP, Cilk Plus, TBB. Используется пакет программ Intel Parallel Studio XE (компилятор, профилировщик). Целевая архитектура выбирается исходя из текущих технических возможностей суперкомпьютера ННГУ «Лобачевский».

Подробные технические требования и спецификации передаются студентам в начале семестра. Данное задание может быть выдано студентам в разных формулировках (пример: прямоугольные матрицы, целочисленные значения, одинарная точность, разные форматы хранения т.д. – не менее 10 разновидностей).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1) Голдштейн С., Оптимизация приложений на платформе .NET [Электронный ресурс]. - М. : ДМК Пресс, 2014. - 524 с. - Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749448.html>

б) дополнительная литература:

- 2) Во Х., Оптимизация производительности приложений для iOS. - М.: ДМК Пресс, 2013. - 320 с.: ил. [Электронный ресурс] - Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940748564.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Учебные курсы Академии Интел. <http://www.intuit.ru/academies/companiesn/41/info>
2. Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
3. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
4. Среда разработки Intel Parallel Studio XE, образовательная лицензия Intel.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской маркерной, персональными компьютерами «Рабочая станция тип 1» – 13 шт., плазменной панелью, проектором высокого разрешения с настенным креплением, металлизированным экраном.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедрах Математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ФГОС ВО по направлению подготовки 090404 Программная инженерия

Автор: к.т.н., доцент кафедры МОСТ, Мееров И.Б.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры ИАНИ, Басалин П.Д

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н, проф. заведующий кафедрой МОСТ Стронгин Р.Г.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.