

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 № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Профессиональный C++

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Компьютерные науки и приложения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Профессиональный C++ относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-11: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	<p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p>	<p>ПК-11.1: Знает основы ИТ в области КС и КГ и имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять навыки проектирования и разработки и развития ИТ-решений на основе разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки проектирования и разработки и развития ИТ-решений на основе разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения производственно-технологических задач</p>	Задачи	Зачёт: Задачи
ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных	ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1: Знает основы ИТ в области КС и КГ и имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения	Задачи	Зачёт: Задачи

проблем и задач	<p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p>	<p>научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.2: Умеет применять навыки проектирования и разработки и развития ИТ-решений на основе разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки проектирования и разработки и развития ИТ-решений на основе разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения научных проблем и задач</p>		
-----------------	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Метапрограммирование.	11	2	2	4	7
Многопоточность.	11	2	2	4	7
Атомарные переменные.	11	2	2	4	7
Модель памяти C++.	9	1	1	2	7
Сетевое программирование.	11	2	2	4	7
Сопрограммы.	8	1	1	2	6
gRPC.	8	1	1	2	6
Clang и llvm.	7	1	1	2	5
Санитайзеры.	7	1	1	2	5
Сборка и линковка.	8	1	1	2	6
Профилирование программ.	8	1	1	2	6
C++26.	8	1	1	2	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Метапрограммирование. Шаблоны, `sfinae`, концепты. Ключевые слова `constexpr`, `constinit`.
2. Многопоточность. Создание, удаление потоков, классы `std::thread` и `std::jthread`.
3. Атомарные переменные. Разбор шаблона класса `std::atomic`. Понятия `race condition` и `data race`.
4. Модель памяти C++. Отношения порядка `program order`, `modification order`, `happens before`, `synchronizes with`.
5. Сетевое программирование. Разбор библиотеки `casctus`, написание клиента и сервера.
6. Сопрограммы. Поток управления для сопрограмм. Ключевые слова `co_await`, `co_yield`, `co_return`.
7. gRPC. Удалённый вызов процедур. Сериализация и десериализация данных.
8. Clang и llvm. Разбор стадий компиляции llvm. Frontend, intermediate representation, backend.
9. Санитайзеры. Техническая реализация.
10. Сборка и линковка. CMake. Отличия между статической и динамической библиотекой.
11. Профилирование программ. Утилиты для оценки производительности кода.
12. C++26. Разбор новых возможностей языка и сущностей в стандартной библиотеке.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для выполнения программы самостоятельной работы дисциплины «Профессиональный C++» достаточно: (а) самостоятельной проработки лекционного и дополнительного материала и (б) выполнить практическую часть дисциплины.

Практическая часть курса предлагает к решению 40 задач различного направления и сложности

(сложность пропорциональна числу баллов), с решением их значительной части (не менее 50%), закрепляя положения всей теоретической части.

В каждой задаче обычно есть следующие файлы:

- `readme.md` - условие задачи
- `CMakeLists.txt` - cmake-файл для сборки задачи.
- `test.cpp` - тесты для задачи.
- `run.cpp` - бенчмарки.
- `*.h`, `*.cpp` - некоторые файлы, в которых нужно реализовать то, что требуется в условии задачи.

Помимо проверки корректности кода также проверяется стиль кода.

Среди множества задач есть 3 больших задания, решения которых требует написания программ на несколько сотен строк кода.

Репозиторий с задачами находится по адресу: <https://gitlab.manytask.org/cpp-nn/public-2025-spring>

При выполнении самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать конспекты лекций, а также рекомендуемую в литературе:

а) основная литература:

1. Страуструп Б. «Язык программирования C++ для профессионалов».

<http://www.intuit.ru/studies/courses/98/98/info>

2. Павловская Т. «Программирование на языке C++».

<http://www.intuit.ru/studies/courses/626/482/info>

б) дополнительная литература:

1. Фридман А. «Язык программирования C++». <http://www.intuit.ru/studies/courses/17/17/info>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

RESP-reader

Реализуйте класс, читающий сообщения из потока ввода по протоколу RESP.

RESP-writer

Реализуйте класс, пишущий сообщения в поток вывода по протоколу RESP.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

Buffered channel

В этой задаче вам предстоит реализовать одну из базовых структур языка Go — канал .

Канал позволяет организовать передачу данных от приемника к источнику (например, от одной функции к другой), т.е. поддерживает следующие операции:

1. *Send(value)* — отправить *value* через канал.
2. *Recv()* — получить очередное значение из канала.
3. *Close()* — закрыть канал для передачи и приема.

Unbuffered channel

После реализации буферизированного канала вы можете приступить к реализации небуферизированного. Его операции отличаются следующим:

1. *Send(value)* — поток блокируется до тех пор, пока принимающая сторона не получит соответствующее *value*.
2. *Recv()* — поток блокируется до тех пор, пока не появится какой-либо *Send*, который можно принять.
3. *Close()* — закрыть канал. Если при этом есть какие-то ожидающие *Send* потоки, то и они, и все последующие попытки *Send* должны завершаться с ошибкой. А все вызовы *Recv* (как последующие, так и текущие ожидающие) должны возвращать значение, свидетельствующее о том, что канал закрыт.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Набрано $\geq 50\%$ баллов за задачи и решено как минимум два больших задания или Набрано $\geq 60\%$ баллов за задачи и решено как минимум одно большое задание
не зачтено	Не выполнены критерии оценки зачтено

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-11

Redis-client

Реализуйте Redis клиент.

Redis-server

Реализуйте Redis сервер.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Read-write spinlock

В этой задаче вам предстоит реализовать spinlock, который поддерживает конкурентные чтения. При этом блокировка на запись должна работать как и с обычным spinlock, т.е. должно быть эксклюзивное владение.

Subset-sum

Вам задан вектор чисел `std::vector<int64_t>`. Реализуйте функцию `FindEqualSumSubsets`, которая находит в нем 2 непересекающихся подмножества с одинаковой суммой чисел. Подмножества выбираются с помощью индексов, иными словами не должны совпадать индексы найденных элементов (входной вектор может содержать одинаковые числа). Подмножества должны быть не пустыми.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Набрано $\geq 50\%$ баллов за задачи и решено как минимум два больших задания или Набрано $\geq 60\%$ баллов за задачи и решено как минимум одно большое задание
не зачтено	Не выполнены критерии оценки зачтено

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Воронцова И. О. Программирование на языке высокого уровня C/C++ : учебное пособие / Воронцова И. О., Груздева Л. А., Губанова Т. В. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2010. - 111 с. - Книга из коллекции СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=888171&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Булгаков Д. А. Программирование интерактивных приложений на языке C# : учеб. пособие / Булгаков Д. А. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. - 159 с. - Книга из коллекции ГУАП - Информатика. - ISBN 978-5-8088-1776-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=867106&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://gitlab.manytask.org/cpp-nn/public-2025-spring>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.