

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.05.2025 12:26:00  
Уникальный программный ключ:  
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»  
Факультет искусственного интеллекта**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++ (ПРОДВИНУТЫЙ КУРС)**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **02.04.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2025 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Программирование на языке C++ (продвинутый курс)» входит в программу магистратуры «Управление данными и искусственный интеллект» по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 27 тем и направлена на изучение развитие профессиональных знаний и навыков эффективной разработки современных, надежных, многопоточных и высокопроизводительных приложений на C++, необходимых для решения сложных инженерных, научных, промышленных и исследовательских задач в области искусственного интеллекта, анализа и обработки больших данных, компьютерного зрения, систем реального времени и высоконагруженных сервисов. Особое внимание уделяется современным аспектам языка (C++17/20), шаблонному программированию, интеграции с библиотеками AI/Big Data, производственной оптимизации, мультипоточности, распределенности и best-practices.

Целью освоения дисциплины является сформировать у студентов глубокое понимание синтаксиса и архитектурных возможностей C++ на современном уровне, научить реализовывать эффективные, безопасные и расширяемые программные решения для задач управления данными и высокопроизводительных вычислений, овладеть шаблонным проектированием, многопоточностью и интеграцией C++ с экосистемами искусственного интеллекта и центров обработки данных.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Программирование на языке C++ (продвинутый курс)» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

| Шифр  | Компетенция                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)                                                                                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-7  | Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных | УК-7.3 Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области профессиональной деятельности;                                                              |
| ОПК-2 | Способен применять компьютерные / суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ОПК-2.1 Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с перечнем ПО, включенного в Единый Реестр Российских программ; |

| Шифр | Компетенция                                                                                                                                                                                          | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | отечественного производства)<br>для решения задач<br>профессиональной<br>деятельности                                                                                                                | ОПК-2.2 Умеет анализировать типовые языки<br>программирования, составлять программы;<br>ОПК-2.3 Имеет практический опыт решения задач анализа,<br>интеграции различных типов программного обеспечения,<br>анализа типов коммуникации;                                                                                                                                                                                                                 |
| ПК-2 | Способен проектировать,<br>разрабатывать и поддерживать<br>интегрированное программное<br>обеспечение с использованием<br>нейросетевых моделей и<br>сквозных технологий<br>искусственного интеллекта | ПК-2.2 Выбирает и моделирует архитектурные решений для<br>реализации интегрированного программного обеспечения с<br>использованием нейросетевых моделей и сквозных технологий<br>искусственного интеллекта;<br>ПК-2.3 Имеет навыки применения методов математического<br>моделирования объектов и процессов, машинного обучения<br>при разработке требований и проектировании программного<br>обеспечения систем и моделей искусственного интеллекта; |

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Программирование на языке C++ (продвинутый курс)» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Программирование на языке C++ (продвинутый курс)».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

| Шифр  | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики*                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-7  | Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных |                                             | Методы машинного обучения (продвинутый курс);<br>Глубокое обучение для NLP;<br>Генеративный искусственный интеллект;<br>Преддипломная практика; |
| ОПК-2 | Способен применять компьютерные / суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             | Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная);<br>Методы машинного обучения (продвинутый курс);                        |

| Шифр | Наименование компетенции                                                                                                                                                           | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности                                                                                                       |                                             | Глубокое обучение в компьютерном зрении;<br>Методы оптимизации;<br>Глубокое обучение для NLP;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-2 | Способен проектировать, разрабатывать и поддерживать интегрированное программное обеспечение с использованием нейросетевых моделей и сквозных технологий искусственного интеллекта |                                             | Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная);<br>Преддипломная практика;<br>Методы машинного обучения (продвинутый курс);<br>Глубокое обучение в компьютерном зрении;<br>Машинное обучение на больших данных;<br>Обучение с подкреплением;<br>Генеративный искусственный интеллект;<br><i>Искусственный интеллект в компьютерных играх**;</i><br><i>Искусственный интеллект по отраслям**;</i> |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программирование на языке С++ (продвинутый курс)» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы                        | ВСЕГО, ак.ч. | Семестр(-ы) |
|-------------------------------------------|--------------|-------------|
|                                           |              | 1           |
| Контактная работа, ак.ч.                  | 54           | 54          |
| Лекции (ЛК)                               | 18           | 18          |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 18           | 18          |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)     | 18           | 18          |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 63           | 63          |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 27           | 27          |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>      | ак.ч.        | 144         |
|                                           | зач.ед.      | 4           |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины                                             | Содержание раздела (темы) |                                                                                                                                           | Вид учебной работы* |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Раздел 1      | Современный C++: расширенные возможности языка и шаблонное программирование | 1.1                       | Новые возможности C++17/20: auto, structured bindings, constexpr, smart pointers, move-семантика                                          | ЛК                  |
|               |                                                                             | 1.2                       | Шаблоны функций и классов: SFINAE, enable_if, метапрограммирование                                                                        | ЛК                  |
|               |                                                                             | 1.3                       | Современная стандартная библиотека: STL, многомерные контейнеры, алгоритмы                                                                | ЛК                  |
|               |                                                                             | 1.4                       | Практика реализации move-семантики и автоматического управления ресурсами                                                                 | ЛР                  |
|               |                                                                             | 1.5                       | Разработка обобщённых контейнеров и алгоритмов с использованием шаблонов                                                                  | ЛР                  |
|               |                                                                             | 1.6                       | Задачи на применение новых возможностей STL (std::optional, std::variant, std::any) в прикладных программах                               | ЛР                  |
|               |                                                                             | 1.7                       | Разбор типовых ошибок при использовании новых возможностей языка                                                                          | СЗ                  |
|               |                                                                             | 1.8                       | Кейс-стади: шаблонный дизайн для библиотек данных и AI-платформ                                                                           | СЗ                  |
|               |                                                                             | 1.9                       | Групповая работа: обсуждение границ применимости метапрограммирования и generics                                                          | СЗ                  |
| Раздел 2      | Многопоточность, параллелизм и высокопроизводительные вычисления            | 2.1                       | Средства многопоточности: std::thread, std::async, std::future, std::mutex, условные переменные                                           | ЛК                  |
|               |                                                                             | 2.2                       | Современные подходы к параллельной обработке данных: thread pool, lock-free структуры                                                     | ЛК                  |
|               |                                                                             | 2.3                       | Оптимизация вычислений: cache-friendly код, SIMD, параллельные алгоритмы STL                                                              | ЛК                  |
|               |                                                                             | 2.4                       | Реализация многопоточной задачи: вычисление агрегации или поиск по сегментам                                                              | ЛР                  |
|               |                                                                             | 2.5                       | Разработка parallel pipeline: обработка большого массива с синхронизацией                                                                 | ЛР                  |
|               |                                                                             | 2.6                       | Оптимизация вычисления с использованием возможностей многопоточности и SIMD                                                               | ЛР                  |
|               |                                                                             | 2.7                       | Анализ типичных ошибок синхронизации и гонок данных на примерах                                                                           | СЗ                  |
|               |                                                                             | 2.8                       | Анализ типичных ошибок синхронизации и гонок данных на примерах                                                                           | СЗ                  |
|               |                                                                             | 2.9                       | Практикум по анализу кода: оценка скорости, устранение bottleneck, обсуждение trade-off производительности и сложности                    | СЗ                  |
| Раздел 3      | Интеграция C++ в сложные программные системы AI, Big Data, HPC              | 3.1                       | C++ и взаимодействие с внешними библиотеками: OpenCV, PyBind, TensorRT, protobuf                                                          | ЛК                  |
|               |                                                                             | 3.2                       | Использование C++ для взаимодействия с БД, распределёнными и обработчиками потоков данных (gRPC, Boost.Asio, sockets, SQL/NoSQL bindings) | ЛК                  |
|               |                                                                             | 3.3                       | Организация CI/CD, тестирования, покрытие кода и практическое развертывание сервисов на C++                                               | ЛК                  |
|               |                                                                             | 3.4                       | Интеграция C++-модуля с Python (PyBind, SWIG): встраивание в пайплайн AI/ML                                                               | ЛР                  |
|               |                                                                             | 3.5                       | Разработка сетевого или сервисного модуля с асинхронным взаимодействием                                                                   | ЛР                  |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) |                                                                                                                     | Вид учебной работы* |
|---------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|               |                                 | 3.6                       | Настройка юнит- и интеграционных тестов, сборки и деплоя C++-проекта для исследовательской или индустриальной среды | ЛР                  |
|               |                                 | 3.7                       | Разбор успешных open-source кейсов: архитектуры C++-сервисов для AI и Big Data                                      | СЗ                  |
|               |                                 | 3.8                       | Обсуждение стратегий интеграции и миграции между языками (C++, Python, C#, Java)                                    | СЗ                  |
|               |                                 | 3.9                       | Совместный анализ CI/CD пайплайнов, тестирования и развертывания в современных инфраструктурах                      | СЗ                  |

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории              | Оснащение аудитории                                                                                                                                                                                                                                                | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная                 | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.                                                                                            |                                                                                                                  |
| Компьютерный класс         | Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 25 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. |                                                                                                                  |
| Семинарская                | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.                      |                                                                                                                  |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.                                                       |                                                                                                                  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

1. Немцова Тамара Игоревна, Голова Светлана Юрьевна, Терентьев Алексей Игоревич. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке С++. учебное пособие / под редакцией Л.Г. Гагариной [Электронный ресурс]. - М.: ИНФРА-М, 2023. 512 с. ISBN 978-5-16-013214-3 URL:

[https://mega.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=508904&idb=0](https://mega.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=508904&idb=0)

2. Панкратов Александр Серафимович, Салпагаров Солтан Исмаилович. Технология программирования на языке С++: динамические структуры, объекты, классы. учебное пособие [Электронный ресурс]. – М.: РУДН, 2021. 73 с. ISBN 978-5-209-10906-8 URL: [https://mega.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=504558&idb=0](https://mega.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=504558&idb=0)

### *Дополнительная литература:*

1. Огнева, М. В. Программирование на языке С++: практический курс: учебник для вузов / М. В. Огнева, Е. В. Кудрина, А. А. Казачкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 342 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18949-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563618> (дата обращения: 14.05.2025)

2. Немцова, Т. И. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке С++: учебное пособие / Т.И. Немцова, С.Ю. Голова, А.И. Терентьев ; под ред. Л.Г. Гагариной. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2024. — 512 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0699-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083383>

### *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

### *Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Программирование на языке С++ (продвинутый курс)».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор кафедры  
прикладного искусственного  
интеллекта

*Должность, БУП*

*Подпись*

Тынченко Вадим  
Сергеевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой  
прикладного искусственного  
интеллекта

*Должность БУП*

*Подпись*

Подолько Павел  
Михайлович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Заведующий кафедрой  
прикладного искусственного  
интеллекта

*Должность, БУП*

*Подпись*

Подолько Павел  
Михайлович

*Фамилия И.О.*