

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

Документ подписан  
простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лустенков Михаил Евгеньевич  
Должность: Ректор  
Дата: 09.09.2026

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусско-Российского  
университета

 М.Е. Лустенков

22.06 2026

Регистрационный № УД-090301/Б.Р.В.16 /р

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**  
(наименование дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки:** 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

**Направленность (профиль)** Программно-аппаратные средства информационных систем,

**Квалификация** бакалавр

|                                             | Форма обучения |
|---------------------------------------------|----------------|
|                                             | Очная          |
| Курс                                        | 4              |
| Семестр                                     | 8              |
| Лекции, часы                                | 22             |
| Практические работы, часы                   | 22             |
| Зачет, семестр                              | 8              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 44             |
| Самостоятельная работа, часы                | 64             |
| Всего часов / зачетных единиц               | 108/3          |

Кафедра-разработчик программы: Программное обеспечение информационных технологий  
(название кафедры)

Составитель: канд. техн. наук, Мисник Антон Евгеньевич

канд. техн. наук, доц. Кутузов Виктор Владимирович

(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника № 929 от 19.09.2017, учебным планом рег. № 090301-2.2 от 18.02.2026.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий»

«02» марта 2026 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий»

В. В. Кутузов

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета (протокол № 6 от 15.04.2026)

Рецензент:

И. В. Акиншева, заведующая кафедрой программного обеспечения информационных технологий МГУ им. А.А. Кулешова, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины согласована:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического отдела

О.Е. Печковская

# **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Цель дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системных знаний и практических навыков применения методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для проектирования, анализа, управления и оценки эффективности киберфизических систем (КФС), а также подготовка к интеграции интеллектуальных алгоритмов в реальные аппаратно-программные комплексы.

## **1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен

**знать:**

- архитектуру, принципы построения и особенности функционирования киберфизических систем;
- математические основы и современные алгоритмы машинного обучения, применяемые для обработки данных сенсорных сетей;
- метрики оценки качества, сходимости и надежности ИИ-моделей в условиях реального времени;
- требования информационной безопасности и стандарты развертывания ИИ-компонентов в КФС.

**уметь:**

- выбирать современные программные библиотеки и фреймворки ИИ для решения прикладных задач управления КФС;
- применять методы анализа скрытых зависимостей в данных, поступающих от датчиков и исполнительных механизмов;
- проектировать алгоритмы адаптивного управления и предиктивной аналитики на основе нейросетевых моделей и обучения с подкреплением;
- проводить экспериментальное тестирование и оценивать эффективность интеллектуальных систем управления по значениям функций потерь и метрикам точности.

**владеть:**

- навыками разработки, обучения и валидации ИИ-моделей для киберфизических сред;
- инструментарием развертывания алгоритмов ИИ на edge-устройствах и облачных платформах;
- методами интерпретации результатов работы ИИ-алгоритмов и принятия обоснованных инженерных решений на основе их выводов.

## **1.3 Место дисциплины в системе подготовки**

Дисциплина относится к блоку дисциплин (Управление в технических системах)

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- программирование;
- объектно-ориентированное программирование;
- базы данных;

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на практических работах будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

## **1.4 Требования к освоению дисциплины**

Освоение данной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций для направления подготовки                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5                         | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности   |
| ПК-11                        | Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики |
| ПК-13                        | Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов                                |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание дисциплины

| Номер тем | Наименование тем                                                           | Содержание                                                                                                                                                                   | Коды формируемых компетенций |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1.        | Введение в киберфизические системы и роль ИИ                               | Архитектура КФС, физический и вычислительный контуры. Классификация задач ИИ в КФС: мониторинг, управление, диагностика.                                                     | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 2.        | Архитектуры данных и сенсорные сети в КФС                                  | Источники данных в КФС. Особенности сбора, очистки и нормализации временных рядов. Потокковая обработка данных.                                                              | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 3.        | Машинное обучение для предиктивной аналитики в КФС                         | Регрессионные и классификационные модели. Прогнозирование отказов и предиктивное обслуживание. Кросс-валидация на промышленных данных.                                       | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 4.        | Нейросетевые модели и глубокое обучение для управления                     | Сверточные и рекуррентные нейронные сети. Обработка мультисенсорных данных. Архитектуры для управления динамическими объектами.                                              | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 5.        | Обучение с подкреплением (RL) в адаптивных системах                        | Марковские процессы принятия решений. Алгоритмы Q-learning, Policy Gradient. Применение RL для адаптивного управления и оптимизации траекторий.                              | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 6.        | Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы              | Конвертация и оптимизация моделей. Развертывание на микроконтроллерах и одноплатных компьютерах. Интеграция с IoT-шлюзами и облачными сервисами.                             | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 7.        | Надежность, безопасность и интерпретируемость ИИ в КФС                     | Уязвимости ИИ-моделей (adversarial attacks). Методы повышения робастности. XAI (Explainable AI) для критически важных систем.                                                | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |
| 8.        | Оценка эффективности и метрики качества интеллектуальных систем управления | Метрики сходимости, функции потерь, точность, полнота, F1-score. Анализ динамических характеристик управляемых объектов. Статистическая обработка результатов экспериментов. | ПК-5<br>ПК-11<br>ПК-13       |

## 2.2 Учебно-методическая карта дисциплины

| № недели | Лекции<br>(наименование тем)                                                       | Часы | Лабораторные<br>занятия                                                     | Часы | Самостоятельная<br>работа, часы | Форма контроля<br>знаний | Баллы (max)   |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|---------------|
|          | <b>Модуль 1</b>                                                                    |      |                                                                             |      |                                 |                          |               |
| 1        | Тема 1. Введение в киберфизические системы и роль ИИ                               | 2    | Лаб. раб. № 1 Введение в киберфизические системы                            | 2    | 4                               | ЗЛР                      | 4             |
| 2        | Тема 2. Архитектуры данных и сенсорные сети в КФС                                  | 2    | Лаб. раб. № 1 Введение в киберфизические системы                            | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 3        | Тема 3. Машинное обучение для предиктивной аналитики в КФС                         | 2    | Лаб. раб. № 2 Машинное обучение для предиктивной аналитики в КФС            | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 4        | Тема 4. Нейросетевые модели и глубокое обучение для управления                     | 2    | Лаб. раб. № 2 Машинное обучение для предиктивной аналитики в КФС            | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 5        | Тема 5. Обучение с подкреплением (RL) в адаптивных системах                        | 2    | Лаб. раб. № 3 Нейросетевые модели и глубокое обучение для управления        | 2    | 6                               | ТЗ<br>ЗЛР<br>ТКУ         | 10<br>4<br>30 |
|          | <b>Модуль 2</b>                                                                    |      |                                                                             |      |                                 |                          |               |
| 6        | Тема 6. Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы              | 2    | Лаб. раб. № 3 Нейросетевые модели и глубокое обучение для управления        | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 7        | Тема 6. Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы              | 2    | Лаб. раб. № 4 Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 8        | Тема 7. Надежность, безопасность и интерпретируемость ИИ в КФС                     | 2    | Лаб. раб. № 4 Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 9        | Тема 7. Надежность, безопасность и интерпретируемость ИИ в КФС                     | 2    | Лаб. раб. № 4 Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 10       | Тема 8. Оценка эффективности и метрики качества интеллектуальных систем управления | 2    | Лаб. раб. № 4 Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы | 2    | 6                               | ЗЛР                      | 4             |
| 11       | Тема 8. Оценка эффективности и метрики качества интеллектуальных систем управления | 2    | Лаб. раб. № 4 Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы | 2    | 6                               | ЗИЗ<br>ЗЛР<br>ТКУ        | 6<br>4<br>30  |
| 11       |                                                                                    |      |                                                                             |      |                                 | ПА<br>(зачет)            | 40            |
|          | Итого                                                                              | 22   |                                                                             | 22   | 64                              |                          | 100           |

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита практических работ.

ТЗ – тестовые задания.

ТКУ – текущий контроль успеваемости.

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПА – Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

| Оценка | Зачтено | Не зачтено |
|--------|---------|------------|
| Баллы  | 51-100  | 0-50       |

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятия | Вид аудиторных занятий |                     | Всего часов |
|-------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------|
|       |                          | Лекции                 | Практические работы |             |
| 1     | Мультимедиа              | Темы 1–8               |                     | 22          |
| 2     | С использованием ЭВМ     |                        | Лаб. 1–4            | 22          |
|       | ИТОГО                    | 22                     | 22                  | 44          |

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств*                | Количество комплектов |
|-------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Вопросы к зачету                      | 1                     |
| 2     | Тестовые задания                      | 1                     |
| 3     | Вопросы для защиты лабораторных работ | 5                     |
| 4     | Индивидуальные задания                | 1                     |

### 5 КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 5.1 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения

|                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компетенция ПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности                                                                         |
| ИПК-5.3. Использует современные библиотеки и фреймворки искусственного интеллекта для анализа данных, поступающих от датчиков, и реализации алгоритмов адаптивного управления и принятия решений в киберфизических системах.        |
| Знает принципы работы современных ИИ-библиотек, архитектуры адаптивного управления, протоколы обмена данными в КФС.                                                                                                                 |
| Умеет выбирать и настраивать фреймворки МО для сенсорных данных, реализовывать алгоритмы управления.                                                                                                                                |
| Владеет навыками интеграции ИИ-компонентов в программно-аппаратные комплексы.                                                                                                                                                       |
| ПК-11. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики                                                                                  |
| ИПК-11.2 Анализирует возможности применения математических методов машинного обучения и искусственного интеллекта для выявления скрытых зависимостей в данных киберфизических систем.                                               |
| Знает математические основы МО, методы статистического анализа, алгоритмы выявления паттернов.                                                                                                                                      |
| Умеет формулировать задачу анализа данных, выбирать математический аппарат, интерпретировать скрытые зависимости.                                                                                                                   |
| Владеет методами математического моделирования процессов в КФС с применением ИИ.                                                                                                                                                    |
| ПК-13. Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов                                                                                                                 |
| ИПК-13.2 Оценивает эффективность интеллектуальных систем управления на основе анализа сходимости алгоритмов обучения, значений функций потерь и метрик точности прогнозирования при обработке данных с датчиков в реальном времени. |
| Знает метрики качества моделей, принципы анализа функций потерь, методы оценки сходимости.                                                                                                                                          |
| Умеет рассчитывать и интерпретировать метрики точности, полноты, F1, анализировать кривые обучения.                                                                                                                                 |
| Владеет инструментами валидации и сравнительного анализа эффективности ИИ-алгоритмов.                                                                                                                                               |

## 5.2 Критерии оценки практических работ

Для оценки практических работ используется следующее оценочное средство: вопросы для защиты практических работ.

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить практические работы согласно рабочей программе.

Задание на работы выдает ведущий занятия преподаватель.

По результатам выполнения работ студент обязан оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с действующими в Университете требованиями по оформлению отчета.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к сдаче практической работы.

Защита отчета проводится устно, путем ответов на контрольные вопросы к работе и демонстрации навыков, полученных при выполнении работы. Вопросы к работам и критерии их оценки представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

При защите работы студент имеет право пользоваться самостоятельно подготовленным отчетом.

Каждая выполненная и защищенная работа **оцениваются в 4 балла**. При этом **2 балла** начисляется за выполнение работы **и от 1 до 2 баллов** за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы отчет не засчитывается, и баллы не выставляются.

## 5.3 Критерии оценки тестовых заданий

Выполнение тестовых заданий оценивается в диапазоне в **10 баллов** в зависимости от уровня знаний студентов по тематике тестовых заданий. Если по окончании модуля тестовые задания не выполнены, то баллы по не начисляются, и она попадает в разряд задолженности

## 5.4 Критерии оценки зачета

Для оценки зачета используется следующее оценочное средство: выполнение индивидуального задания.

Индивидуальное задание выдает ведущий занятия преподаватель.

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполняет индивидуальное задание.

По результатам выполнения задания студент обязан оформить отчет в соответствии с действующими в Университете требованиями по оформлению отчета.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к сдаче зачета.

Защита индивидуального задания проводится устно. При защите индивидуального задания студент имеет право пользоваться самостоятельно подготовленным отчетом и программой.

Выполненное и защищенное индивидуальное задание оценивается в 6 баллов. При этом 3 балла начисляется за выполнение работы и от 1 до 3 баллов за оформление отчета и защиту защиты в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы.

Максимально на зачете обучающийся может набрать 40 баллов, которые он получает за ответы на теоретические вопросы. Преподаватель задает от 4 до 10 и в зависимости от уровня знаний получает баллы.

Подробно средства оценивания приведены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа обучающихся (СР) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СР включает следующие виды:

- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;

Перечень контрольных вопросов и заданий для СР приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СР рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                        | Гриф                                                                                                                                                                        | Количество экземпляров, URL                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Чернышев, С. А. Основы программирования на Python : учебник для вузов / С. А. Чернышев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 349 с.                                 | Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по ИТ направлениям                    | -/<br><a href="https://urait.ru/bcode/588667">https://urait.ru/bcode/588667</a> |
| 2.    | Гниденко, И. Г. Технологии и методы программирования : учебник для вузов / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 241 с. | Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям | -/<br><a href="https://urait.ru/bcode/583784">https://urait.ru/bcode/583784</a> |

### 7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                  | Гриф                                                                                                                                                                                | Количество экземпляров, URL                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Сацюк, А. В. Компьютерное зрение и нейронные сети. Практика : учебное пособие / А. В. Сацюк. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 364 с. – ISBN 978-5-9729-2706-7.                 | –                                                                                                                                                                                   | -/<br><a href="https://znanium.ru/catalog/product/2225332">https://znanium.ru/catalog/product/2225332</a>        |
| 2.    | Федоров, Д. Ю. Программирование на Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 187 с.                            | Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям | -/<br><a href="https://urait.ru/bcode/585806">https://urait.ru/bcode/585806</a>                                  |
| 3.    | Борисов В.В., Бобряков А.В., Мисник А.Е. Экспертные системы. Учебное пособие по направлению «Информатика и вычислительная техника» : учебное пособие. – Смоленск: Универсум, 2021. – 110 с. |                                                                                                                                                                                     | URL: <a href="http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/17903">http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/17903</a> |

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://moodle.bru.by> – Образовательный портал Белорусско-Российского университета;

<http://e.biblio.bru.by/> – Электронная библиотека Белорусско-Российского университета;  
<https://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система Znanium;  
<https://ura.it.ru> – Образовательная платформа Юрайт;

#### **7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

##### **Методические рекомендации**

Искусственный интеллект в киберфизических системах. Методические рекомендации к практическим работам для студентов направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / А. Е. Мисник, В. В. Кутузов. – Могилев: Белорусско-Российский университет (электронный вариант)

##### **Информационные технологии**

Мультимедийные презентации по лекционному курсу.

Тема 1. Введение в киберфизические системы и роль ИИ

Тема 2. Архитектуры данных и сенсорные сети в КФС

Тема 3. Машинное обучение для предиктивной аналитики в КФС

Тема 4. Нейросетевые модели и глубокое обучение для управления

Тема 5. Обучение с подкреплением (RL) в адаптивных системах

Тема 6. Развертывание ИИ-моделей: Edge computing и облачные платформы

Тема 7. Надежность, безопасность и интерпретируемость ИИ в КФС

Тема 8. Оценка эффективности и метрики качества интеллектуальных систем управления

##### **Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

Visual Studio Code (VS Code) (свободно распространяемое)

#### **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории а. 517/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 517/2- 25; в паспорте лаборатории а. 518/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 518/2- 25; в паспорте лаборатории а. 502/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 502/2- 25.