

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Институт управления, автоматизации и информационных технологий

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ТОП-УРОВНЯ**

Наименование: **Промышленные IT и автоматизированные системы (ТОП ИТ)**

Уровень: Бакалавриат

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Промышленный IT и автоматизированные системы (ТОП ИТ)

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: Очная

Срок получения образования: 4 года

Объем программы: 240 зачетных единиц

Якорный индустриальный партнер: ООО «ГК «Иннотех» (ИНН/КПП
9703073496/771401001, ОГРН 1227700086460)

Согласовано с индустриальным партнером:

Зам. директора департамента корпоративного обучения и развития талантов –
руководитель управления, разработки образовательных
проектов и операционных процессов обучения

Дядюра С.С./

«28» июля 2026 г.



Казань, 2026

Оглавление

Раздел 1. КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ТОП-УРОВНЯ.....	3
1.1. Общая характеристика образовательной программы.....	3
1.2. Объем и структура образовательной программы.....	3
1.3. Нормативные акты	4
1.4 Взаимодействие с индустрией	5
1.4.1. Договоренности с партнерами (Приложение 5):.....	5
1.4.2 Заказ на программу: целевой образ выпускника и требования индустрии	5
1.5. Планируемые результаты освоения образовательной программы.....	6
1.6. Формирование структуры образовательной программы.....	11
1.6.1 Сквозная проектная деятельность как механизм формирования результатов обучения»	15
1.6.2 Практическая подготовка	27
1.6.3 Система стажировок как механизм углубления практической подготовки	32
1.6.4 Государственная итоговая аттестация (ВКР)	35
2. Подходы к обучению и используемые инструменты	36
3. Применяемое ПО и технологии	37
4. Внутренний отбор студентов	44
5. Заключение	44
Перечень приложений	46

Раздел 1. КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ТОП-УРОВНЯ

1.1. Общая характеристика образовательной программы

Цель реализации программы:

Подготовка конкурентоспособных «топ-специалистов» (инженеров-программистов, специализирующихся на системном ПО), обладающих фундаментальными знаниями и практическими навыками разработки высоконадёжного системного и промышленного программного обеспечения с использованием принципов конструктивной безопасности и отечественного стека технологий, способных эффективно решать профессиональные задачи в условиях цифровой трансформации промышленности с перспективой карьерного роста до архитектора решений.

Задачи реализации образовательной программы топ-уровня:

№	Задача
1	Фундаментальная подготовка. Сформировать у студентов фундаментальные знания в области информатики, вычислительной техники, алгоритмизации и структурного программирования.
2	Системное программирование. Обеспечить освоение архитектуры вычислительных систем, принципов работы операционных систем (с фокусом на Astra Linux, KasperskyOS), разработки драйверов и низкоуровневого кода для встраиваемых систем.
3	Промышленная разработка и DevOps. Развить практические навыки использования CI/CD, контейнеризации, систем мониторинга и управления конфигурациями
4	Конструктивная безопасность и архитектура ПО. Сформировать компетенции в области безопасной разработки, проектирования кибериммунных систем, управления архитектурой программных систем и интеграции решений с учётом требований надёжности.
5	Данные и искусственный интеллект. Обеспечить освоение методов работы с базами данных, технологий анализа больших данных и применения методов машинного обучения для оптимизации промышленных систем
6	Интеграция с индустрией. Обеспечить интеграцию учебного процесса с индустриальными партнёрами через выполнение реальных кейсов (не менее 6), стажировок и производственных практик с индивидуальным наставничеством, а также выполнение выпускных квалификационных работ по актуальным производственным задачам
7	Карьерный рост. Создать условия для ускоренного профессионального роста выпускников (достижение уровня Middle-разработчика за 2 года) и формирования опережающих компетенций архитектора решений

1.2. Объем и структура образовательной программы

Общий объем образовательной программы топ-уровня составляет **240 зачетных единиц**.

Блок	Объем (з.е.)
Блок 1. Дисциплины (модули)	207
Блок 2. Практики	24
Блок 3. Государственная итоговая аттестация	9
Итого	240

Распределение по типам учебной работы (в часах)

Курс	Контактная работа	Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Контроль самостоятельной работы	Контроль	Самостоятельная работа студентов	Практика	Итоговая аттестация
1	1251	279	396	315	261	225	684	108	0
2	1197	279	495	207	216	162	693	216	0
3	1122	205	580	156	181	135	691	324	0
4	852	153	450	90	159	99	669	216	324
Итого	4422	916	1921	678	817	621	2737	864	324

Структура учебного плана спроектирована с учетом количественных критериев положения о проведении экспертизы:

- Доля практических занятий (лабораторные работы, семинары, практикумы) в общем объеме контактной работы составляет более 50%. (61% - к общему объему контактной работы с КСР, 75% - к общему объему контактной работы без КСР)
- Доля профильных дисциплин на 1-м курсе обучения составляет 51% от общего объема программы на 1-м курсе.

Полный учебный план с распределением дисциплин по семестрам и календарный график являются основными документами ООП. Матрица компетенций (Приложение 2) отражает распределение компетенций по дисциплинам и практикам. Полные паспорта всех профильных дисциплин с указанием пререквизитов, постреквизитов и формируемых индикаторов приведены в Приложении 3

1.3. Нормативные акты

Программа разработана на основе:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 ноября 2020 г. № 1456 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования»
- Компетентностно-ролевая модель (КРМ) в сфере информационных технологий (утверждена Оператором – АНО «Аналитический центр при Правительстве РФ»);
- Профессиональные стандарты: 06.001 «Программист», 06.028 «Системный программист», 06.003 «Архитектор программного обеспечения»;
- Заказа индустриальных партнёров (ООО «ГК «Иннотех», АО «Лаборатория Касперского»), зафиксированного в протоколах совместных рабочих встреч и дорожной карте взаимодействия (Приложение 5).

1.4 Взаимодействие с индустрией

Якорный партнёр — ООО «ГК «Иннотех» — участвует в разработке и экспертизе ОП, отборе студентов, руководстве практиками, предоставлении кейсов и данных, а также входит в состав ГЭК. Дополнительный партнёр — АО «Лаборатория Касперского» — обеспечивает методологическое сопровождение по кибериммунной разработке и техническое сопровождение ПО KasperskyOS. Детали взаимодействия зафиксированы в протоколах совместных встреч и дорожной карте. (Приложение 5)

1.4.1. Договоренности с партнерами (Приложение 5):

- Соглашение о сотрудничестве № GKI25-12-11-SPC от 29.12.2025.
- Договор о софинансировании № GKI26-05-359-LLC от 26.05.2026.
- Представитель партнера входит в конкурсную комиссию для внутреннего отбора студентов
- Представитель партнера входит в состав Государственной аттестационной комиссии
- Темы ВКР согласовываются с партнером, и студенты старших курсов распределяются между наставниками от партнера для экспертизы.
- Наставники от партнера участвуют в руководстве практиками и стажировками
- Представители партнера ведут профильные дисциплины

1.4.2 Заказ на программу: целевой образ выпускника и требования индустрии

Программа проектируется в ответ на системный кадровый дефицит инженеров-программистов, способных разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для промышленной автоматизации. Анализ рынка труда, вакансий ведущих предприятий и прогнозов развития отрасли до 2030 года показывает устойчивый спрос на специалистов со следующим профилем:

Целевой портрет выпускника:

Инженер-программист для промышленности, специализирующийся на системном программном обеспечении, который:

- разрабатывает низкоуровневое ПО (драйверы, модули ядра Linux, прошивки для контроллеров) на C/C++/ассемблере;
- оптимизирует код под ограниченные ресурсы встраиваемых систем и ОС реального времени;
- интегрирует промышленные протоколы (Modbus, CAN, OPC UA, Profinet) и разрабатывает шлюзы для обмена данными;
- создаёт человеко-машинные интерфейсы (HMI) и SCADA-системы с использованием Qt и отечественных платформ (MasterSCADA 4D);
- применяет методы машинного обучения для предиктивной аналитики, компьютерного зрения, анализа документов и разработки цифровых двойников технологических процессов;
- проектирует и развивает архитектуру промышленных систем с учётом требований конструктивной безопасности (Secure by Design), моделирования угроз и законодательства о критической информационной инфраструктуре (КИИ);

- использует инструменты промышленной разработки (Git, CI/CD, контейнеризация, мониторинг, управление инцидентами) и работает в командах по Agile/Scrum.

Карьерный трек: через 3–5 лет – архитектор решений / системный архитектор (опережающая роль).

Основная профессиональная роль (КРМ): Инженер-программист / Разработчик, домен «Разработчик системного программного обеспечения».

Опережающая профессиональная роль: Архитектор решений / Системный архитектор.

1.5. Планируемые результаты освоения образовательной программы

ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника рекомендует к включению в учебные планы, следующие обязательные универсальные и общепрофессиональные компетенции.

Таблица 1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи УК-1.2. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.) УК-3.2. Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи УК-4.2. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации УК-5.2. Имеет представление о системах этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки УК-6.2. Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры УК-7.2. Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний УК-7.3. Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению УК-8.3. Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике УК-9.2. Умеет использовать экономические знания в различных сферах деятельности, анализировать и обобщать экономическую информацию для принятия обоснованных управленческих решений УК-9.3. Владеет навыками использования методов экономического и финансового планирования для достижения финансовых целей, а также инструментами управления личными финансами и финансовыми рисками
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1. Знает сущность, понятие и задачи противодействия экстремизму, терроризму и коррупции; требования законодательства в области противодействия экстремизма, терроризма и коррупции УК-10.2. Умеет предупреждать экстремистские, террористические и коррупционные риски в профессиональной деятельности; исключать необоснованное вмешательство в профессиональную деятельность в целях склонения к экстремистским, террористическим и коррупционным правонарушениям УК-10.3. Владеет навыками нетерпимого отношения к экстремистскому, террористическому и коррупционному поведению, уважительного отношения к праву и закону

Перечень индикаторов УК-3 ориентирован на базовые аспекты социального взаимодействия: знание норм и принципов командной работы, умение выстраивать коммуникацию и обеспечивать взаимодействие в коллективе, владение навыками командной роли. В то же время индикаторы УНК-02 дополняют эту логику за счет акцента на более сложные и вариативные проявления — лидерство, мотивацию, наставничество, принятие ответственных решений и развитие других участников команды.

Таким образом, несмотря на содержательную близость и частичное пересечение, объединение УНК-02 с УК-3 технически возможно, но методически нецелесообразно.

УК-3 фиксирует базовые навыки командного взаимодействия, тогда как УНК-02 включает более продвинутое проявления (лидерство, наставничество). Их объединение приводит к перегрузке универсальной компетенции и выходу за рамки требований ФГОС.

Кроме того, возникает дублирование индикаторов и смешение уровней сложности (базовые коммуникации и управленческие функции), что затрудняет оценивание и снижает прозрачность результатов обучения.

Сохранение УНК-02 как отдельной компетенции позволяет корректно выделить и обосновать развитие лидерских и наставнических навыков без искажения структуры УК-3.

Универсальная (надпрофессиональная) компетенция УНК-02 интегрирована в профессиональный контекст и не выделены в отдельные гуманитарные дисциплины:

- **УНК-02 (групповая работа и лидерство)** – через командную разработку в рамках кейсов и практик, распределение ролей (Scrum-команды), наставничество старшекурсников (дисциплина «Управление командой разработки и лидерство»).

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО

В рамках УГСН выделяются общие ОПК для всех направлений подготовки и ОПК, специфичные для направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Таблица 4 Общие ОПК укрупненной группы 09.00.00 Информатика и вычислительная техника

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения ОПК-1.2. Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки ОПК-1.3. Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности ОПК-2.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности ОПК-2.3. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Обладает навыками разработки архитектуры программных систем и компонентов с учетом требований к производительности, надежности и безопасности ОПК-3.2. Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа профессиональной информации, выделения в ней главного, структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями ОПК-3.3. Знает основы информационной безопасности и методы защиты программного обеспечения от угроз и атак
ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	ОПК-4.1. Знает основные правила оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы ОПК-4.2. Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное	ОПК-5.1. Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
обеспечение для информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.2. Способен оценивать концепции и атрибуты качества программного обеспечения (надежности, безопасности, удобства использования), в том числе роль людей, процессов, методов, инструментов и технологий обеспечения качества ОПК-5.3. Владеет навыками инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем

Специфичные ОПК для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-6 Способен разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием	ОПК-6.1. Знает принципы формирования и структуру бизнес-планов и технических заданий на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием ОПК-6.2. Умеет разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием ОПК-6.3. Владеет навыками разработки бизнес-планов и технических заданий на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием
ОПК-7 Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	ОПК-7.1. Знает методику настройки и наладки программно-аппаратных комплексов ОПК-7.2. Умеет производить коллективную настройку и наладку программно-аппаратных комплексов ОПК-7.3. Владеет навыками коллективной настройки и наладки программно-аппаратных комплексов
ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-8.1. Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий ОПК-8.2. Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ ОПК-8.3. Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач
ОПК-9 Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1. Знает методики использования программных средств для решения практических задач ОПК-9.2. Умеет использовать программные средства для решения практических задач ОПК-9.3. Владеет навыками использования программных средств для решения практических задач

Анализ компетенций ОПК и ПК из КРМ показал, что ППК-Р1 и ППК-Р3 частично пересекается с ОПК-1 и ОПК-8. Их объединение методически нецелесообразно, поскольку совпадение здесь носит лишь частичный характер и не отменяет различий в уровне и назначении компетенций. В части ППК-Р1 и ОПК-1 видно, что ОПК-1 задаёт общий фундамент. В то же время ППК-Р1 раскрывает этот блок значительно более предметно и технологично: здесь речь идёт о формализации и алгоритмизации задач, переводе задач ИТ-отрасли в язык естественнонаучных дисциплин, выборе методов и алгоритмов для программной реализации математических моделей, сравнительном анализе алгоритмов и оценке их эффективности. То есть ОПК-1 фиксирует общую способность применять научные знания, а ППК-Р1 – прикладную инженерную конкретизацию этой способности под профиль программы.

Аналогично, ОПК-8 формулирует базовую общепрофессиональную способность разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения. ППК-Р3, в свою очередь, уточняет этот результат до важнейшего для практики направления – интеграции программных модулей и проверки работоспособности выпусков программного продукта. Её индикаторы уже не просто про написание и отладку кода, а про разработку

процедур интеграции, объединение компонентов, проверку корректности взаимодействия модулей и выпусков продукта. То есть ОПК-8 описывает широкую основу программной деятельности, а ППК-РЗ – специализированный этап жизненного цикла разработки, значимый именно для нашей программы. Поэтому, несмотря на содержательную близость, включение индикаторов ППК в ОПК привело бы к размыванию структуры компетентностной модели. В одной компетенции оказались бы смешаны базовые требования ФГОС и профильные, более детализированные результаты обучения, что затруднило бы их оценивание, снизило бы прозрачность связи между ФГОС и программой и ослабило бы акцент на профессиональной специфике подготовки.

Методически более корректно сохранить ОПК-1 и ОПК-6 как базовые общепрофессиональные компетенции, а ППК-Р1 и ППК-РЗ – как самостоятельные профильные компетенции.

Полный перечень профессиональных компетенций из КРМ формируемые программой «Промышленный IT и автоматизированные системы», в том числе соответствующие основной роли инженера-программиста и опережающей роли архитектора-решений представлены в ЦКМВ (Приложение 1).

Для обеспечения прозрачности и измеримости достижения ЦКМВ выделены шесть ключевых результатов обучения по программе (РО). Каждый РО декомпозируется на индикаторы компетенций и результаты обучения по индикаторам (в соответствии с КРМ), что служит основой для проектирования учебного плана, практик, кейсов и оценочных средств.

Таблица 6. Соответствие ключевых результатов обучения программе и компетенций ЦКМВ

Код РО	Результат обучения (выпускник способен)	Компетенции (все индикаторы из ЦКМВ)
РО-1	Разрабатывать на C/C++ системное программное обеспечение для встраиваемых устройств и промышленных контроллеров, включая драйверы, модули ядра Linux и прошивки для ОСРВ, с оптимизацией под ограниченные ресурсы и использованием инструментов отладки.	ИП-ДРС-1: ИП-ДРС-1.1, ИП-ДРС-1.2, ИП-ДРС-1.3, ИП-ДРС-1.4; ИП-2: ИП-2.1, ИП-2.2; ППК-Р1: ППК-Р1.4, ППК-Р1.5, ППК-Р1.7; ППК-Р2: ППК-Р2.3, ППК-Р2.4.
РО-2	Интегрировать промышленные протоколы (Modbus, CAN, OPC UA, Profinet) в АСУ ТП, разрабатывать шлюзы для обмена данными и обеспечивать надёжную передачу информации между разнородными системами.	ППК-Р3: ППК-Р3.1, ППК-Р3.2; ППК-Р4: ППК-Р4.1, ППК-Р4.2, ППК-Р4.3; ППК-Р5: ППК-Р5.1, ППК-Р5.2; ППК-ДА6: ППК-ДА6.2 (подготовка данных для аналитики).
РО-3	Разрабатывать HMI/SCADA-интерфейсы с использованием Qt и отечественных платформ (MasterSCADA 4D), интегрировать их с промышленными системами управления и обеспечивать визуализацию технологических процессов в реальном времени.	ППК-Р1: ППК-Р1.4, ППК-Р1.5, ППК-Р1.7; ППК-Р5: ППК-Р5.3, ППК-Р5.4; ППК-Р6: ППК-Р6.3, ППК-Р6.4.
РО-4	Применять методы машинного обучения для предиктивной аналитики, компьютерного зрения, обработки документов и построения цифровых двойников технологических процессов, включая развёртывание ML-моделей и обработку потоковых данных в промышленных системах.	ППК-Р1: ППК-Р1.1, ППК-Р1.2, ППК-Р1.3; ППК-ДА2: ППК-ДА2.1, ППК-ДА2.2, ППК-ДА2.3; ППК-ДА3: ППК-ДА3.1, ППК-ДА3.2, ППК-ДА3.3; ППК-ДА6: ППК-ДА6.1, ППК-ДА6.2, ППК-ДА6.3; ППК-Р7: ППК-Р7.1, ППК-Р7.2, ППК-Р7.3, ППК-Р7.4.
РО-5	Проектировать и развивать архитектуру промышленных систем, обеспечивая их защищённость на основе	АР-1: АР-1.1, АР-1.2, АР-1.3, АР-1.4; АР-2: АР-2.1, АР-2.2, АР-2.3;

Код РО	Результат обучения (выпускник способен)	Компетенции (все индикаторы из ЦКМВ)
	принципов конструктивной безопасности (Secure by Design) и соответствие требованиям законодательства о критической информационной инфраструктуре (КИИ), включая моделирование угроз, разработку политик безопасности и документирование архитектурных решений.	ППК-Р5: ППК-Р5.4; ППК-ОС2: ППК-ОС2.1, ППК-ОС2.2, ППК-ОС2.3; ППК-ОС6: ППК-ОС6.1.
РО-6	Управлять жизненным циклом промышленного программного обеспечения, работать в команде по Agile/Scrum, использовать CI/CD, контейнеризацию, мониторинг, SRE-подходы, управление рисками и потоковую обработку данных для обеспечения надёжности и эффективности промышленных ИТ-систем.	ППК-Р6: ППК-Р6.1, ППК-Р6.2, ППК-Р6.3, ППК-Р6.4; ППК-ОС3: ППК-ОС3.1, ППК-ОС3.2, ППК-ОС3.3; ППК-ОС5: ППК-ОС5.1, ППК-ОС5.2, ППК-ОС5.3; ППК-ОС6: ППК-ОС6.1, ППК-ОС6.2, ППК-ОС6.3; ППК-ОС7: ППК-ОС7.1, ППК-ОС7.2, ППК-ОС7.3, ППК-ОС7.4; ППК-У1: ППК-У1.1, ППК-У1.2, ППК-У1.3, ППК-У1.4, ППК-У1.5; УНК-02: УНК-02.1, УНК-02.2.

1.6. Формирование структуры образовательной программы

Программа построена как целостная система, обеспечивающая последовательное формирование шести ключевых результатов обучения (РО-1 ... РО-6). Каждый РО достигается через совокупность профильных дисциплин, практик и сквозных кейсов, распределённых по семестрам с учётом пререквизитов и логики наращивания сложности. Ниже представлены детальные таблицы для каждого РО с указанием дисциплин, их семестров, трудоёмкости, пререквизитов и формируемых индикаторов компетенций (в соответствии с учебным планом 2026 года).

Таблица 7. РО-1. Разрабатывать на C/C++ системное ПО для встраиваемых устройств и промышленных контроллеров

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Основы программирования (Б1.О.07)	1-2	10	—	ППК-Р1.4; ППК-Р1.5; ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р7.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Архитектура ЭВМ (Б1.О.10)	2	4	Основы программирования	ИП-ДРС1.1
Учебная практика (ознакомительная) (Б2.О.01(У))	2	3	Основы программирования, Архитектура ЭВМ	ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р2.3; ППК-Р2.4; ППК-Р7.1; ИП-ДРС1.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Системное программное обеспечение и операционные системы (Б1.О.19)	3	3	Архитектура ЭВМ, Основы программирования	ППК-Р1.7; ИП-ДРС1.1; ИП-ДРС1.3; ИП-ДРС1.4
Объектно-ориентированное программирование (Б1.О.18)	3	4	Основы программирования	ППК-Р1.4; ППК-Р1.5; ППК-Р1.7; ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р2.3; ППК-Р2.4; ППК-Р6.3; ППК-Р5.3
Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка (Б1.В.05)	5	4	Системное ПО и ОС	ИП-2.2; ИП-ДРС1.2; ИП-ДРС1.4

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Практикум по отладке встраиваемых систем (ФТД.01)	7	1	Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка	ИП-ДРС-1.2; ИП-ДРС-1.4
Разработка ПО для промышленных систем (Б1.В.07)	5	4	Промышленные сети, Базы данных	ППК-Р3.2; ППК-ДА6.2; ППК-Р6.3; ППК-Р6.4; ППК-ДА3.1; ППК-ДА3.3; ИП-ДРС1.2; ППК-Р5.1; ППК-Р5.2; УНК-02.1; УНК-02.2

Таблица 8. РО-2. Интегрировать промышленные протоколы и разрабатывать шлюзы

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Сетевые технологии (Б1.О.17)	3	4	Основы программирования	ППК-Р3.1; ППК-Р3.2
Базы данных (Б1.О.13)	3	4	Основы программирования	ППК-Р4.1; ППК-Р4.2; ППК-ДА6.2; ППК-ОС7.1
Производственная (эксплуатационная) практика (Б2.В.01(П))	4	6	Сетевые технологии, Базы данных	ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р2.3; ППК-Р2.4; ППК-Р3.1; ППК-Р3.2; ППК-Р4.1; ППК-Р4.2; ППК-Р4.3; ППК-ОС3.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Промышленные сети и интерфейсы (Б1.В.ДВ.01.01)	5	4	Сетевые технологии	ППК-Р3.1; ППК-Р3.2; ППК-Р5.2; УНК-02.1; УНК-02.2
Потоковая обработка данных для промышленных систем (Б1.В.11)	6	4	Базы данных, Сетевые технологии, Основы программирования, Алгоритмы и структуры данных	ППК-ДА6.2; ППК-ДА6.3; ППК-Р6.4; ППК-ОС5.3; ППК-ОС3.1; ППК-ОС3.2

Таблица 9. РО-3. Разрабатывать HMI/SCADA-интерфейсы

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Объектно-ориентированное программирование (Б1.О.18)	3	4	Основы программирования	ППК-Р1.4; ППК-Р1.5; ППК-Р1.7; ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р2.3; ППК-Р2.4; ППК-Р6.3; ППК-Р5.3
Разработка ПО для промышленных систем (Б1.В.07)	6	4	Модуль 1 (РО-2)	ППК-Р6.3; ППК-Р6.4; ППК-ДА6.2; ППК-ДА3.1
Введение в АСУТП и SCADA (Б1.В.ДВ.02.01)	6	4	Разработка ПО для промышленных систем	ППК-Р2.2; ППК-Р3.1; ППК-Р3.2; УНК-02.1; УНК-02.2
Производственная (технологическая) практика (Б2.В.02(П))	6	9	Введение в АСУТП и SCADA, ИИМО (начало)	ППК-Р2.1; ППК-Р2.2; ППК-Р2.3; ППК-Р2.4; ППК-ОС2.1; ППК-ОС2.2; ППК-ОС2.3; ППК-ДА6.2; ППК-ДА2.1; ППК-ДА2.2; ППК-ДА2.3; ППК-Р7.3; ППК-Р6.2; ППК-Р6.3; ППК-ДА3.1; ППК-ОС3.1; ППК-ОС3.2; ППК-ОС3.3; ППК-Р5.3; УНК-02.1; УНК-02.2

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Промышленные системы управления (Б1.В.19)	7-8	8	Производственная практика (Б2.В.02(П))	ППК-Р1.5; ППК-Р1.6; ППК-Р1.7; ППК-Р6.3; ППК-Р6.4

Таблица 10. РО-4. Применять методы машинного обучения для аналитики и цифровых двойников

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Линейная и векторная алгебра (Б1.О.03)	1	4	—	ППК-Р1.1; ППК-Р1.2
Теория вероятности и математическая статистика (Б1.О.21)	4	4	Математический анализ	ППК-Р1.2; ППК-Р1.3; ППК-ДА3.1
Базы данных (Б1.О.13)	3	4	—	ППК-Р4.1; ППК-Р4.2; ППК-ДА6.2; ППК-ОС7.1
Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (Б1.В.10)	6	4	Теория вероятностей, Базы данных	ППК-ДА6.1; ППК-ДА6.3; ППК-ДА2.1; ППК-ДА2.2; ППК-ДА2.3; ППК-Р7.2; ППК-Р7.3; ППК-Р7.4; ППК-ДА3.1; ППК-ДА3.2; ППК-ДА3.3; УНК-02.1; УНК-02.2
Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (Б1.В.10)	7	5	ИИМО (начало)	ППК-ДА6.1; ППК-ДА6.3; ППК-ДА2.1; ППК-ДА2.2; ППК-ДА2.3; ППК-Р7.2; ППК-Р7.3; ППК-Р7.4; ППК-ДА3.1; ППК-ДА3.2; ППК-ДА3.3; УНК-02.1; УНК-02.2
Промышленные системы управления (Б1.В.19)	7-8	8	ИИМО (начало)	ППК-Р1.5; ППК-Р1.6; ППК-Р1.7; ППК-Р6.3; ППК-Р6.4
Продвинутые технологии больших данных (ФТД.02)	8	1	ИИМО (полный курс)	ППК-ДА6.2; ППК-ДА6.3

Таблица 11. РО-5. Проектировать архитектуру промышленных систем с учётом требований конструктивной безопасности и КИИ

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Основы информационной безопасности (Б1.О.04)	1	4	—	ППК-ОС2.1
Кибербезопасность информационных систем (Б1.В.02)	4	4	Основы ИБ, Сетевые технологии	ППК-ОС2.1; ППК-ОС2.2
Основы архитектуры программных систем (Б1.О.24)	4	4	ООП, Базы данных	АР-1.1; АР-1.2; ППК-Р5.1
Безопасная разработка и конструктивная информационная безопасность (Б1.В.04)	5	4	Кибербезопасность, Основы архитектуры	ППК-ОС2.3; АР-1.2; АР-2.2; ППК-Р5.4
Кибериммунная разработка автоматизированных систем (Б1.В.08)	6	3	Безопасная разработка и конструктивная ИБ	АР-1.1; АР-1.2; АР-1.3; АР-1.4; АР-2.1; АР-2.2; АР-2.3
Архитектура защищённых систем (СКИБ) (Б1.В.12)	7	3	Кибериммунная разработка, Безопасная разработка	АР-1.2; АР-1.4; АР-2.2; ППК-ОС6.1
Архитектурный практикум (Б1.В.18)	8	4	Архитектура защищённых систем (СКИБ)	АР-1.2; АР-1.4; АР-2.2; АР-2.3; ППК-Р5.4; УНК-02.1; УНК-02.2
Инфраструктура и безопасность (Б1.В.13)	7	4	Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps)	ИП-2.1; ППК-ОС5.1; ППК-ОС5.2; ППК-ОС5.3; ППК-ОС3.1; ППК-ОС3.2; ППК-

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
				ОС3.3; УНК-02.1; УНК-02.2

Таблица 12. РО-6. Управлять жизненным циклом, DevOps, SRE и рисками

Дисциплина	Семестр	З.Е.	Пререквизиты	Формируемые индикаторы
Инструменты разработчика (Б1.О.11)	2	4	Основы программирования	ППК-Р1.6; ППК-Р3.1; ППК-ОС3.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps) (Б1.В.03)	4	4	Инструменты разработчика, Сетевые технологии	ППК-Р6.2; ППК-ОС3.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Администрирование баз данных (Б1.О.26)	5	4	Базы данных, Системное ПО и ОС	ППК-Р4.3; ППК-ОС7.2; ППК-ОС7.3; ППК-ОС7.4
Управление IT-проектами и рисками (Б1.В.06)	5	3	—	ППК-Р6.1; ППК-У1.1; ППК-У1.2; УНК-02.1; УНК-02.2
Управление командой разработки и лидерство (Б1.В.09)	6	3	Управление IT-проектами и рисками	УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; ППК-У1.1; УНК-02.1; УНК-02.2
Инфраструктура и безопасность (Б1.В.13)	7	4	Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps)	ИП-2.1; ППК-ОС5.1; ППК-ОС5.2; ППК-ОС5.3; ППК-ОС3.1; ППК-ОС3.2; ППК-ОС3.3; УНК-02.1; УНК-02.2
Надёжность и отказоустойчивость (SRE) (Б1.В.15)	7	4	Инфраструктура и безопасность	ППК-ДА6.1; ППК-ОС5.3; ППК-ОС6.2; ППК-ОС6.3; УНК-02.1; УНК-02.2
Управление эффективностью производства (Б1.В.14)	7	4	Управление IT-проектами и рисками	ППК-У1.3; ППК-У1.4; ППК-У1.5; ППК-ОС6.3
Промышленные системы управления (Б1.В.19)	7-8	8	Разработка ПО для пром. систем, Введение в АСУТП и SCADA, Инфраструктура и безопасность	ППК-Р1.5; ППК-Р1.6; ППК-Р1.7; ППК-Р6.3; ППК-Р6.4
Управление жизненным циклом промышленных IT-систем (Б1.В.16)	7-8	7	SRE, Управление IT-проектами и рисками	ППК-Р6.3; ППК-Р6.4; ППК-У1.3; ППК-У1.4; ППК-У1.5; ППК-ОС6.2; ППК-ОС6.3; УНК-02.1; УНК-02.2
Разработка и развёртывание микросервисных систем (Б1.В.17)	8	4	Инфраструктура и безопасность (SRE)	ППК-Р3.2; ППК-Р6.4; АР-2.2; ППК-ОС3.2; ППК-ОС3.3; УНК-02.1; УНК-02.2

Детальная декомпозиция каждого РО на индикаторы компетенций и результаты обучения (ЗУН) в соответствии с КРМ, а также расчёт показателей соответствия ЦКМВ требованиям проекта «Топ-ИТ» (доля профессиональных компетенций топ-уровня, доля включённых индикаторов и результатов обучения) представлены в ЦКМВ (Приложение 1). Полная таблица покрытия РО индикаторами дисциплин и практик приведена в Приложении 8. Соответствие индикаторов компетенций конкретным дисциплинам с указанием артефактов и используемых технологий отражено в Приложении 9. Участие промышленных партнеров в определении целевой модели выпускника подтверждается протоколами встреч и рецензией на ООП (Приложение 5)

1.6.1 Сквозная проектная деятельность как механизм формирования результатов обучения»

В основу практической подготовки положена система из 9 сквозных кейсов, интегрированных в профильные дисциплины и практики на протяжении всего периода обучения. Каждый кейс представляет собой комплексную профессиональную задачу, максимально приближенную к реальным производственным вызовам, с которыми сталкивается инженер-программист в области промышленной автоматизации. Кейсы спроектированы таким образом, чтобы обеспечить последовательное наращивание сложности: от «раннего погружения» в системное программирование на 2-м семестре до комплексного архитектурного аудита АСУ ТП на 8-м семестре. Такая траектория позволяет студенту не только осваивать отдельные инструменты и технологии, но и видеть целостную картину жизненного цикла промышленной ИТ-системы, понимать взаимосвязи между её компонентами и архитектурными решениями.

Реализация кейсов осуществляется в формате командной работы с распределением ролей, что соответствует требованиям надпрофессиональной компетенции УНК-02 (способность применять методы коллективной работы и проявлять лидерство). Каждый кейс завершается созданием проверяемого артефакта — от загружаемого модуля ядра до пакета сертификационной документации, — который фиксируется в портфолио студента и служит основой для защиты курсовых работ и выпускной квалификационной работы. Совокупность кейсов покрывает все шесть ключевых результатов обучения: РО-1 (разработка системного ПО) формируется кейсами №1, №2, №5; РО-2 (интеграция протоколов) — кейсами №4, №5; РО-3 (разработка HMI/SCADA) — кейсами №2, №6; РО-4 (применение ML и цифровые двойники) — кейсами №5, №6; РО-5 (архитектурное проектирование с учётом требований КИИ) — кейсами №3, №7, №9; РО-6 (управление жизненным циклом, DevOps, SRE и рисками) — кейсами №1, №4, №6, №8, №9. Таким образом, сквозная проектная деятельность становится интегральным механизмом достижения целевой компетентностной модели выпускника, обеспечивая синтез теоретических знаний, практических навыков и опыта командной работы над реальными задачами индустрии. Участие индустриальных партнеров в формировании кейсов отражены в Приложении 5.

Таблица 13. Описание кейсов и их места в учебном плане образовательной программы

№	Название кейса	Семестр	Встроен в дисциплину / практику	Пояснение
1	Разработка модуля ядра Linux	2	Учебная практика (Б2.О.01(У))	«Раннее погружение» – первый опыт, шаблоны, QEMU
2	HMI-приложение на Qt	3	Объектно-ориентированное программирование (Б1.О.18)	После изучения ООП – сразу практика
3	Архитектурное моделирование системы сбора данных (C4, UML, требования)	4	Основы архитектуры программных систем (Б1.О.24)	даёт навыки архитектурного проектирования (диаграммы, описание нефункциональных требований).
4	Шлюз Modbus–OPC UA	5	Промышленные сети и интерфейсы (Б1.В.ДВ.01.01)	После детального изучения протоколов – практическая реализация шлюза.
5	Сбор и предобработка телеметрии с ML для прогнозирования отказов	6	Разработка ПО для пром. систем (Б1.В.07, модуль 2)	Интеграция сбора данных, первичный

			ИИМО для разработки ПО (Б1.В.10)	анализ и ML (базовый уровень).
6	SCADA-интерфейс + ML-модель для управления технологической линией	7	Промышленные системы управления (Б1.В.11)	Комплексная практика по созданию мнемосхем, трендов и интеграции ML.
7	Архитектура безопасной IoT-платформы + Threat Modeling	7	Архитектура защищённых систем (СКИБ) (Б1.В.12)	Архитектурное проектирование, модель угроз STRIDE, документирование.
8	DevSecOps-пайплайн для промышленной разработки	7-8	Управление жизненным циклом промышленных IT-систем (Б1.В.16)	CI/CD с интеграцией безопасности, SRE-практики, мониторинг.
9	Аудит и проектирование АСУ ТП для соответствия КИИ	8	Архитектурный практикум (Б1.В.18)	Итоговый кейс: аудит, модель угроз, подготовка сертификационных документов.

В таблице 14 представлена роль кейсов в формировании образовательного результата программы

Таблица 14. Вклад кейсов в формирование результатов обучения образовательной программы

№	Название кейса	Семестр	Место кейса в учебном плане	Связанные РО	Артефакт	Описание профессиональной задачи	Особенности реализации
1	Разработка модуля ядра Linux для сбора данных с датчика	2	Учебная практика (Б2.О.01(У))	РО-1, РО-6	Загружаемый модуль ядра, создающий файл устройства /dev/sensor, пользовательская программа для чтения данных	Создать модуль ядра Linux, эмулирующий датчик (температура, давление). Модуль должен обрабатывать операции open/read/ioctl, вести журнал обращений.	Выполняется до изучения ОС. Используются готовые шаблоны, Makefile, пошаговые инструкции, работа в QEMU. Основная цель – первое погружение.
2	Разработка HMI-приложения на Qt для управления шаговым двигателем	3	Объектно-ориентированное программирование (Qt) (Б1.О.18)	РО-1, РО-3	Десктопное приложение на Qt с графическим интерфейсом для управления шаговым двигателем через последовательный порт	Создать приложение, позволяющее задавать параметры движения (скорость, направление, количество шагов), отображать статус, обрабатывать ошибки связи. Использовать Qt Widgets и QSerialPort.	Выполняется синхронно с изучением Qt в рамках ООП.
3	Архитектурное моделирование системы сбора данных	4	Основы архитектуры программ	РО-5, РО-6	Пакет архитектурной документации: С4-	Разработать архитектуру системы сбора данных с 50+ датчиков (Modbus TCP, OPC UA, MQTT)	Выполняется синхронно с изучением основ архитектур

№	Название кейса	Семестр	Место кейса в учебном плане	Связанные РО	Артефакт	Описание профессиональной задачи	Особенность и реализации
	(C4, UML, требования)		ых систем (Б1.О.24)		диаграммы (Context, Container, Component), UML-диаграммы (последовательностей, развёртывания), спецификация API (OpenAPI 3.0), описание нефункциональных требований, обоснование технологического стека	с передачей в центральное хранилище. Собрать и формализовать функциональные и нефункциональные требования (производительность, надёжность, безопасность). Построить диаграммы C4 (уровни 1–3) и дополнительные UML-диаграммы. Составить спецификацию API. Обосновать выбор СУБД, брокера сообщений, протоколов и средств мониторинга. Провести первичную оценку рисков.	ы программных систем. Работа в командах по 2–3 человека. Исходные – требования от индустриального партнёра. Защита архитектурного решения перед комиссией. Даёт навыки архитектурного проектирования (диаграммы, описание нефункциональных требований)
4	Шлюз Modbus–OPC UA	5	Промышленные сети и интерфейсы (Б1.В.ДВ.01.01)	РО-2, РО-6	Консольное приложение на C++ с использованием libmodbus и open62541, принимающее Modbus-запросы и транслирующее их в OPC UA сервер	Реализовать шлюз, принимающий запросы Modbus (чтение/запись регистров) и отображающий их как узлы OPC UA. Поддержка конфигурации отображения адресов.	Выполняется синхронно с детальным изучением протоколов в рамках курса. Предоставляются готовые библиотеки (libmodbus, open62541) и примеры.
5	Сбор и предобработка телеметрии с ML для прогнозирования отказов	6	Разработка ПО для промышленных систем (Б1.В.07, модуль 2); Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (Б1.В.10, начало)	РО-4, РО-6	Часть 1: Python-скрипт очистки и сохранения данных; Часть 2: обученная модель классификации, отчёт с метриками	Даны исторические данные с датчиков промышленного оборудования. Очистить данные, выделить признаки, обучить модель (Random Forest или градиентный бустинг) для прогнозирования отказа за 24 часа. Оценить точность.	Выполняется синхронно с изучением ИИ и МО (6 семестр). В рамках модуля 2 дисциплины «Разработка ПО для пром. систем» – сбор и предобрабо

№	Название кейса	Семестр	Место кейса в учебном плане	Связанные РО	Артефакт	Описание профессиональной задачи	Особенности реализации
							тка данных; в рамках курса ИИМО – обучение модели.
6	SCADA-интерфейс + ML-модель для управления технологической линией	7	Промышленные системы управления (Б2.В.11)	РО-3, РО-4, РО-6	Проект в MasterSCADA 4D с мнемосхемой, трендами, тревогами, ролевой моделью + обученная ML-модель	Спроектировать SCADA-систему для линии смешивания компонентов. Реализовать экраны визуализации, архивацию параметров, систему тревог. Обучить ML-модель для прогнозирования отклонений. Настроить CI/CD и дашборд.	Выполняется после изучения SCADA и ИИМО. Комплексная практика.
7	Архитектура безопасной IoT-платформы + Threat Modeling	7	Архитектура защищённых систем (СКИБ) (Б1.В.12) — дополнительный модуль	РО-5, РО-6	Архитектурная документация: C4-диаграммы, модель угроз STRIDE, спецификация API OpenAPI 3.0, обоснование технологического стека, документ по ГОСТ 34.602-2020	Разработать архитектуру промышленной IoT-платформы для сбора телеметрии с 500+ распределённых объектов. Провести моделирование угроз (Threat Modeling) по STRIDE для каждого компонента, определить контрмеры. Обосновать выбор технологий (Astra Linux SE, PostgreSQL PRO, Kubernetes).	Работа в командах по 3–4 человека с распределением ролей: системный архитектор, архитектор безопасности, архитектор данных, DevOps-архитектор. Защита перед комиссией с участием индустриального партнёра.
8	DevSecOps-пайплайн для промышленной разработки	7–8	Управление жизненным циклом промышленных IT-систем (Б1.В.16)	РО-5, РО-6	Работающий CI/CD-пайплайн (GitLab CI / Jenkins) с интеграцией SAST, DAST, SCA, сканирования контейнеров; Kubernetes-манифесты с политиками безопасности; дашборды мониторинга	Разработать и внедрить DevSecOps-пайплайн для команды разработки (10+ человек). Настроить автоматическую сборку, тестирование, развёртывание на Kubernetes (k3s). Интегрировать Security Gates (остановка пайплайна при уязвимостях CVSS $\geq$ 7.0). Настроить	Сквозной проект на два семестра. Выполняется на реальной инфраструктуре партнёра. Включает Chaos Engineering.

№	Название кейса	Семестр	Место кейса в учебном плане	Связанные РО	Артефакт	Описание профессиональной задачи	Особенность и реализации
					(Prometheus + Grafana); документация	мониторинг и логирование. Определить SLO/SLI, настроить оповещения.	
9	Аудит и проектирование АСУ ТП для соответствия КИИ	8	Архитектурный практикум (Б1.В.18)	РО-5, РО-6	Отчёт по аудиту, актуализованная модель угроз, план устранения несоответствий с архитектурными решениями, комплект сертификационной документации	Провести аудит существующей АСУ ТП (MasterSCADA 4D + ПЛК АБАК + Astra Linux SE) на соответствие 187-ФЗ и приказам ФСТЭК. Оценить идентификацию/аутентификацию, разграничение доступа, регистрацию событий, целостность ПО, защиту каналов, резервирование. Разработать архитектурные решения для устранения несоответствий (внедрение СЗИ, настройка МЭ, политики безопасной разработки). Подготовить пакет документов для сертификации.	Итоговый кейс, максимально приближен к реальной задаче архитектора. В качестве объекта аудита используется архитектура из кейса №7 или реальная АСУ ТП (обезличенные данные). Защита перед комиссией с участием партнёра.

В таблице 15 представлен полный перечень дисциплин профессионального цикла (включая обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений, а также факультативы), которые формируют профессиональные компетенции.

Таблица 15 Полный перечень профильных дисциплин с распределением по курсам, семестрам и привязкой к результатам обучения образовательной программы

№	Дисциплина (индекс)	Семестр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
1 курс								
1.	Информатика* (Б1.О.02)	1	4	Экз	–	–	ОПК-2	Базовые навыки работы с ИТ, поиск информации, офисное ПО.
2.	Линейная и векторная алгебра (Б1.О.03)	1	4	Экз	РО-4	–	ППК-Р1.1-1.2	Основа для работы с матрицами, векторами в ML.
3.	Основы информационной безопасности (Б1.О.04)	1	4	зачет	РО-5	-	ОПК-3 ППК-ОС2.1	Обеспечивает понимание угроз, политик безопасности и принципов защиты.

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
4.	Математический анализ* (Б1.О.05)	1–2	8	Экз, Зачёт	РО -4	–	ОПК-1.1– 1.3	Необходим для статистики и численных методов.
5.	Основы программирования (Б1.О.07)	1–2	10	Экз (2), Зачёт с КР (1)	РО -1	–	ППК-Р1.4 ППК-Р1.5, ППК-Р2.1, ППК-Р2.2, ППК-Р7.1 ОПК-8 УНК-0.2	Базовые навыки С/С++, Git, отладка, ИИ- инструменты. Фундамент для всех последующих.
6.	Дискретная математика и математическая логика (Б1.О.09)	2	5	Экз	РО -1	–	ОПК-1.1- 1.3; ППК- Р1.1; ППК- Р1.2; ППК- Р1.3	Математическая база для алгоритмов и логического проектирования.
7.	Архитектура ЭВМ (Б1.О.10)	2	4	Экз + КП	РО -1	Основы программиро вания	ИП-ДРС-1.1 ОПК-5 ОПК-7	Понимание работы процессора, памяти, прерываний – для низкоуровневого кода.
8.	Инструменты разработчика (Б1.О.11)	2	4	Зачёт с оц.	РО -6	Основы программиро вания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ППК-Р1.6; ППК-Р3.1; ППК- ОС3.1; УНК-02.1; УНК-02.2	Git, Make/CMake, GDB, Docker – основа промышленной разработки.
9.	Основы информационной безопасности (Б1.О.04)	1	4	Зачёт	РО -5	–	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ППК-ОС2.1	Базовые понятия криптографии, угроз, политик безопасности.
10.	Учебная практика (Б2.О.01(У)) – кейс №1	2	3	Зачёт с оц.	РО -1, РО -6	Основы программиро вания, Архитектура ЭВМ	УК-2.1-2.3; УК-3.1-3.3; УК-6.1-6.3; УК-8.1-8.3; ОПК-1.1- 1.3; ОПК- 2.1-2.3; ОПК-3.1- 3.3; ОПК- 4.1-4.3; ОПК-7.1- 7.3; ОПК- 9.1-9.3; ППК-Р1.4; ППК-Р1.7; ППК-Р2.1- Р2.4; ППК-Р7.1; ИП-ДРС1.1; УНК-02.	Модуль ядра Linux, отладка, работа в команде.
2 курс								
11	Объектно- ориентированное программирование	3	4	Зачёт с оц.	РО -1, РО -3	Основы программиро вания	ОПК-8.1- 8.3; ППК- Р1.4; ППК-	Классы, наследование, полиморфизм,

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
	(Б1.О.18) – кейс №2						Р1.5; ППК- Р1.7; ППК- Р2.1; ППК- Р2.2; ППК- Р2.3; ППК- Р2.4; ППК- Р6.3; ППК- Р5.3	паттерны; Qt Core для НМІ и отладки.
12	Алгоритмы и структуры данных (Б1.О.16)	3	4	Экз	РО -4	Основы программиро вания, Дискретная математика	ППК-Р1.1, ППК-Р1.3, ППК-Р1.4, ИП-2.1 ОПК-8	Алгоритмы сортировки, поиска, графы – для эффективной обработки данных и ML.
13	Системное программное обеспечение и операционные системы (Б1.О.19)	3	3	Экз	РО -1	Архитектура ЭВМ, Основы программиро вания	ОПК-2.1- 2.3; ОПК- 9.1-9.3; ППК-Р1.7; ИП-ДРС1.1; ИП-ДРС1.3; ИП-ДРС1.4	Ядро Linux, системные вызовы, управление процессами и памятью.
14	Базы данных (Б1.О.13)	3	4	Экз + КР	РО -2, РО -4	Основы программиро вания	ОПК-8.1- 8.3; ППК- Р4.1; ППК- Р4.2; ППК- ДА6.2; ППК-ОС7.1	SQL, проектирование схем, оптимизация – для хранения телеметрии и данных.
15	Сетевые технологии (Б1.О.17)	3	4	Зачёт с оц.	РО -2	Основы программиро вания	ОПК-5.1- 5.3; ОПК- 7.1-7.3; ППК-Р3.1; ППК-Р3.2	ТСР/IP, сокеты – основа промышленных протоколов и DevOps.
16	Теория вероятности и математическая статистика (Б1.О.21)	4	4	Экз	РО -4	Математичес кий анализ	ОПК-1.1- 1.3; ППК- Р1.2; ППК- ДА3.1	Статистические методы для анализа данных и ML.
17	Дифференциальны е уравнения и численные методы (Б1.О.23)	4	4	Экз	РО -4	Математичес кий анализ, Линейная алгебра	ППК-Р1.2, ППК-Р1.3, ОПК-1	Численное моделирование динамических систем, основа для цифровых двойников.
18	Основы архитектуры программных систем (Б1.О.24) кейс №3	4	4	Зачёт с оц. + КР	РО -5 РО -6	ООП, Базы данных	АР-1.1, АР-1.2, ППК-Р5.1, ОПК-4	Архитектурные стили, C4, UML – фундамент для архитектора.
19	Кибербезопасност ь информационных систем (Б1.В.02)	4	4	Экз + КП	РО -5	Основы ИБ, Сетевые технологии	ППК- ОС2.1, ППК-ОС2.2	СЗИ, межсетевые экраны, политики безопасности для АСУ ТП.
20	Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps) (Б1.В.03)	4	4	Зачёт	РО -6	Инструменты разработчика , Сетевые технологии	ППК-Р6.2; ППК- ОС3.1; УНК-02.1; УНК-02.2	CI/CD, Docker, GitLab CI – ключевые навыки промышленной разработки.
21	Производственная практика (Б2.В.01(П))	4	6	Зачёт с оц.	РО -2,	Сетевые технологии, Базы данных	УК-1.1-1.3; УК-6.1-6.3; УК-8.1-8.3;	Шлюз Modbus– OPC UA,

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
					РО -6		ППК-Р2.1- Р2.4; ППК-Р3.1; ППК-Р3.2; ППК-Р4.1; ППК-Р4.2; ППК-Р4.3; ППК- ОС3.1; УНК-02	интеграция с БД, CI/CD.
3 курс								
22	Администрирован ие баз данных (Б1.О.26)	5	4	Экз	РО -6	Базы данных, Системное ПО и ОС	ППК-Р4.3, ППК- ОС7.2–7.4, ОПК-5, ОПК-7	Установка, настройка, бэкапы, восстановление, оптимизация промышленных БД.
23	Управление качеством и документирование ПО (Б1.В.ДВ.03.01)	5	4	Экз	РО -5, РО -6	Основы программиро вания, ООП	ППК-Р1.5; ППК-Р2.4; ППК-Р7.4; ППК-Р5.3; ППК-Р5.4; УНК-02.	Стандарты кодирования, рефакторинг, инспекция, документация по ГОСТ.
24	Управление IT- проектами и рисками (Б1.В.06)	5	3	Зачёт	РО -6	–	УК-2.; УК- 3; ППК- Р6.1; ППК- У1.1; ППК- У1.2; УНК- 02	Идентификация, оценка и мониторинг рисков, Agile.
25	Разработка ПО для промышленных систем (Б1.В.07, модуль 1)	5-6	4	Зачёт с оц.	РО -2 РО -3	Промышленн ые сети, Базы данных	ППК-Р3.2; ППК- ДА6.2; ППК-Р6.3; ППК-Р6.4; ППК- ДА3.1; ППК- ДА3.3; ИП- ДРС1.2; ППК-Р5.1; ППК-Р5.2; УНК-02	Интеграция протоколов, драйверы, спецификация API для шлюзов.
26	Безопасная разработка и конструктивная информационная безопасность (Б1.В.04)	5	4	Зачёт + КР	РО -5	Кибербезопа сность, Основы архитектуры	АР-1.2, АР-2.2, ППК-Р5.4, ППК-ОС2.3	Threat Modeling (STRIDE), KasperskyOS, принципы конструктивной безопасности.
27	Контрольно- измерительные средства и Vag- metal отладка (Б1.В.05)	5	4	Экз	РО -1	Системное ПО и ОС	ИП-ДРС- 1.2, ИП- ДРС-1.4 ИП-2.2	JTAG, OpenOCD, профилирование (perf, valgrind), анализ дампов.
28	Промышленные сети и интерфейсы (Б1.В.ДВ.01.01) – кейс №4	5	4	Экз	РО -2	Сетевые технологии	ППК-Р3.1; ППК-Р3.2; ППК-Р5.2; УНК-02	Modbus, CAN, Profinet, OPC UA, RS-232/485 – детальное изучение.

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
29	Управление командой разработки и лидерство (Б1.В.09)	6	3	Зачёт	РО-6	Управление проектами	УК-2; УК-3; ППК-У1.1; УНК-02	Лидерство, наставничество, управление конфликтами.
30	Разработка ПО для промышленных систем (Б1.В.07, модуль 2) –кейс №5	6	4	Экз	РО-3	Модуль 1	ППК-Р6.3, ППК-Р6.4, ППК-ДА6.2, ППК-ДА3.1	SCADA/HMI, OPC UA, цифровые двойники, масштабирование.
31	Введение в АСУТП и SCADA (Б1.В.ДВ.02.01)	6	4	Зачёт с оц.	РО-3	Разработка ПО для промышленных систем	ППК-Р2.2, ППК-Р3.2	MasterSCADA 4D, визуализация, тренды, тревоги – практические навыки.
32	Кибериммунная разработка автоматизированных систем (Б1.В.08)	6	3	Зачёт	РО-5	Безопасная разработка	АР-1.1; АР-1.2; АР-1.3; АР-1.4; АР-2.1; АР-2.2; АР-2.3	KasperskyOS, политики изоляции, защита от киберугроз.
33	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (Б1.В.10, начало) –кейс №5	6	4	Зачёт	РО-4	Теория вероятностей, Базы данных	ППК-ДА6.1; ППК-ДА6.3; ППК-ДА2.1; ППК-ДА2.2; ППК-ДА2.3; ППК-Р7.2; ППК-Р7.3; ППК-Р7.4; ППК-ДА3.1; ППК-ДА3.2; ППК-ДА3.3; УНК-02	pandas, scikit-learn, ИИ-инструменты.
	Потоковая обработка данных	6	4	экзамен	РО-2, РО-4	Базы данных (Б1.О.13), Сетевые технологии (Б1.О.17) Инструменты разработчика (Б1.О.11), Основы программирования (Б1.О.07), Алгоритмы и структуры данных (Б1.О.16)	ППК-ДА6.2 ППК-ДА6.3 ППК-Р6.4 ППК-ОС3.1 ППК-ОС5.3	обеспечивает формирование компетенций в области обработки данных реального времени, что критически важно для реализации предиктивной аналитики и цифровых двойников в промышленности.
34	Производственная практика (Б2.В.02(П))	6	9	Зачёт с оц.	РО-3, РО-4,	ИИ и МО (начало), Введение в	УК-6.1; ППК-Р2. ППК-ОС2.1;	SCADA-проект + ML-модель, CI/CD, дашборды.

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
					РО -6	АСУТП и SCADA	ППК- ОС2.2; ППК- ОС2.3; ППК- ДА6.2; ППК- ДА2.1; ППК- ДА2.2; ППК- ДА2.3; ППК-Р7.3; ППК-Р6.2; ППК-Р6.3; ППК- ДА3.1; ППК- ОС3.1; ППК- ОС3.2; ППК- ОС3.3; ППК-Р5.3; УНК-02.	
4 курс								
35	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (Б1.В.10, продолжение)	7	5	Экз	РО -4	ИИ и МО (начало)	ППК- ДА6.1; ППК- ДА6.3; ППК- ДА2.1; ППК- ДА2.2; ППК- ДА2.3; ППК-Р7.2; ППК-Р7.3; ППК-Р7.4; ППК- ДА3.1; ППК- ДА3.2; ППК- ДА3.3; УНК-02	Нейросети, развёртывание моделей, дашборды, этические аспекты.
36	Промышленные системы управления (Б1.В.13) кейс №6	7-8	4	Зачет с оц (7) Экз (8)	РО -3, РО -4, РО -6		ППК-Р1.5, ППК-Р1.6, ППК-Р1.7, ППК-Р6.3, ППК-Р6.4	Интегрирует SCADA, ML- модели и DevOps/SRE- практики в рамках сквозного кейса №6, обеспечивая практическое управление технологическими процессами с применением предиктивной аналитики и

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
								средств наблюдаемости.»
37	Инфраструктура и безопасность (Б1.В.13)	7	4	Зачёт с оц.	РО -5, РО -6	Основы промышленн ой разработки и эксплуатации (DevOps)	ИП-2.1; ППК- ОС5.1; ППК- ОС5.2; ППК- ОС5.3; ППК- ОС3.1; ППК- ОС3.2; ППК- ОС3.3; УНК-02.1; УНК-02.2	Prometheus, Grafana, Kubernetes, сетевые политики.
38	Надёжность и отказоустойчивост ь (SRE) (Б1.В.15)	7	4	Зачёт	РО -6	Инфраструкт ура и безопасность	ППК- ДА6.1; ППК- ОС5.3; ППК- ОС6.2; ППК- ОС6.3; УНК-02.1; УНК-02.2	SLO/SLI, бюджеты ошибок, инцидент- менеджмент, chaos engineering.
39	Архитектура защищённых систем (СКИБ) (Б1.В.12) – кейс №7	7	3	Зачёт	РО -5	Киберимунна я разработка, Безопасная разработка	АР-1.2; АР- 1.4; АР-2.2; ППК-ОС6.1	Моделирование угроз, проектирование защищённых архитектур, документирование по ГОСТ.
40	Управление эффективностью производства (Б1.В.14)	7	4	Экз	РО -6	Управление ИТ-проектами	ППК-У1.3; ППК-У1.4; ППК-У1.5; ППК-ОС6.3	KPI, бережливое производство, анализ первопричин сбоев.
40	Управление жизненным циклом промышленных ИТ-систем кейс №8 (Б1.В.16)	7–8	7	Экз, Зачёт, КП	РО -6	SRE, Управление рисками	ППК-Р6.3; ППК-Р6.4; ППК-У1 ППК- ОС6.2; ППК- ОС6.3; УНК-02	Интеграция SRE, CI/CD, инцидент- менеджмент, оптимизация БД.
41	Разработка и развёртывание микросервисных систем (Б1.В.17)	8	4	Зачёт с оц.	РО -5, РО -6	Инфраструкт ура и безопасность	УК-3; ППК- Р3.2; ППК- Р6.4; АР- 2.2; ППК- ОС3.2; ППК- ОС3.3; УНК-02	Микросервисная архитектура, Kubernetes, API Gateway, GitOps.
42	Архитектурный практикум (Б1.В.18) кейс №9	8	4	Зачёт	РО -5	Архитектура защищённых систем	АР-1.2; АР-1.4; АР-2.2; АР-2.3;	Комплексный архитектурный проект с защитой перед комиссией.

№	Дисциплина (индекс)	Сем естр	З.Е.	Форма контроля	РО	Пререквизиты	Компетенции	Краткое обоснование
							ППК-Р5.4; УНК-02	
43	Практикум по отладке встраиваемых систем (ФТД.01)	7	1	Зачёт	РО-1	Контрольно-измерительные средства	ИП-ДРС-1.2, ИП-ДРС-1.4	Углублённая отработка навыков отладки на реальных кейсах.
44	Продвинутое технологии больших данных (ФТД.02)	8	1	Зачёт	РО-4	ИИ и МО	ППК-ДА6.2 ППК-ДА6.3	Spark, ClickHouse, распределённая обработка потоковых данных.
45	Преддипломная практика (Б2.В.03(Пд))	8	6	Зачёт с оц.	Все РО	Все предыдущие	Все продвинутое индикаторы АР-1, АР-2, ППК-ОС6, ППК-У1, ППК-Р5.4, ИП-ДРС-1.2–1.4 и др.	Выполнение реального проекта (кибериммунный шлюз, система управления) – интеграция всех компетенций для ВКР.

Примечание: *Дисциплины «Информатика» (Б1.О.02), «Математический анализ» (Б1.О.05) с точки зрения образовательного процесса относятся к фундаментальной подготовке и обычно рассматриваются как профильные для соответствующих направлений. Однако в рамках гранта по фундаментальным дисциплинам, который выиграл КНИТУ, где компетенции заранее определены условиями гранта и не подлежат изменению, указанные дисциплины в ЦКМВ не выделяются как профильные; при этом они обеспечивают формирование общепрофессиональных компетенций (ОПК) и закладывают математический фундамент для дальнейшего обучения.

Полная система пост- и пререквизитов представлена в приложении 10.

1.6.2 Практическая подготовка

Практики организованы на базе промышленных партнёров с индивидуальными планами, привязанными к РО и компетенциям. Общий объём практик – 24 з.е., на 20% превышает минимальный объём ФГОС (20 з.е.). Все практики начинаются не позднее 2-го семестра.

Таблица 16. Вклад практик в достижение результатов обучения образовательной программы

Вид практики	Семестр	з.е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
Учебная практика (ознакомительная) (Б2.О.01(У)) — кейс №1	2	3	Зачёт с оц.	РО-1, РО-6	УК-2, УК-3, УК-6, УК-8, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-7, ОПК-9, ППК-Р1.4, ППК-Р1.7, ППК-Р2.1, ППК-Р2.2, ППК-Р2.3, ППК-Р2.4, ППК-Р7.1, ИП-ДРС1.1, УНК-02.1, УНК-02.2	1. Анализ технического задания и изучение предоставленных материалов (шаблон кода, документация по ядру Linux). 2. Изучение архитектуры загружаемого модуля ядра — что такое символьное устройство, как работают file_operations, как происходит взаимодействие пользовательского пространства и ядра. 3. Написание кода загружаемого модуля на языке C с использованием готового шаблона. Студент дописывает логику чтения данных (эмуляция датчика температуры/давления) и обработку команды ioctl. 4. Сборка модуля с использованием Makefile	Выполняется до изучения ОС. Используются шаблоны, Makefile, пошаговые инструкции, работа в QEMU. Наставник проводит мастер-классы. Оценка включает собеседование по пониманию кода.	Загружаемый модуль ядра Linux (символьное устройство /dev/sensor), пользовательская программа для чтения данных, отчёт о работе.

Вид практики	Семестр	з. е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
						(предоставляется). 5. Загрузка и тестирование модуля в эмуляторе QEMU (предоставляется образ системы).		
Производственная (эксплуатационная) практика (Б2.В.01(П))	4	6	Зачёт с оц.	РО-2, РО-6	УК-1, УК-6, УК-8, ОПК-7, ППК-Р2.1, ППК-Р2.2, ППК-Р2.3, ППК-Р2.4, ППК-Р3.1, ППК-Р3.2, ППК-Р4.1, ППК-Р4.2, ППК-Р4.3, ППК-ОС3.1, УНК-02.1, УНК-02.2	1. Знакомство с производственной площадкой: изучение существующих производственных линий, сетевой инфраструктуры, используемого оборудования и протоколов. 2. Изучение внутренних стандартов предприятия: ознакомление с требованиями к коду, документации, процессам CI/CD и развертывания. 3. Работа с промышленным оборудованием: настройка ПЛК, промышленных контроллеров (АБАК, СИЛАРОН), датчиков. 4. Настройка сетей и протоколов: конфигурирование сетевых параметров для взаимодействия с оборудованием по протоколам Modbus TCP/RTU, CAN, PROFINET.	Проводится на базе производственных площадок или в лабораториях с оборудованием и эмуляционными стендами партнёра. Наставник от предприятия курирует работу.	Комплект материалов: отчёт по настройке и интеграции, техническая документация (инструкции, спецификации), программный код (компоненты интеграции, SQL-скрипты).

Вид практики	Семестр	з.е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
						Использование диагностических инструментов (Wireshark, анализаторы протоколов). 5. Разработка компонентов интеграции: написание простых программных компонентов (драйверы, сборщики данных) для интеграции оборудования в корпоративную ИТ-систему с использованием языков C/C++ и готовых библиотек. 6. Проектирование и работа с данными: создание схем баз данных для хранения конфигураций оборудования и архивации данных телеметрии (PostgreSQL). Разработка SQL-запросов для извлечения и анализа данных. 7. Работа с системами управления версиями и CI/CD: использование Git для совместной разработки, участие в настройке пайплайнов сборки и тестирования.		

Вид практики	Семестр	з. е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
						8. Документирование: подготовка технической документации по настройке оборудования и разработанным компонентам.		
Производственная (технологическая) практика (Б2.В.02(П))	6	9	Зачёт с оц.	РО-3, РО-4, РО-6	УК-6, ППК-Р2.1, ППК-Р2.2, ППК-Р2.3, ППК-Р2.4, ППК-ОС2.1, ППК-ОС2.2, ППК-ОС2.3, ППК-ДА6.2, ППК-ДА2.1, ППК-ДА2.2, ППК-ДА2.3, ППК-Р7.3, ППК-Р6.2, ППК-Р6.3, ППК-ДА3.1, ППК-ОС3.1, ППК-ОС3.2, ППК-ОС3.3, ППК-Р5.3, УНК-02.1, УНК-02.2	1. Анализ производственных процессов: изучение технологических процессов и требований к автоматизации на предприятии партнера. 2. Проектирование HMI/SCADA: разработка пользовательских интерфейсов для операторского персонала (мнемосхемы, тренды, тревоги, отчеты) в MasterSCADA 4D или с использованием Qt. 3. Работа с данными: извлечение данных из промышленных систем, их очистка, нормализация и подготовка для аналитических моделей с использованием Python (pandas, NumPy) и SQL (PostgreSQL). 4. Разработка ML-моделей: создание, обучение и валидация моделей машинного	Проводится на базе проектных команд предприятия с использованием реальных или учебных данных/задач. Наставник — ведущий специалист предприятия.	Комплексный отчёт: проект HMI/SCADA (MasterSCADA 4D или Qt), отчёт по ML-модели (Jupyter Notebook), документация (архитектура, инструкции), демонстрационные материалы.

Вид практики	Семестр	з.е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
						обучения (классификация, прогнозирование временных рядов) с использованием scikit-learn, TensorFlow для решения задач предиктивной аналитики. 5.Применение DevOps и SRE-подходов: настройка контейнеризации (Docker), пайплайнов CI/CD (GitLab CI), систем мониторинга (Prometheus, Grafana) и логирования для разрабатываемых сервисов. 6.Оптимизация кода: использование ИИ-ассистентов (GigaCode) для повышения производительности и читаемости кода. 7.Документирование: подготовка проектной документации, включая описание архитектуры, API, инструкции по развертыванию и эксплуатации.		
Производственная (преддипломная) практика (Б2.В.03(Пд))	8	6	Зачёт с оц.	Все РО (РО-1 ... РО-6)	УК-6, УК-9, ОПК-6, ППК-Р2.1-Р2.4, ППК-ДА6.1-	1. Анализ и постановка задачи (изучение задачи, формулирование требований, согласование	Выполняется на базе промышленного партнёра. Тема ВКР — реальная производств	Программный прототип / проект по теме ВКР; архитектурная документация (модель

Вид практики	Семестр	з. е.	Форма контроля	РО	Компетенции (индикаторы из ЦКМВ)	Виды профессиональной деятельности в процессе практики	Особенности реализации	Ожидаемый артефакт
					ДА6.3, ИП-2.1-ИП-2.2, ППК-Р7.1-Р7.4, ППК-ОС7.1-ОС7.4, ППК-Р6.1-Р6.4, ППК-У1.1-У1.5, АР-1.1-АР-1.4, АР-2.1-АР-2.3, ППК-ДА3.2-ДА3.3, ИП-ДРС1.1-ИП-ДРС1.4, ППК-ОС5.1-ОС5.3, ППК-ОС6.1-ОС6.3, ППК-ОС3.2-ОС3.3, ППК-Р5.1-Р5.4, УНК-02.1-УНК-02.2	ТЗ). 2. Архитектурное проектирование (C4 model, выбор стека, моделирование угроз STRIDE, проектирование БД и API). 3. Разработка программного прототипа (C++, Python, Qt, ML, интеграция протоколов, CI/CD, контейнеризация, мониторинг). 4. Тестирование и отладка (модульное, интеграционное, нагрузочное, анализ производительности, проверка безопасности). 5. Документирование (архитектурная документация по ГОСТ, техническая документация). 6. Подготовка к защите ВКР.	енная задача. Научный руководитель — специалист предприятия. Представитель партнёра входит в ГАК.	угроз, диаграммы C4, политики безопасности, спецификация API; материалы ВКР (пояснительная записка, презентация, демонстрационный стенд).

Паспорта практик (Приложение 4) содержат описание профессиональных задач, компетенций, артефактов и форматов участия индустриальных партнёров.

1.6.3 Система стажировок как механизм углубления практической подготовки

Помимо обязательных практик, предусмотренных учебным планом (Блок 2), студентам предоставляется возможность прохождения стажировок на базе индустриального партнёра — ООО «ГК «Иннотех». Стажировки организуются в соответствии с «Положением о проведении стажировок» (Приложение 5) и являются добровольным механизмом

углубления практических навыков, который дополняет, но не замещает обязательные практики и сквозные кейсы.

Стажировки предназначены для:

- Участия в реальных производственных проектах на ранних этапах обучения.
- Получения актуального опыта работы в команде над промышленными задачами.
- Формирования портфолио и подготовки материалов для ВКР на основе реальных задач индустрии.

Структура и содержание стажировок

Стажировки организованы по трёхуровневой модели (базовый, углубленный, расширенный) для четырёх профессиональных ролей: «Разработчик», «Тестировщик», «Аналитик», «Прикладной администратор». Содержание каждого уровня соответствует типовым программам, утверждённым индустриальным партнёром и представленным в Приложении 7. Стажировки реализуются в сквозном режиме, параллельно с освоением дисциплин и прохождением обязательных практик. Они позволяют студенту применить и углубить знания, полученные в рамках образовательной программы, на реальных производственных задачах. Взаимосвязь стажировок профессиональным ролям и обобщённое содержание уровней для каждой роли представлено в таблицах 17 и 18.

Таблица. 17 Соответствие стажировок профессиональным ролям ООП

Роль стажировки (по Положению)	Соответствующая роль в КРМ / ПС	Формируемые компетенции (индикаторы из ЦКМВ)
Разработчик	Инженер-программист / Разработчик (системное ПО)	ППК-Р1, ППК-Р2, ППК-Р3, ППК-Р4, ППК-Р6, ИП-ДРС-1, ИП-2
Аналитик	Архитектор решений / Системный аналитик (опережающая роль)	АР-1 (сбор требований), ППК-Р5 (проектирование)

Таблица 18. Содержание стажировок по ролям и уровням

Роль	Уровень I (Базовый) (12 недель.)	Уровень II (Расширенный) (12 недель.)	Уровень III (Углубленный) (12 недель.)
Разработчик	Основы языка и фреймворка стека проекта. Работа с Git, участие в Code Review. Исправление багов. Написание unit-тестов.	Самостоятельная разработка функционального модуля. Работа с API, БД (SQL/NoSQL), очередями. Участие в планировании спринтов.	Оптимизация и рефакторинг кода. Участие в проектировании архитектуры. Работа с Docker, Kubernetes, мониторингом.
Аналитик	Изучение предметной области. Сбор и описание требований. User Stories. Основы BPMN/UML.	Проведение интервью. Моделирование процессов «as-is / to-be». Формирование backlog. Прототипы в Figma.	Стратегическое планирование. Коммуникация со стейкхолдерами. Участие в разработке архитектурных решений.

В качестве расширения профессиональных навыков студенты так же могут пройти стажировку по дополнительным ролям, не связанным напрямую с профилем ООП.

Роль	Уровень I (Базовый) (12 недель.)	Уровень II (расширенный) (12 недель.)	Уровень III (углубленный) (12 недель.)
Тестировщик	Основы тестирования (виды, уровни). Составление чек-листов и тест-кейсов. Ручное и API-тестирование (Postman).	Углублённое тестирование API и БД (SQL). Основы автоматизации (Selenium/Playwright). Анализ логов.	Проектирование тестовой стратегии. Настройка CI/CD для автотестов. Нагрузочное тестирование. Менторинг.
Прикладной администратор	Основы Linux, CI/CD (Jenkins/GitLab CI). Git, мониторинг (логи).	Оркестрация (Kubernetes). Инфраструктура как код	Проектирование отказоустойчивой инфраструктуры. GitOps,

	Zabbix). Контейнеризация (Docker).	(Terraform/Ansible). Облачные платформы.	Security as Code. Стратегия аварийного восстановления.
--	------------------------------------	---	---

Индивидуальные планы стажировки и организация

Для каждой стажировки разрабатывается Индивидуальный план стажировки (ИПС), который включает:

- ФИО студента, группа, роль и уровень стажировки.
- Наставника от индустриального партнёра.
- Цели этапа с привязкой к компетенциям ЦКМВ.
- Перечень задач с указанием сроков выполнения и критериев оценки.
- Форму отчётности (код в репозитории, документация, устная защита).

Механизм организации:

1. **Наставничество** — за каждым стажёром закрепляется наставник от предприятия, который проводит код-ревью, консультации и оценивает результаты.
2. **Итоговая аттестация** — по завершении уровня наставник готовит Итоговый отчёт, фиксирующий достигнутые компетенции и выполненный объём работ. Аттестация проводится в форме защиты отчёта перед комиссией с участием представителей кафедры и партнёра.
3. **Признание результатов** — результаты стажировки могут быть засчитаны как:
 - Выполнение индивидуального задания по практике (при согласовании с руководителем практики).
 - Подготовка материалов для ВКР (артефакты, документация, результаты тестирования).
 - Дополнительный бонус при формировании рейтинга студента.

Таблица 19 Примерная траектория стажировки для студентов ООП (роль «Разработчик»):

Семестр	Рекомендуемый уровень стажировки	Связь с учебной деятельностью
После 2-го семестра	Разработчик. Базовый	После учебной практики (кейс №1) — углубление навыков C/C++, Git, отладки.
После 4-го семестра	Разработчик. Расширенный	После производственной практики — работа с API, интеграция протоколов.
6-й семестр и лето	Разработчик. Углубленный / Прикладной администратор	Параллельно с изучением инфраструктуры и безопасности.
8-й семестр	Аналитик. Углубленный	Подготовка архитектурной части ВКР.

Механизм интеграции с дисциплинами и практиками

Стажировки не заменяют обязательные практики, предусмотренные учебным планом, а расширяют возможности студента для:

1. Углубления компетенций в конкретной профессиональной роли (разработчик, тестировщик, аналитик, прикладной администратор).
2. Участия в реальных производственных проектах на ранних этапах обучения.
3. Подготовки материалов для ВКР на основе реальных задач индустрии.

Прохождение стажировок синхронизировано с календарным графиком учебного процесса и может быть засчитано как часть индивидуальной траектории студента. Результаты стажировок фиксируются в портфолио студента и учитываются при формировании рейтинга.

1.6.4 Государственная итоговая аттестация (ВКР)

Форма ГИА: Защита выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)

Механизмы проведения ГИА:

- государственная итоговая аттестация проводится в 8 семестре после освоения программы в полном объеме;
- государственная аттестационная комиссия включает представителя «якорного» индустриального партнера;
- Защита проходит в формате презентации и демонстрации разработанного продукта.

Согласование тематик ВКР:

- темы ВКР разрабатываются студентом совместно с научным руководителем;
- тематика согласуется с индустриальным партнером не менее чем за 6 месяцев до защиты;
- ВКР должна решать реальную производственную задачу партнера.

Тематики ВКР согласованы с индустриальным «якорным» партнером ООО «ГК «Иннотех» (приложение 5, протокол № 4 от 24 мая 2026 г.). Темы утверждаются не позднее чем за 6 месяцев до защиты.

Таблица 15 Примерные темы ВКР:

№	Тема ВКР	Проверяемые РО	Ожидаемый результат
1	Разработка драйвера символьного устройства для ОС Astra Linux с поддержкой DMA	РО-1, РО-5	Модуль ядра, реализующий open/read/write/ioctl, с использованием DMA (эмуляция), механизмы синхронизации, документация API.
2	Разработка SCADA-интерфейса для управления линией розлива на базе MasterSCADA 4D	РО-2, РО-3	Проект SCADA с мнемосхемой, трендами, алертами, отчётностью, эмуляцией контроллера.
3	Сервис сбора и анализа телеметрии промышленного оборудования с применением ML	РО-2, РО-4	Микросервис (C++/Python) с REST API, ML-модель прогнозирования, Grafana-дашборд.
4	Проектирование и внедрение SRE-подсистемы мониторинга для микросервисного приложения	РО-6	Набор SLO/SLI, Prometheus+Grafana+Alertmanager, Kubernetes-манифесты с self-healing.
5	Разработка защищённого API-шлюза для промышленных сервисов с конструктивной информационной безопасностью	РО-5, РО-6	API-шлюз с моделью угроз, политиками безопасности на Astra Linux, контейнеризация.
7	Оптимизация модуля обмена данными реального времени для встраиваемой системы на FreeRTOS	РО-1, РО-2	Низкоуровневый модуль обмена по CAN с бенчмарками, оптимизация задержек.
8	Разработка модуля ядра Linux для сбора данных с промышленного контроллера через RS-485/Modbus	РО-1, РО-2	Модуль ядра с интерфейсом /sysfs, буферизация, обработка ошибок связи, тестовый стенд.

№	Тема ВКР	Проверяемые РО	Ожидаемый результат
9	Проектирование и внедрение системы резервного копирования и аварийного восстановления для промышленной СУБД	РО-6	Комплекс автоматизированного резервного копирования (полное + WAL-архивация) и восстановления (Point-in-Time Recovery, failover) для PostgreSQL PRO, настроенный мониторинг (Prometheus + Grafana), регламент аварийного восстановления, скрипты и тесты для проверки RTO/RPO.
10	Разработка системы предиктивной аналитики для контроля качества сточных вод на основе машинного обучения	РО-4	ML-модель для прогнозирования показателей общего органического углерода, интеграция с существующей системой мониторинга.
11	Автоматизация экспертизы промышленной безопасности с применением методов обработки естественного языка	РО-4, РО-6	Сервис для автоматической загрузки, анализа и классификации документов ЭПБ, выявления несоответствий и формирования планов ремонтов с интеграцией в SAP TOPO.
12	Генерация управляющих программ для станков с ЧПУ на основе нейросетевых подходов	РО-4	Программный комплекс, автоматизирующий до 70% процесса написания кода для токарных и фрезерных станков.
13	Разработка алгоритмов компьютерного зрения для диагностики резервуаров с использованием дронов	РО-4, РО-5	Алгоритмы обработки видеоизображений с взрывозащищенных дронов для автоматического выявления дефектов металла резервуаров.
14	Проектирование роботизированной системы для внутривозвратной логистики с использованием ROS	РО-2, РО-3, РО-6	Программное обеспечение для управления роботизированной тележкой (AGV) с навигацией и планированием маршрутов.

2. Подходы к обучению и используемые инструменты

Методы обучения:

Метод	Описание	Применение в программе
Project-based learning (PjBL)	Обучение через выполнение практических проектов	Выполнение проектов на основе реальных задач индустриального партнера (6 кейсов на протяжении всего обучения)
Командная разработка по Agile/Scrum	Работа в командах с распределением ролей	Производственная практика (стажировка), курсовые проекты, участие в хакатонах
Code Review	Обязательная проверка кода наставниками и одногруппниками	Все лабораторные работы, практики и курсовые проекты
Проблемно-ориентированное обучение (PBL)	Решение практических задач с использованием изученных инструментов	Лабораторные работы на основе кейсов от индустриального партнера
Перевернутый класс (Flipped Classroom)	Аудиторное время переориентировано с лекционного изложения теории на решение прикладных задач.	Теоретический материал по дисциплинам выносится на самостоятельное изучение (видеолекции, спецификации, статьи). Очные занятия посвящены разбору сложных сценариев, проектированию кибериммунных систем и совместному поиску решений с экспертом.

Методология от «равного к равному» (Peer-to-Peer / Peer Instruction)	Взаимное обучение, где студенты выступают в роли наставников друг для друга, обмениваясь опытом и проводя рецензирование.	Старшекурсники и наиболее успешные студенты, прошедшие стажировку у партнёра, привлекаются к проведению воркшопов для младших курсов. Также практикуется peer code review и взаимная защита курсовых проектов перед группой.
Мастер-классы и воркшопы	Проведение занятий представителями индустриального партнера	Не менее 4 мастер-классов в год от индустриальных партнеров

Выбор методов обучения (PjBL, Code Review) напрямую диктуется выбранным инструментарием. Например, использование Платформы «Сфера» (Код + Задачи + Конвейер) и GitLab CI реализует методологию Code Review через автоматические проверки Merge Request, а практика «Перевернутый класс» становится возможной благодаря наличию у всех студентов доступа к закрытому репозиторию с видео-лекциями от индустриальных партнеров.

3. Применяемое ПО и технологии

Программа базируется на современном стеке технологий, включающем как отечественные, так и Open Source решения, что соответствует требованиям импортозамещения и КИИ. Выбор каждого инструмента обусловлен его ролью в достижении конкретных результатов обучения (РО) и формировании профессиональных компетенций.

Операционные системы и среды выполнения

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Astra Linux Special Edition 1.7 («Орёл»)	Основная целевая ОС для системного программирования, разработки драйверов, модулей ядра и отладки. Сертифицирована ФСТЭК, ФСБ и Минобороны России. Включена в реестр отечественного ПО.	Российская (коммерческая, для образования – специальные условия)	Системное программное обеспечение и операционные системы; Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка; Инфраструктура и безопасность; Архитектура защищённых систем (СКИБ); Практикум по отладке встраиваемых систем	РО-1, РО-5
KasperskyOS (Community)	Платформа для разработки кибериммунных систем, изучения политик изоляции и безопасной интеграции	Российская (бесплатная для образования)	Кибериммунная разработка АС; Безопасная разработка и конструктивная информационная безопасность; Архитектура защищённых систем (СКИБ);	РО-5
Linux (дистрибутивы Debian/Ubuntu – для сравнения и экспериментов)	Используется как альтернативная среда для изучения кроссплатформенности, работы с сетевыми инструментами и контейнеризации (в дополнение к Astra Linux).	Open Source (GPL)	Системное программное обеспечение и операционные системы; Сетевые технологии; Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps)	РО-1, РО-2, РО-6

Среды разработки и инструменты программирования

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
GigaIDE	Российская импортозамещённая среда разработки со встроенным ИИ-ассистентом GigaCode. Позволяет вести разработку на C++, Python, Java и других языках. Встроенный ИИ-ассистент повышает скорость написания кода до 25%.	Российская (бесплатная для образования)	Основы программирования; Объектно-ориентированное программирование; Разработка ПО для промышленных систем; Искусственный интеллект и МО для разработки ПО	РО-1, РО-3, РО-4
Кибер IDE (ИТ-холдинг Т1)	Альтернативная российская среда разработки, интегрированная с платформой «Сфера».	Российская	Инструменты разработчика; Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps); Разработка ПО для промышленных систем	РО-1, РО-6
Visual Studio Code / VSCodium	Кроссплатформенный редактор для разработки на C++, Python, с поддержкой плагинов для работы с Git, Docker, отладки.	MIT (Open Source)	Основы программирования; Инструменты разработчика; Искусственный интеллект и МО для разработки ПО	РО-1, РО-4, РО-6
SourceCraft Code Assistant	ИИ-ассистент для генерации и оптимизации кода, доступный как плагин для VS Code и IDE JetBrains.	Российская (бесплатная)	Основы программирования; Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Безопасная разработка и конструктивная информационная безопасность	РО-1, РО-4
GCC 13+ / GDB 14+	Компилятор и отладчик для C/C++, необходимые для системного программирования, отладки ядра и bare-metal разработки.	GPL	Основы программирования; Архитектура ЭВМ; Системное программирование обеспечение и операционные системы; Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка	РО-1
Make / CMake	Системы сборки проектов на C/C++, управление зависимостями и компиляцией.	GPL / BSD	Инструменты разработчика; Системное программирование обеспечение и операционные системы;; Разработка ПО для промышленных систем	РО-1, РО-6

Фреймворки и библиотеки для прикладной разработки

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Qt Framework (Qt Core, Qt Widgets, Qt Quick/QML, Qt Charts, Qt 3D, Qt Serial Bus, Qt OPC UA, Qt MQTT, Qt Network)	Основной фреймворк для разработки HMI/SCADA-интерфейсов и промышленных приложений. Qt является отраслевым стандартом для создания промышленных HMI, SCADA-систем и панелей оператора.	LGPL / GPL (Open Source / коммерческая)	Объектно-ориентированное программирование; Разработка ПО для промышленных систем; Введение в АСУ ТП и SCADA	РО-2, РО-3
Qt Serial Bus	Модуль Qt для работы с промышленными протоколами: Modbus RTU/TCP (QModbusRtuSerialMaster,	LGPL	Промышленные сети и интерфейсы; Разработка ПО для промышленных систем	РО-2

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
	QModbusTcpClient) и CAN (QCanBus). Обеспечивает нативную поддержку протоколов «из коробки».			
Qt OPC UA	Модуль Qt для работы с протоколом OPC UA (QOpcUaClient) – стандартом Industrial IoT. Позволяет подключаться к контроллерам Siemens S7, Beckhoff и другим.	LGPL	Разработка ПО для промышленных систем; Введение в АСУ ТП и SCADA;	РО-2
Qt MQTT	Модуль для лёгкого обмена данными в IoT-сценариях – передача данных с датчиков в облачные платформы.	LGPL	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Разработка ПО для промышленных систем	РО-2, РО-4
Qt Charts / Qt Data Visualization	Модули для создания графиков, трендов, 2D/3D-визуализации данных в реальном времени. Используются для отображения телеметрии и цифровых двойников.	LGPL / GPL	Разработка ПО для промышленных систем; Введение в АСУ ТП и SCADA; Искусственный интеллект и МО для разработки ПО	РО-3, РО-4
Qt 3D	Модуль для создания 3D-визуализаций и цифровых двойников с использованием OpenGL.	LGPL	Разработка ПО для промышленных систем; Архитектурный практикум	РО-3, РО-5
PyQt / PySide	Python-привязки для Qt, используемые при разработке прототипов HMI и скриптов для обработки данных.	GPL / LGPL	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Производственная практика	РО-4

Базы данных и хранение данных

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
PostgreSQL PRO	Основная российская СУБД для промышленных систем. Включена в реестр отечественного ПО. Используется для хранения телеметрии, конфигураций, журналов событий. Поддерживает транзакции ACID, репликацию, партиционирование.	Российская (коммерческая, для образования – специальные условия)	Базы данных; Администрирование баз данных; Управление жизненным циклом промышленных ИТ-систем; Разработка ПО для промышленных систем	РО-2, РО-4, РО-6
ClickHouse	Колоночная СУБД для аналитической обработки больших объёмов телеметрии в реальном времени.	Apache 2.0	Продвинутые технологии больших данных; Искусственный интеллект и МО для разработки ПО	РО-4
Redis	In-memory база данных для кэширования и быстрого доступа к часто используемым данным (например, кэш сессий, конфигураций).	BSD	Разработка и развёртывание микросервисных систем; Инфраструктура и безопасность	РО-6
MongoDB	Документно-ориентированная NoSQL СУБД для хранения неструктурированных данных (например, логов, конфигураций).	SSPL	Базы данных (ознакомительно); Продвинутые технологии больших данных	РО-2, РО-4

Инструменты для администрирования БД

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
PostgreSQL PRO (администрирование)	Настройка параметров СУБД, управление пользователями, мониторинг производительности, бэкапы и восстановление	Российская	Администрирование баз данных; Управление жизненным циклом промышленных IT-систем	РО-6
pgAdmin / DBeaver	Графические инструменты для администрирования и мониторинга БД	Open Source / Freemium	Администрирование баз данных	РО-6
pg_basebackup / pg_dump / pg_restore	Утилиты резервного копирования и восстановления PostgreSQL	PostgreSQL License	Администрирование баз данных	РО-6
Patroni / repmgr	Инструменты для управления репликацией и обеспечения высокой доступности	Open Source	Администрирование баз данных	РО-6
Zabbix / Prometheus + PostgreSQL exporter	Мониторинг производительности СУБД и системы резервного копирования	Open Source	Администрирование баз данных; Инфраструктура и безопасность	РО-6

Системы контроля версий, CI/CD и управление проектами

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Платформа «Сфера» (Код, Задачи, Конвейер)	Российская платформа для полного цикла разработки: Git-репозиторий (Сфера.Код), управление задачами (Сфера.Задачи), CI/CD (Сфера.Конвейер). Включена в реестр отечественного ПО.	Российская	Инструменты разработчика; Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps); Управление IT-проектами и рисками; Производственные практики	РО-6
Git	Система распределённого контроля версий – основа для командной разработки, код-ревью и управления релизами.	GPL	Инструменты разработчика; Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps); Разработка ПО для промышленных систем; Все практики	РО-6
GitVerse	Российский Git-репозиторий, альтернатива GitHub.	Российская	Инструменты разработчика; Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps)	РО-6
GitLab CI / Jenkins	Инструменты для настройки CI/CD-пайплайнов: автоматическая сборка, тестирование, развёртывание.	MIT / GPL	Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps); Инфраструктура и безопасность; Управление жизненным циклом промышленных IT-систем	РО-6
Helm	Пакетный менеджер для Kubernetes – управление развёртыванием приложений.	Apache 2.0	Разработка и развёртывание микросервисных систем; Инфраструктура и безопасность	РО-6
ArgoCD / Flux	Инструменты GitOps – автоматическое синхронизирование состояния кластера с Git-репозиторием.	Apache 2.0	Разработка и развёртывание микросервисных систем; Архитектурный практикум	РО-6

Контейнеризация и оркестрация

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Docker CE / Podman	Контейнеризация приложений – создание образов, изоляция окружений, воспроизводимость сборок.	Apache 2.0 / GPL	Основы промышленной разработки и эксплуатации (DevOps); Разработка ПО для промышленных систем; Разработка и развёртывание микросервисных систем	РО-6
Kubernetes (k3s)	Оркестрация контейнеров – управление кластерами, автоматическое масштабирование, self-healing. Легковесная версия k3s для edge-устройств и IoT	Apache 2.0	Инфраструктура и безопасность; Разработка и развёртывание микросервисных систем; Надёжность и отказоустойчивость (SRE)	РО-6

Мониторинг, логирование и наблюдаемость

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Prometheus	Сбор метрик производительности, мониторинг состояния сервисов, хранение временных рядов.	Apache 2.0	Инфраструктура и безопасность; Надёжность и отказоустойчивость (SRE); Управление жизненным циклом промышленных IT-систем	РО-6
Grafana	Визуализация метрик, создание дашбордов для мониторинга, интеграция с Prometheus, Loki, Alertmanager.	AGPL	Инфраструктура и безопасность; Надёжность и отказоустойчивость (SRE); Управление жизненным циклом промышленных IT-систем	РО-6
Alertmanager	Управление оповещениями на основе метрик, эскалация, интеграция с системами уведомлений.	Apache 2.0	Инфраструктура и безопасность; Надёжность и отказоустойчивость (SRE)	РО-6
ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) / Loki + Grafana	Централизованное логирование, сбор и анализ логов, поиск инцидентов.	SSPL / AGPL	Инфраструктура и безопасность; Управление жизненным циклом промышленных IT-систем; Надёжность и отказоустойчивость (SRE)	РО-6
OpenTelemetry	Сбор телеметрии (метрики, логи, трейсы) для распределённых систем.	Apache 2.0	Инфраструктура и безопасность; Надёжность и отказоустойчивость (SRE)	РО-6
Jaeger	Распределённая трассировка запросов в микросервисной архитектуре – анализ задержек, диагностика.	Apache 2.0	Разработка и развёртывание микросервисных систем; Надёжность и отказоустойчивость (SRE)	РО-6

Инструменты отладки, профилирования и тестирования

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
JTAG / OpenOCD	Аппаратная отладка встраиваемых систем, программирование микроконтроллеров, чтение состояния регистров и памяти	GPL (OpenOCD)	Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка; Практикум по отладке встраиваемых систем	РО-1
perf / valgrind / gprof	Профилирование производительности, поиск утечек памяти, анализ узких мест.	GPL / BSD	Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка; Разработка ПО для промышленных систем	РО-1
QEMU	Эмулятор аппаратных платформ для отладки и тестирования кода без физического оборудования.	GPL	Архитектура ЭВМ; Операционные системы;	РО-1

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
			Контрольно-измерительные средства и Bare-metal отладка	
Google Test / PyTest	Фреймворки для модульного и интеграционного тестирования кода на C++ и Python.	BSD / MIT	Основы программирования; Объектно-ориентированное программирование; Разработка ПО для промышленных систем	РО-1, РО-3
Postman / Insomnia	Тестирование REST API, отладка HTTP-запросов, создание коллекций тестов.	Freemium / Apache 2.0	Сетевые технологии; Разработка ПО для промышленных систем; Производственные практики	РО-2
k6 / JMeter / Locust	Нагрузочное тестирование – проверка производительности и масштабируемости систем.	AGPL / Apache 2.0	Надёжность и отказоустойчивость (SRE); Инфраструктура и безопасность	РО-6
Wireshark / tcpdump	Анализ сетевого трафика, отладка промышленных протоколов, диагностика сетевых проблем.	GPL	Сетевые технологии; Промышленные сети и интерфейсы	РО-2

Промышленные протоколы, SCADA и симуляция

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
MasterSCADA 4D (Community)	Российская SCADA-система для визуализации технологических процессов, сбора данных, архивации, построения трендов и тревог. Включена в реестр отечественного ПО.	Российская (бесплатная для образования)	Введение в АСУ ТП и SCADA; Разработка ПО для промышленных систем; Промышленные системы управления;	РО-2, РО-3
libmodbus / open62541	Библиотеки для реализации протоколов Modbus и OPC UA на C/C++ – используются при разработке шлюзов и драйверов.	LGPL / MPL	Промышленные сети и интерфейсы; Разработка ПО для промышленных систем	РО-2
Modbus Slave Simulator / OPC UA Simulation Server	Эмуляторы промышленных устройств для тестирования интеграций без физического оборудования.	Коммерческая / бесплатная	Промышленные сети и интерфейсы; Производственные практики	РО-2
Программно- аппаратная платформа СИЛАРОН (ПАК СИЛАРОН)	Отечественная платформа для построения распределённых систем управления (АСУ ТП). Включает ПЛК на базе Эльбрус/Байкал, среду разработки СИЛАРОН.IDE, библиотеки протоколов и инструменты визуализации СИЛАРОН.ИНСАЙТ. Включена в реестр отечественного ПО..	Российская (коммерческая, для образования – специальные условия) Предоставляется индустриальным партнером ИННОТЕХ-ГК	Разработка ПО для промышленных систем; Промышленные системы управления; Производственная практика	РО-1, РО-2 РО-3
Программируемый логический контроллер АБАК (ПЛК АБАК)	Семейство отечественных ПЛК от компании «Инкомсистем» для построения систем промышленной автоматизации. Поддерживает Modbus	Российская (коммерческая, для образования – специальные условия)		

	RTU/TCP, CAN, Ethernet/IP. Включен в реестр отечественного оборудования.			
--	---	--	--	--

Инструменты для ИИ и анализа данных

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Python (pandas, numpy, scikit-learn, TensorFlow, PyTorch)	Основной стек для обработки данных, машинного обучения и построения нейросетей.	BSD / MIT / Apache 2.0	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Продвинутое технологии больших данных; Производственная практика (кейс №4)	РО-4
Jupyter Notebook / Google Colab	Интерактивные среды для анализа данных, визуализации и прототипирования моделей.	BSD / Free	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО	РО-4
MLflow	Платформа для управления жизненным циклом моделей ML: отслеживание экспериментов, версионирование, развёртывание.	Apache 2.0	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (продвинутое уровень)	РО-4
Yandex DataLens / Tableau	Инструменты для создания интерактивных дашбордов и визуализации аналитических данных.	Российская / коммерческая	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Производственные практики	РО-4
Apache Spark	Фреймворк для распределённой обработки больших данных (в факультативе).	Apache 2.0	Продвинутое технологии больших данных	РО-4
Библиотеки NLP (spaCy, Transformers)	Инструменты для обработки естественного языка, используемые при анализе документов (например, ЭПБ).	MIT / Apache 2.0	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (продвинутое уровень); Возможно включение в темы ВКР	РО-4
OpenCV	Библиотека компьютерного зрения для обработки изображений и видео (диагностика резервуаров, распознавание дефектов).	Apache 2.0 / BSD	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (продвинутое уровень); Возможно включение в темы ВКР	РО-4

Инструменты для архитектурного моделирования и документирования

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
C4 Model	Методология визуализации архитектуры программных систем (Context, Container, Component, Code) – используется для описания архитектурных решений	Open (Creative Commons)	Основы архитектуры программных систем; Безопасная разработка и конструктивная информационная безопасность; Архитектура защищённых систем (СКИБ); Архитектурный практикум	РО-5
UML (PlantUML, draw.io)	Унифицированный язык моделирования – диаграммы классов, последовательностей, компонентов, развёртывания	Open Freemium	Основы архитектуры программных систем; Архитектура защищённых систем (СКИБ); Архитектурный практикум	РО-5

ArchiMate	Язык моделирования архитектуры предприятия – используется для описания бизнес-архитектуры, прикладной и технологической архитектур.	Open (The Open Group)	Архитектура защищённых систем (СКИБ); Архитектурный практикум	РО-5
Swagger / OpenAPI	Спецификация для документирования REST API – используется при проектировании микросервисных систем.	Apache 2.0	Разработка и развёртывание микросервисных систем; Разработка ПО для промышленных систем	РО-2, РО-5

Дополнительные инструменты

Инструмент / Технология	Назначение в программе	Лицензия	Используется в дисциплинах	Связь с РО
Mockaroo / Faker / Mimesis	Генерация синтетических данных для тестирования и обучения моделей.	Freemium / MIT	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО; Производственная практика (кейс №4)	РО-4
Synthetic Data Vault (SDV)	Библиотека для генерации синтетических данных на основе реальных датасетов.	MIT	Искусственный интеллект и МО для разработки ПО (продвинутый уровень)	РО-4
Chaos Mesh / Gremlin	Инструменты Chaos Engineering – проверка устойчивости системы к сбоям.	Apache 2.0 / коммерческая	Надёжность и отказоустойчивость (SRE) (продвинутый уровень)	РО-6
ROS/ROS2, Gazebo	Фреймворк для разработки роботизированных систем и симуляции.	Apache 2.0 / BSD	Возможно включение в темы ВКР и курсовых проектов по роботизации и логистике	РО-2, РО-3, РО-6
SAP (OData API)	Интеграция с корпоративными системами (выгрузка заказ-нарядов в SAP TOPO).	Коммерческая	Возможно включение в темы ВКР и практик по автоматизации ЭПБ	РО-6

4. Внутренний отбор студентов

Внутренний отбор проводится на конкурсной основе среди студентов, зачисленных на первый курс.

Правила внутреннего отбора на программу ТОП ИТ отражены в Приложении 6.

5. Заключение

Разработанная образовательная программа «Промышленный ИТ и автоматизированные системы» представляет собой целостную, логически выстроенную модель подготовки инженера-программиста системного ПО с опережающими архитектурными и управленческими компетенциями. Все проектные решения – от целевой модели до учебного плана, кейсов, практик и ВКР – подчинены достижению шести ключевых результатов обучения, которые декомпозированы на измеримые компетенции и индикаторы из КРМ.

Программа учитывает актуальные требования индустрии, зафиксированные в протоколах встреч с ведущими предприятиями (ИТ Холдинг Т1), что позволяет выпускникам решать реальные производственные задачи, включая экологический мониторинг, автоматизацию экспертизы промышленной безопасности, генерацию

управляющих программ для ЧПУ, компьютерное зрение для диагностики и роботизацию логистики.

Программа полностью соответствует требованиям федерального проекта «ТОП ИТ», документации отбора и Порядку проведения экспертизы, и может быть рекомендована к реализации с присвоением статуса «топ-программа» уровня «ТОП ИТ СТАРТ».

Перечень приложений

1. **Приложение 1.** Целевая компетентностная модель выпускника (ЦКМВ)
2. **Приложение 2.** Матрица компетенций
3. **Приложение 3.** Паспорта профильных дисциплин
4. **Приложение 4.** Паспорта практик
5. **Приложение 5.** Документация взаимодействия с партнером
6. **Приложение 6.** Положение о стажировках от ООО «ГК ИННОТЕХ»
7. **Приложение 7.** Проект положения о внутреннем отборе студентов
8. **Приложение 8.** Матрица соответствия индикаторов компетенций (ЦКМВ) результатам обучения (РО) ООП с указанием артефактов и технологического стека
9. **Приложение 9.** Матрица покрытия результатов обучения (ЦКВМ) профильными дисциплинами ООП
10. **Приложение 10.** Таблица пост- и прериквизитов для профильных дисциплин и практик