Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
(направленность (профиль) «Искусственный интеллект и
математическое моделирование в промышленности»)

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Цифровые двойники»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 6 з.е.

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Дисциплины (модули), реализуется во 2–4 семестрах.

3. Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся теоретических знаний в области цифровых двойников и их применения в промышленности и практических навыков разработки цифровых двойников промышленных изделий и процессов.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– сформировать представление об определении, классификации и задачах, решаемых цифровыми двойниками, а также об этапах и методах их создания;

– обеспечить владение методами валидации и верификации компьютерных моделей, методами ассимиляции данных для обновления состояния цифрового двойника в реальном времени, а также инструментами интеграции физических и суррогатных моделей;

– научить проектировать архитектуру цифрового двойника как сервиса, выполнять его деплой и интеграцию с промышленными IoT-платформами и системами мониторинга.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	**Краткое содержание**
Раздел 1. Концепция, классификация и математические модели цифровых двойников	Определение и эволюция концепции цифрового двойника. Классификация: двойник изделия, процесса, производственной системы. Промышленные применения (авиация, энергетика, атомная отрасль). Типы моделей в составе ЦД: физические, суррогатные, гибридные.
Раздел 2. Суррогатные модели и ассимиляция данных	Суррогатное моделирование: Гауссовские процессы (GPR), нейронные сети, полиномиальный хаос (PCE). Планирование вычислительного эксперимента (DoE). Валидация и верификация компьютерных моделей (V&V): стандарты ASME V&V, оценка неопределённостей (UQ), Sobol-индексы.
Раздел 3. Архитектура и деплой цифрового двойника как сервиса	Архитектурные паттерны ЦД. Управление данными: источники (датчики, SCADA, MES), форматы, потоки. Информационные модели ПО для создания ЦД: Modelica/OpenModelica, отечественные платформы.
Раздел 4. Интерфейс, IIoT-платформы и отечественные решения	Разработка человеко-машинного интерфейса. Реализация сервисов в рамках IIoT-платформ. Отечественные коммерческие платформы для создания цифровых двойников: обзор, сравнение, практическая работа. Жизненный цикл цифрового двойника и его сопровождение.

Раздел 5. Итоговый проект: разработка цифрового двойника промышленного изделия	Проект по созданию цифрового двойника реального промышленного объекта или процесса, объединяющий все изученные компоненты: физическая CAE-модель → суррогатная модель → ассимиляция данных датчиков → деплой как сервис → мониторинг. Тематика проектов ориентирована на задачи технологических партнёров программы. Промежуточные защиты и финальная презентация результатов.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
ПК-4. Способен разрабатывать цифровые двойники промышленных изделий и процессов	ИПК-4.1. Знает методы создания цифровых двойников
	ИПК-4.2. Владеет языками программирования и программным обеспечением для создания цифровых двойников
	ИПК-4.3. Разрабатывает цифровые двойники промышленных изделий и процессов