



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Институт агроинженерии и пищевых систем

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Основы создания цифровых двойников промышленных предприятий»**

Трудоемкость – 36 ч.

Разработчик: *кафедра инжиниринга технологического оборудования*

Автор: д.т.н., доцент Фролова Нина Анатольевна

г. Калининград, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2	УЧЕБНЫЙ ПЛАН И КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	5
3	РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ) ПРОГРАММЫ	5
4	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	9
	4.1 Материально-техническое обеспечение учебного процесса	9
	4.2 Организация образовательного процесса	10
	4.3 Кадровое обеспечение	10
	4.4 Методические рекомендации по реализации программы	10
5	ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ	11

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа реализуется в соответствии с Федеральным законом Федерального закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам». Содержательная часть программы соответствует национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения».

Цель:	повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации / получения новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности в области создания ЦУФ (цифровых учебных фабрик).
Задачи:	– сформировать и закрепить способность к критическому восприятию концепций и подходов к созданию цифровых двойников; – сформировать и закрепить понимание основных положений новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования технологических процессов, как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения.
Категория слушателей (требования к квалификации слушателей):	1. Лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; 2. Лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.
Срок освоения:	36 часов
Режим занятий:	Обучение с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС)
Форма обучения:	Очная/заочная с применением дистанционных образовательных технологий

Планируемые результаты обучения. Компетентностный профиль программы.

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания, умения и владения, необходимые для качественного изменения профессиональных компетенций:

Знать:

- основы организационно – технологического проектирования производственных процессов;
- основы модернизации промышленного производства.

Уметь:

- моделировать производственные процессы в ЦУФ;
- выдвигать и проверять гипотезу оптимизации/модернизации производственных процессов;

Владеть:

- навыками использования инструментов взаимодействия с 3D компонентами в рабочем пространстве ЦУФ;
- навыками офлайн программирования в ЦУФ;
- способами получения данных моделирования для дальнейшего их анализа;
- навыками офлайн программирования робототехнических комплексов.

Профессиональный стандарт 1353 «Специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности», утвержденный приказом Минтруда № 550 н от 02 сентября 2020 года.

ОТФ: Организационно-технологическое обеспечение процессов механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции.

ТФ: Технологическое обеспечение процессов механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции.

знания: устройство и назначение технологического оборудования и средств механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции; принципы действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения технологических параметров средств и систем механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции; назначения, устройства и особенности программируемых микропроцессорных контроллеров, их функциональные возможности;

умения: осуществлять рациональный выбор средств и систем механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции; производить обоснованный выбор средств измерений и автоматики; выполнять пусконаладочные работы на промышленном оборудовании и средствах механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции; контролировать и анализировать функционирование промышленного оборудования и средств механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции.

трудовые действия: составление планов работ по выполнению операций механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции; разработка производственных заданий на выполнение работ по механизации, автоматизации и роботизации автоматизированных технологических линий по производству пищевой продукции.

2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модулей	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практ. занятия	СР	
1.	Основы организационно-технологического проектирования производственных процессов, создание ЦУФ	2	2	2	собеседование
2.	Основы моделирования и оптимизации технологических процессов, основы создания ЦУФ	2	4	2	собеседование
3.	Основы офлайн программирования робототехнических комплексов	2	4	2	собеседование
4.	Основы цифровой аналитики и отчетности	2	4	2	собеседование
5.	Основы модернизации производства	2	2	2	собеседование
Всего:		10	16	10	
Итого		36			

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
										И

□ – учебный день;

А – промежуточная аттестация;

И – итоговая аттестация;

× – нет обучения

3 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ) ПРОГРАММЫ

Рабочая программа модуля «Основы организационно-технологического проектирования производственных процессов, создание ЦУФ»

В результате изучения программы модуля обучающиеся должны:

знать:

- структуру пакета ПО для создания ЦУФ;
- интерфейс программы создания ЦУФ.

уметь:

- выполнять запуск программы;

- выполнять настройки программы создания ЦУФ;
- работать с «горячими клавишами», запускать симуляции.

Тематический план модуля «Основы организационно-технологического проектирования производственных процессов, создание ЦУФ»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
1.	Основы организационно-технологического проектирования производственных процессов, создание ЦУФ	2	2	2
1.1	Структура пакета	0,6	0,6	0,6
1.2	Запуск программного обеспечения	0,4	0,4	0,4
1.3	Главное окно программы	1,0	1,0	1,0
Всего:		2	2	2

Содержание модуля «Основы организационно-технологического проектирования производственных процессов, создание ЦУФ».

Изучение структуры пакета ПО: Вкладка «Файл». Сохранение моделей. Вкладка «Главная» Вкладка «Процесс». Вкладка «Моделирование» Вкладка «Программирование». Вкладка «Чертеж». Вкладка «Помощь». Знакомство с электронной библиотекой компонентов.

Рабочая программа модуля «Основы моделирования и оптимизации технологических процессов, основы создания ЦУФ»

В результате изучения программы модуля обучающиеся должны:
знать:

- механизм выстраивания шагов технологического процесса;
- сущность моделирования и основы создания ЦУФ

уметь:

- выстраивать работу на технологическом участке.

Тематический план модуля «Основы моделирования и оптимизации технологических процессов, основы создания ЦУФ»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
2.	Основы моделирования и оптимизации технологических процессов, основы создания ЦУФ	2	4	2
2.1	Компоненты для	1	2	1

	моделирования процессов			
2.2	Создание процесса	1	2	1
Всего:		2	4	2

Содержание модуля «Основы моделирования и оптимизации технологических процессов, основы создания ЦУФ»

Знакомство с обозначением компонентов процесса. Знакомство с компонентом устройства подачи или процесс подачи. Работа с антропоморфными объектами, манипуляторами и мобильными роботами. Добавление компонентов на рабочее пространство и размещение их в пространстве.

Рабочая программа модуля «Основы офлайн программирования робототехнических комплексов»

В результате изучения программы модуля обучающиеся должны:
знать:

- структуру вкладки «Программирование»;
- механизм работы манипулятора с коробкой и сварочного робота.

уметь:

- работать с транспортным контроллером;
- добавлять компоненты для работы антропоморфных объектов (транспортный контроллер, сам объект);
- работать в редакторе технологического процесса.

Тематический план модуля «Основы офлайн программирования робототехнических комплексов»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
3.	Основы офлайн программирования робототехнических комплексов	2	4	2
3.1	Работа манипулятора с коробкой	0,5	1	0,5
3.2	Работа сварочного робота	1	1	1
3.3	Последовательность моделирования работа антропоморфных объектов	0,5	2	0,5
Всего:		2	4	2

Содержание «Основы офлайн программирования робототехнических комплексов»

Работа во вкладке «Программирование». Использование узла процессов для создания потоков технологического процесса. Перемещение детали из конвейера. Работа в МП Транспортные контейнеры. Добавление и привязка компонентов на рабочее пространство. Редактирование компонентов во вкладке «Процесс». Варианты экспорта модели из системы.

Рабочая программа модуля «Основы цифровой аналитики и отчетности»

В результате изучения программы модуля обучающиеся должны:

знать:

– способы получения данных моделирования для дальнейшего их анализа;

– типы диаграмм.

уметь:

– проводить экспорт визуальных материалов;

– составлять графики круговой диаграммы.

Тематический план модуля «Основы цифровой аналитики и отчетности»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
4.	Основы цифровой аналитики и отчетности»	2	4	2
4.1	Статистика. Формирование статистических данных	1	2	1
4.2	Создание нового объекта. Загрузка 3D модели из CAD системы.	1	2	1
Всего:		2	4	2

Содержание «Основы офлайн программирования робототехнических комплексов»

Добавление операторов статистики в процедуры технологического процесс. Создание страниц статистики для отображения статистических данных и экспортирование полученных данных. Экспорт визуальных материалов.

Рабочая программа модуля «Основы модернизации производства»

В результате изучения программы модуля обучающиеся должны:

знать:

- механизм выдвижения гипотез.

уметь:

- проводить анализ производительности и/или оптимизации работы оборудования/роботов/людей;
- сравнивать результаты до и после изменений с целью анализа эффективности сделанных изменений для разных аспектов производства.

Тематический план модуля «Основы модернизации производства»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
5.	Основы модернизации производства	2	2	2
5.1	Задание начальных условий	1	1	1
5.2	Применение роботизированной укладки деталей в оборудование	1	1	1
Всего:		2	2	2

Содержание «Основы модернизации производства»

Гипотеза оптимизации/модернизации производства для повышения производительности и/или оптимизации работы оборудования/роботов/людей/процессов. Корректировка технологического процесса, анализ эффективности. Анализ динамики результатов «до» и «после» изменений.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 240 ГУК, 466/3.	Лекции, практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, ПО «Рациональное производство (академический пакет)»

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

1. Цифровые двойники: учебное пособие / В.М. Дмитриев [и др.] – Томск: Изд-во Томск.гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2024. – 88 с.
2. Царев, М. В. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования / М. В. Царев, Ю. С. Андреев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. – Т. 64, № 7. – С. 517-531.
3. Васильева Е. Компоненты Индустрии 4.0: Цифровые двойники // Автоматизация проектирования. 2019. № 3. С. 22-38.
4. Васильева Е. Компоненты Индустрии 4.0: Цифровые двойники // Автоматизация проектирования. 2019. № 3. С. 22-38.
5. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / под ред. А. И. Боровкова. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с.
6. 5. Пенский, О. Г. Математические модели цифровых двойников: учебное пособие / О. Г. Пенский. — Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-7944-3267-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118930.html>

4.2 Организация образовательного процесса

Реализация программы осуществляется в соответствии с требованиями к организации образовательного процесса в университете, изложенными в локальных нормативных актах.

4.3. Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими: среднее профессиональное или высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и имеющими опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы.

4.4 Методические рекомендации по реализации программы

При реализации программы необходимо руководствоваться утвержденными нормативными документами, в первую очередь учитывать требования Федеральным законом Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам». Перед началом занятий необходимо произвести входную диагностику, которая нацелена на проверку готовности слушателя к освоению программы и предполагает контроль знаний и умений

по использованию сети «Интернет» для профессиональной деятельности и проверку базовых знаний и умений по прочностному инженерному анализу.

5 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Итоговая аттестация по программе проводится в форме зачета, который выставляется по результатам выполнения итоговой практической работы. Зачет проводится с целью определения уровня усвоения выпускником материала, предусмотренного Программой. Зачет проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и календарным графиком учебного процесса. Дата и место проведения зачета определяются расписанием. К итоговой аттестации допускаются слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана и проделавшие все практические работы, предусмотренные программой. По итогам выполнения итоговой практической работы выставляется «Зачет».

На итоговой аттестации выполняются следующие типовые задания:

1. Произвести расстановку оборудования в соответствии с планом производства, используя инструменты взаимодействия с 3D компонентами.
2. Организовать компоненты в дереве построений в соответствии с наименованием участка.
3. На Участке заготовок колец организовать создание паллет и их загрузку на полку хранения.
4. Объединить работу нескольких участков.
5. Составить программы для робота, по загрузке и выгрузке деталей. Проверить на столкновение с окружающими объектами и устранить столкновения.

Во время прохождения итоговой аттестационной работы, студенту разрешается использовать все материалы, которые были задействованы в курсе. Для выставления «зачтено» на итоговой аттестации используется следующая система:

Номер позиции	Описание балла	Результат аттестации
1	Слушатель выполнил от двух до пяти типовых заданий	«зачтено»
2	Слушатель выполнил одно типовое задание из пяти / слушатель не выполнил типовые задания	«не зачтено»

По результатам прохождения итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца. Лицам, получившим по результатам прохождения итоговой аттестации неудовлетворительную оценку, выдается справка о прохождении обучения в Организации.

Согласовано:

Директор ИАПС



В.В. Верхотуров