

Приложение 2.9
к ОПОП-П по специальности
15.02.18 Техническая эксплуатация и обслуживание
роботизированного производства (по отраслям)

Рабочая программа дисциплины

**«ОП.09 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ»**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	2
1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины.....	3
<i>1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины.....</i>	<i>3</i>
2. Структура и содержание дисциплины	6
<i>2.1. Трудоемкость освоения дисциплины.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2. Содержание дисциплины</i>	<i>7</i>
3. Условия реализации дисциплины.....	11
<i>3.1. Материально-техническое обеспечение</i>	<i>11</i>
<i>3.2. Учебно-методическое обеспечение.....</i>	<i>11</i>
4. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины	11

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Математические методы моделирования производственных процессов»: формирование у обучающихся базовых математических навыков для анализа, моделирования и оптимизации производственных процессов в условиях роботизированного производства.

Дисциплина «Математические методы моделирования производственных процессов» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 15.02.18 «Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированного производства (по отраслям)».

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника (п. 4.3 ОПОП-П).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте методы работы в профессиональной и смежных сферах порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК.02	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска оценивать практическую значимость результатов поиска применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
	использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	
ОК.03	определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности определять источники достоверной правовой информации составлять различные правовые документы находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта	содержание актуальной нормативно-правовой документации современная научная и профессиональная терминология возможные траектории профессионального развития и самообразования основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности правила разработки презентации основные этапы разработки и реализации проекта
ОК 07	соблюдать нормы экологической безопасности определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности пути обеспечения ресурсосбережения принципы бережливого производства основные направления изменения климатических условий региона правила поведения в чрезвычайных ситуациях
ПК 3.1 ПК 3.2	Применять математические методы для анализа технологических процессов.	Математические методы анализа и оптимизации производственных процессов.

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ПК 4.3	Строить математические модели производственных операций. Проводить расчёты производительности, времени цикла, простоев, загрузки оборудования. Использовать модели для прогнозирования и оптимизации параметров роботизированного производства. Интерпретировать результаты моделирования и предлагать решения для улучшения процессов. Анализировать данные о производственных показателях и выявлять закономерности с помощью статистических методов.	Методы моделирования технологических операций с использованием математических инструментов. Основы теории вероятностей и математической статистики в контексте производственных задач. Методы исследования операций (линейное программирование, теория массового обслуживания, сетевое планирование). Принципы построения математических моделей производственных систем Способы оценки эффективности и производительности роботизированных комплексов с помощью математических моделей.

1.3.Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ п/п	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	Умение оценивать суммарные затраты энергии и расход СОЖ, а также рассчитывать экологический и экономический эффект от снижения энергопотребления (ПК 4.3, ОК 07)	Тема 1.6: Применение интегралов в ресурсосбережении	4 часа	Формирование навыков ресурсосберегающего производства, необходимых для снижения себестоимости и экологической нагрузки. Эти навыки особенно актуальны в условиях внедрения бережливых технологий и цифровой трансформации производства.
2	Знание теории массового обслуживания и умение моделировать очереди на станках с ЧПУ для оценки загрузки оборудования (ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3)	Тема 3.4: Теория массового обслуживания	4 часа	Теория массового обслуживания позволяет оптимизировать работу производственных систем, сводя к минимуму простои и избыточные затраты. Это особенно важно при работе с автоматизированными линиями и роботизированными комплексами.
3	Умение интерпретировать результаты моделирования и формулировать предложения по улучшению производственных	Тема 3.5: Интерпретация и принятие решений	4 часа	Развивает способность принимать обоснованные технические решения на основе данных анализа и моделирования. Это ключевая компетенция для профессиональной деятельности в сфере

	процессов (ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01)			робототехнологических комплексов.
4	Знание основ имитационного моделирования и умение использовать Excel, Python, AnyLogic для создания моделей потоков деталей (ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 02)	Тема 4.1: Основы имитационного моделирования	4 часа	Имитационное моделирование становится неотъемлемой частью проектирования и оптимизации производственных процессов. Для эффективного анализа сложных систем необходимы навыки работы с цифровыми инструментами (Excel, Python, AnyLogic).
5	Умение проводить комплексное моделирование участка производства, от анализа до предложений по оптимизации (ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01)	Тема 4.2: Комплексное моделирование участка	2 часа	Комплексное моделирование позволяет студентам применять полученные знания и навыки в реальных производственных условиях. Это способствует формированию системного мышления и подготовке к решению комплексных задач в роботизированном производстве.
		Итого	18	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	48	23
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	2	-
Всего	50	23

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч./ в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций и личностных результатов, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Введение в математическое моделирование	Содержание учебного материала	2/1	
	Понятие модели, классификация моделей. Применение в робототехнологических комплексах. Связь с другими дисциплинами (ОП.07, ОП.08)	1	ПК 3.1, ОК 01, ОК 02
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	1	
	Практическое занятие № 1: построение математической модели технологического перехода (на примере обработки детали).	1	ПК 3.1, ОК 01
Раздел 1. Математический анализ в производственных задачах		16/10	
Тема 1.1 Функции нескольких переменных	Содержание учебного материала	2/1	
	Понятие, частные производные. Применение: зависимость производительности от скорости, подачи, износа.	1	ПК 3.1, ОК 01
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	1	
	Практическое занятие № 2: Нахождение частных производных. Анализ влияния параметров на эффективность.	1	ПК 3.1, ОК 01
Тема 1.2 Дифференциальные уравнения моделировании процессов	Содержание учебного материала	2/1	
	Уравнения с разделяющимися переменными. Модели износа, нагрева, отказов.	1	ПК 3.1, ПК 4.3
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	1	
	Практическое занятие № 3. Решение уравнений, описывающих износ инструмента.	1	ПК 3.1, ПК 4.3
Тема 1.3	Содержание учебного материала	2/1	
	Вычисление работы, пути, массы. Применение: расчёт суммарного времени обработки при переменной скорости.	1	ПК 3.2, ОК 02

Определённый интеграл в физико-технических расчётах	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 4: расчёт энергозатрат и времени цикла.	1	ПК 3.2, ОК 02
Тема 1.4 Полярные координаты и параметрические линии	Содержание учебного материала	2/1	
	Применение в траекториях движения роботов. Уравнения движения.	1	ПК 3.2
	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 5. Построение траектории движения манипулятора в полярной системе координат.	1	ПК 3.2
Тема 1.5 Оптимизация функции нескольких переменных	Содержание учебного материала	4/2	
	Экстремумы функций. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ОК 01
	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 6. Оптимизация режимов резания по критерию минимума затрат.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ОК 01
Тема 1.6 Применение интегралов в ресурсосбережении <i>(вариативная часть)</i>	Содержание учебного материала	4/2	
	Оценка суммарных затрат энергии и расхода СОЖ.	2	ПК 4.3, ОК 07
	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 7: Расчёт экологического и экономического эффекта от снижения энергопотребления.	2	ПК 4.3, ОК 07
Раздел 2 Теория графов и сетевое планирование		16/8	
Тема 2.1 Множества, отношения, графы	Содержание учебного материала	1	
	Основные понятия. Ориентированные и неориентированные графы.	1	ПК 3.1
Тема 2.2 Применение графов в производстве	Содержание учебного материала	2/1	
	Моделирование технологических маршрутов и цепочек операций.	1	ПК 3.1, ПК 4.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 8. Построение графа технологического процесса сборки узла.	1	ПК 3.1, ПК 4.3
Тема 2.3	Содержание учебного материала	3/2	

Сетевое планирование	Критический путь, оценка трудоёмкости, резервы времени.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 9. Расчёт сроков и численности исполнителей для ремонта оборудования.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
Тема 2.4 Вариативная часть: линейное программирование	Содержание учебного материала	2/1	
	Задача оптимизации загрузки оборудования. Графический метод решения.	1	ПК 3.1, ПК 3.2, ОК 01
	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 10: Решение задачи оптимального распределения ресурсов (роботов, станков).	1	ПК 3.1, ПК 3.2, ОК 01
Раздел 3 Теория вероятностей и математическая статистика			
Тема 3.1 Вероятность событий в производстве	Содержание учебного материала	4/2	
	Классическое определение. Теоремы сложения и умножения. Отказы, брак, простои.	2	ПК 4.3, ОК 07
	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 11. Оценка вероятности отказа робота за смену.	2	ПК 4.3, ОК 07
Тема 3.2 Случайные величины и распределения	Содержание учебного материала	2/1	
	Дискретные и непрерывные величины. Закон распределения. Нормальное распределение.	1	ПК 4.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 12: Анализ данных о простоях оборудования (на основе выборки).	1	ПК 4.3
Тема 3.3 Статистическая обработка данных	Содержание учебного материала	2/1	
	Выборка, среднее значение, дисперсия, доверительный интервал.	1	ПК 4.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	1	
	Практическое занятие № 13. Оценка статьи расходов на ремонт и её вероятности.	1	ПК 4.3
Тема 3.4 Теория массового обслуживания	Содержание учебного материала	4/2	
	Одноканальная СМО. Интенсивность поступления заявок и обслуживания. Среднее время ожидания.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3

<i>(Вариативная часть)</i>	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 14: Моделирование очереди на станке с ЧПУ. Оценка загрузки.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3
Тема 3.5	Содержание учебного материала	4/2	
Интерпретация и принятие решений	Подготовка выводов по результатам моделирования. Формулирование предложений по улучшению процессов.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01
<i>(Вариативная часть)</i>	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 15: Разработка предложения по оптимизации участка (на основе модели).	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01
Раздел 4. Имитационное моделирование и цифровые инструменты <i>(вариативная часть)</i>		6/2	
Тема 4.1	Содержание учебного материала	4/2	
Вариативная часть: основы имитационного моделирования	Принципы имитации процессов. Использование Excel, Python, AnyLogic.	2	ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 02
	В том числе практических и лабораторных занятий	2	
	Практическое занятие № 16: построение модели потока деталей в Excel.	2	ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 02
Тема 4.2	Содержание учебного материала		
Комплексное моделирование участка	Комплексное моделирование участка: от анализа до предложения по оптимизации.	2	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01
	Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)	2	
Всего:		50/23	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.3, ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 07

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей»: посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья), рабочее место преподавателя, компьютер с программным обеспечением для преподавателя (системный блок, монитор, клавиатура, мышь), экран (доска), мультимедиапроектор, комплект учебно-методических материалов.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и электронные издания

1. Баврин, И.И. Математика для технических колледжей и техникумов: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. И. Баврин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 397 с.

2. Коломейченко, А. С. Информационные технологии: учебное пособие для СПО / А. С. Коломейченко, Н. В. Польшакова, О. В. Чеха. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 212 с. — ISBN 978-5-507-49263-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/384743>

3. Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения / Ю. Р. Копылов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-507-45352-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/265187>

4. Муратова, Т.В. Дифференциальные уравнения: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т.В. Муратова. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 435 с.

5. Саталкина, Л. В. Механика. Математическое моделирование: практикум для СПО / Л. В. Саталкина, В. Б. Пеньков. — 2-е изд. — Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2020. — 97 с. — ISBN 978-5-88247-958-8, 978-5-4488-0753-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92833>

6. Шипачев, В.С. Математика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В.С. Шипачев; под редакцией А.Н. Тихонова. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 447 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Садовнича, И.В. Математический анализ: определенный интеграл в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для среднего профессионального образования / И.В. Садовнича, Е.В. Хорошилова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 199 с.

2. Практикум и индивидуальные задания по дифференциальным уравнениям (типовые расчеты): учебное пособие для СПО / В.А. Болотюк, Л.А. Болотюк, Е.А. Швед, Ю.В. Швец. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 220 с.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоённости компетенций	Методы оценки
<i>Знает:</i> Математические методы анализа и оптимизации производственных процессов. Методы моделирования технологических операций с использованием математических инструментов. Основы теории вероятностей и математической статистики в контексте производственных задач. Методы исследования операций (линейное программирование, теория массового обслуживания, сетевое планирование). Принципы построения математических моделей производственных систем Способы оценки эффективности и производительности роботизированных комплексов с помощью математических моделей.	- Правильно определяет и формулирует сущность математических методов анализа и оптимизации производственных процессов. - Описывает назначение и области применения методов моделирования. - Воспроизводит основные понятия теории вероятностей и математической статистики в контексте производственных задач. - Характеризует методы исследования операций (линейное программирование, теория массового обслуживания, сетевое планирование) и их практическое значение. - Объясняет принципы построения математических моделей производственных систем. - Называет и описывает способы оценки эффективности и производительности роботизированных комплексов на основе математических моделей.	- Устный опрос на практических занятиях. - Письменные тесты по темам дисциплины. - Защита выполненных практических заданий. - Контрольная работа по разделам: теория вероятностей, исследование операций, моделирование процессов. - Оценка самостоятельной работы (реферат, презентация).
<i>Умеет:</i> Применять математические методы для анализа технологических процессов. Строить математические модели производственных операций. Проводить расчёты производительности, времени цикла, простоев, загрузки оборудования. Использовать модели для прогнозирования и оптимизации параметров роботизированного производства.	- Применяет математические методы для анализа производственных процессов (например, определяет узкие места, оценивает трудоёмкость). - Строит математические модели производственных операций (графы, уравнения, системы неравенств). - Выполняет расчёты производительности, времени	- Оценка выполнения практических работ № 1–18. - Анализ расчётов и построенных моделей (графов, уравнений, имитационных моделей). - Защита мини-проекта по оптимизации участка (практическое занятие № 15).

Интерпретировать результаты моделирования и предлагать решения для улучшения процессов. Анализировать данные о производственных показателях и выявлять закономерности с помощью статистических методов.	цикла, простоев, коэффициента загрузки оборудования. - Использует модели для прогнозирования загрузки оборудования, простоев, отказов и оптимизации производственных параметров. - Интерпретирует результаты моделирования и формулирует предложения по улучшению производственных процессов (например, по сокращению простоев, повышению эффективности). - Анализирует данные о производственных показателях (время, брак, отказы), выявляет закономерности с помощью статистических методов (среднее значение, дисперсия, доверительный интервал, распределение).	- Проверка расчётов производительности, времени цикла, загрузки оборудования. - Анализ выводов и предложений по улучшению процессов на основе моделирования. - Проверка корректности статистической обработки данных. - Дифференцированный зачёт
---	--	---