

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.07
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые технологии производственных процессов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

направленность (профиль)

Высокотехнологичные машиностроительные производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 3 | Итого |
|--------------------------|------------|------------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 2 | 2 |
| Лабораторные | | |
| Практические | 16 | 16 |
| Руководство: | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 18,25 | 18,25 |
| Самостоятельная работа | 89,75 | 89,75 |
| Контроль | 0,25 | 0,25 |
| Итого | 108 | 108 |

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «СОМДиРП», к.т.н., Шенбергер П.Н.

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

доцент кафедры «СОМДиРП», доцент, к.т.н., Почекуев Е.Н.

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

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

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

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2028 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

Н.Ю.Логинов
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры СОМДиРП

(протокол заседания № 1 от «03» сентября 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – повышение уровня профессиональной компетентности обучающихся посредством расширения области знаний о методах создания базовых элементов цифровых двойников с помощью комплекса программ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины бакалавриата.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: дисциплины, связанные с моделированием объектов и процессов, выполнение магистерской диссертации.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|--|
| ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности | ОПК-3.1. Использует современные информационно-коммуникационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности | Знать: принципы формирования цифровых копий физических объектов и процессов |
| | | Уметь: разрабатывать цифровые двойники объектов и процессов |
| | | Владеть: навыками работы в программных продуктах, предназначенных для формирования цифровых копий объектов и процессов |
| ОПК-5. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения | ОПК-5.2. Умеет осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения | Знать: способы цифровизации жизненного цикла предприятия |
| | | Уметь: выделять элементы цифрового производства и использовать принципы формирования единой информационной среды |
| | | Владеть: навыками применения традиционных и пользовательских алгоритмов разработки, обеспечивающих решение задач современных технологий автоматизации жизненного цикла изделий |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|---------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1 | Лекция 1 | Введение. Цифровизация промышленности. Цифровизация жизненного цикла предприятия - Создание единого информационного пространства. Разработка цифрового двойника продукта. | 3 | 1 | | 1 | |
| | Лекция 2 | Разработка цифрового двойника производственного процесса. Цифровизация процессов подготовки производства. Цифровизация процессов производства продукта. Цифровизация процессов обслуживания и ремонта оборудования | | 1 | | 1 | |
| | Практическая работа 1 | Обратный инжиниринг. Построение электронной модели | | 2 | 20 | 2 | Отчет по практической работе |
| | Практическая работа 2 | Моделирование поведения реального объекта в критической ситуации на основе его цифровой копии | | 2 | 20 | 2 | Отчет по практической работе |
| | Практическая работа 3 | Кинематический анализ сборочной модели | | 2 | 20 | 2 | Отчет по практической работе |
| | Практическая работа 4 | Оценка эргономических показателей в виртуальной среде | | 2 | 20 | 2 | Отчет по практической работе |
| | Самостоятельная работа | Выполнение самостоятельной работы | | 89,75 | | 17 | |
| | Контроль | Тестирование. Цифровые технологии производственных процессов | | 0,25 | 20 | 0,25 | Тест |
| Итого: | | | | 108 | 100 | | |

Схема расчета итогового балла

| Наименования учебных мероприятий | Типы учебных мероприятий | Количество баллов | Условия допуска | Критерии и нормы оценки |
|--|--------------------------------|----------------------|--------------------|---|
| Практическое занятие 1 | Практическая работа | 20 | Отсутствуют | «зачтено»: выполнено построение точной цифровой копии, полученные результаты соответствуют правильным ответам. «не зачтено»: не выполнено построение точной цифровой копии, полученные результаты не соответствуют правильным ответам. |
| Практическое занятие 2 | Практическая работа | 20 | Отсутствуют | «зачтено»: проведен конечно-элементный анализ, полученные результаты соответствуют правильным ответам. «не зачтено»: не выполнен конечно-элементный анализ, полученные результаты не соответствуют правильным ответам. |

| | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|----|---|---|
| Практическое занятие 3 | Практическая работа | 20 | Отсутствуют | «зачтено»: воспроизведены движения реального объекта на основе его цифровой копии, полученные результаты соответствуют правильным ответам. «не зачтено»: не воспроизведены движения реального объекта на основе его цифровой копии, полученные результаты не соответствуют правильным ответам. |
| Практическое занятие 4 | Практическая работа | 20 | Отсутствуют | «зачтено»: выполнена оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена, полученные результаты соответствуют правильным ответам. «не зачтено»: не выполнена оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена, полученные результаты не соответствуют правильным ответам. |
| Итоговый тест по курсу | Итоговый тест по курсу | 20 | Выполнение четырех практических работ | Пропорционально количеству верных ответов на тестовые задания |
| Пересдача зачета преподавателю | Пересдача | 40 | Допускаются студенты, не набравшие 40 баллов по накопительному рейтингу | Полный ответ без ошибок на два вопроса из списка - 40 баллов; Ответ частичный, неполный на два вопроса - 35 баллов; Ответ полный только на один вопрос – 20 баллов |
| Схема расчета итоговой оценки | | | Текущий рейтинг (баллы всех практических работ) + Результат итогового теста | |

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- технология традиционного обучения (самостоятельная работа студентов);
- технология дифференцированного обучения (выполнение практических работ с использованием метода анализа работы и конструкции средств автоматизации, а также в рамках критериального подхода к оцениванию индивидуальных заданий);
- интерактивные технологии (выполнение практических заданий в группе);
- дистанционные образовательные технологии (лекции).

6. Методические указания по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины используются методические материалы (электронные лекции, представленные в виде презентации, видео материалы, 3D-модели, электронный практикум), загруженные на образовательную онлайн площадку в курс «Цифровые технологии процессов машиностроения».

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|---|---|
| 3 | ОПК-3 | Отчет по практической работе 1 - 4 Тестовые задания № 1 – 112 Вопросы к зачету № 1 - 30 |
| | ОПК-5 | Отчет по практической работе 1 - 4 Тестовые задания № 1 – 112 Вопросы к зачету № 1 - 30 |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Отчет по практической работе

1. Тема (проблема) Лабораторная работа №2 «Моделирование поведения реального объекта в критической ситуации на основе его цифровой копии».

2. Цель работы: приобрести навыки моделирования поведения реального объекта в критической ситуации на основе его цифровой копии в модуле NX Advanced Simulation (расширенная симуляция) в области конечно-элементного анализа.

3. Порядок проведения лабораторной работы:

- Указать параметры симуляции.
- Создать конечно-элементную модель детали.
- Выполнить назначение материала моделей.
- Ввести ограничения степеней свободы конечно-элементных моделей.
- Приложить нагрузку.
- Запустить расчет с помощью решателя NX NASTRAN.
- Выполнить анализ полученных результатов расчета. Оформить отчет.

4. Содержание отчета

- Заполнение таблицы отчета.
- Вставка в отчет рисунков (скринов с экрана) с результатами конечно-элементного анализа.

5. Критерии оценки:

«зачтено»: проведен конечно-элементный анализ, полученные результаты соответствуют правильным ответам.

«не зачтено»: не выполнен конечно-элементный анализ, полученные результаты не соответствуют правильным ответам.

7.2.2. Примерные тестовые задания

1. На каких этапах жизненного цикла цифровой двойник может отслеживать информацию об изменении своих параметров?
 - На всех этапах
 - На этапе проектирования изделия
 - На этапах подготовки производственного процесса
 - На этапе маркетинговых исследований
2. На что направлено применение цифрового двойника для прогноза проблем и их последствий?
 - Все ниже перечисленные
 - На снижение производственных затрат
 - На повышение качества изготавливаемой продукции
 - На обеспечение безопасности производственных процессов

3. Что лежит в основе расчетов по эргономическим показателям и оценки безопасности труда?

- Биомеханически точные цифровые манекены
- Абстрактная модель манекена
- Физическая модель манекена
- Математическая модель манекена

Критерии оценки: баллы назначаются пропорционально количеству верных ответов на тестовые задания.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

| № п/п | Вопросы к зачету |
|--------------|--|
| 1. | Роль цифровой революции |
| 2. | Концепция технологии индустрии 4.0 |
| 3. | Задачи цифрового производства |
| 4. | Элементы цифрового производства |
| 5. | Принципы внедрения цифровых технологий |
| 6. | Концепция цифрового предприятия |
| 7. | Единая информационная среда (анализ больших данных, разработка сквозных экосистем) |
| 8. | Оцифровка производственных процессов |
| 9. | Преимущества и недостатки использования единого информационного пространства |
| 10. | Управление ресурсами предприятия, поставками и связь с заказчиками |
| 11. | Моделирование цифрового двойника изделия |
| 12. | Электронная проектная документация |
| 13. | Виртуальные испытания |
| 14. | Подходы к оптимизации конструкции |
| 15. | Технология анализа массивов данных |
| 16. | Моделирование работы всех цехов предприятия |
| 17. | Расчет количества сотрудников и оборудования |
| 18. | Трудоемкость операций |
| 19. | Разработка цифрового двойника технологических процессов |
| 20. | Оценка эргономичности выполнения операций. Цифровые манекены |
| 21. | Моделирование работы оборудования на основе его цифровой копии |
| 22. | Кинематический анализ |
| 23. | Взаимодействие людей и роботов |
| 24. | Удаленный мониторинг и контроль производственных процессов (датчики, контроллеры) |
| 25. | Цифровое управление эффективностью |
| 26. | Автоматизация интеллектуального и физического труда |
| 27. | Контроль качества |
| 28. | Профилактические осмотры и ремонты оборудования на основе информации с датчиков |
| 29. | Фиксация сбоя в работе оборудования |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|------------------------------------|
| 30. | Примеры внедрения цифровых решений |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|-----------------|
| 3 | Зачет (по накопительному рейтингу) | «зачтено» | 80 - 100 баллов |
| | | «не зачтено» | 0 - 80 баллов |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|--|---|---|-------------|--|
| 1 | Селиванов А.С., Путеев П.А., Шенбергер П.Н., Аниськина Н.В. | Цифровые технологии производственных процессов. Digital technologies in production processes | Учебное пособие | 2022 | ЭБС "Лань" |
| 2 | Путеев П.А., Шенбергер П.Н. | Основы САПР | Практикум | 2020 | ЭБС "Лань" |
| 3 | Божко А.Н., Волосатова Т.М., Грошев С.В. и др. | Основы автоматизированного проектирования | Учебник | 2020 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |
| 4 | Белов П.С., Драгина О.Г. | Системы автоматизированного проектирования технологических процессов | Учебное пособие | 2020 | ЭБС "IPRbooks" |
| 5 | Берлинер Э.М., Таратынов О.В. | САПР конструктора машиностроителя | Учебник | 2020 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--------------------|---|
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- WebofScience[Электронный ресурс]:мультidisциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016–. – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004–. – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000–. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|--|--|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition | контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно |
| 3 | Siemens Digital Industries Software (NXACAD100 + NXACAD101) | сублицензионный договор № 376 от 24.02.2015, срок действия - бессрочно |
| 4 | КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении) | контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия - бессрочно |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|--|--|
| 1. | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-404) | "Доска аудиторная (меловая), Столы компьютерные, Столы для заседаний,стулья,Системные блоки ,Мониторы,Принтер "HP"LaserJet1010.Экран для проектора настенный,Проектор Шкаф книжный .,Программное обеспечение: Siemens NX9.0 – 17 точек доступа,Аскон Компас 3D – 17. точек доступа,Delcam PowerShape – 15. точек доступа,MicrosoftOffice –17 точек доступа,CATIA – 7 точек доступа,TeamCenter Siemens PLM Software " |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|---|
| 2. | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-406) | Доска передвижная, Столы компьютерные, Стулья, Системные блоки, Мониторы, Координатно-измерительный манипулятор «Micro Scribe 3D», Принтер “HP”LaserJet1010. Экран для проектора, настенный, Проектор, Сейф, Программное обеспечение:Siemens NX9.0 – 15 точек доступа, Аскон Компас 3D – 15 точек доступа, Delcam PowerMill – 15. точек доступа, Delcam PowerInspect – 15 точек доступа, Delcam PowerShape – 15. точек доступа, MicrosoftOffice – 15. точек доступа, Autoform 4.2 - 5. точек доступа, LS-DYNA- 10 точек доступа,DEFORM - 10 точек доступа,Matlab - 5 точек доступа,TeamCenter Siemens PLM Software -10 точек доступа,TEBIS-10 точек доступа |
| 3. | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Столы, стулья, компьютеры |
| 4. | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508) | Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы. |