

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

Б1.О.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые технологии производственных процессов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

направленность (профиль)

Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

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):

старший преподаватель кафедры «СОМДиРП» Путеев П.А.

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

доцент кафедры «СОМДиРП», доцент, к.т.н., Шенбергер П.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 «__» _____ 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

Н.Ю. Логинов

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 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: 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
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: 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

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	Introduction. Industrial Digitalisation. Digitalisation of an Enterprise Life Cycle	3	1		1	
	Лекция 2	Разработка цифрового двойника. Разработка цифрового двойника производственного процесса. Цифровизация процессов подготовки производства. Цифровизация процессов производства продукта. Цифровизация процессов обслуживания и ремонта оборудования		1		1	
	Практическая работа 1	Синхронизация перемещений физического объекта и его цифровой копии		3	10	3	Отчет по практической работе
	Практическая работа 2	Модификация цифрового двойника при замене деталей конструкции его физического объекта		3,5	10	3,5	Отчет по практической работе
	Практическая работа 3	Анализ процесса эксплуатации физической конструкции на базе ее цифровой копии		3,5	10	3,5	Отчет по практической работе
	Практическая работа 4	Устранение дефектов физической конструкции на основе анализа ее цифрового двойника		3	10	3	Отчет по практической работе
	Практическая работа 5	Моделирование процесса технического обслуживания физического объекта в виртуальной среде цифрового производства		3	10	3	Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа 1	Синхронизация перемещений физического объекта и его цифровой копии. Проработка материала		17		17	
	Самостоятельная работа 2	Модификация цифрового двойника при замене деталей конструкции его физического объекта. Проработка материала		18		18	
	Самостоятельная работа 3	Анализ процесса эксплуатации физической конструкции на базе ее цифровой копии. Проработка материала		18		18	
	Самостоятельная работа 4	Устранение дефектов физической конструкции на основе анализа ее цифрового двойника. Проработка материала		18,75		18,75	
	Самостоятельная работа 5	Моделирование процесса технического обслуживания физического объекта в виртуальной среде цифрового производства. Проработка материала		18		18	
	Контроль	Тестирование. Цифровые технологии производственных процессов		0,25	50	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	10	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	10	Выполнение первой практической работы	«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 3	Практическая работа	10	Выполнение второй практической работы	«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 4	Практическая работа	10	Выполнение третьей практической работы	«зачтено»: выполнена оптимизация физического объекта на основе его цифровой копии, полученные результаты соответствуют правильным ответам. «не зачтено»: не выполнена оптимизация физического объекта на основе его цифровой копии, полученные результаты не соответствуют правильным ответам.
Практическое занятие 5	Практическая работа	10	Выполнение четвертой практической работы	«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	50	Выполнение пяти практических работ	Пропорционально количеству верных ответов на тестовые задания
Пересдача зачета преподавателю	Пересдача	40	Допускаются студенты, не набравшие 40 баллов по	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

Наименования учебных мероприятий	Типы учебных мероприятий	Количество баллов	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
			накопительному рейтингу	
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).

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 - 5 Тестовые задания № 1 – 112 Вопросы к зачету № 1 - 30
	ОПК-5	Отчет по практической работе 1 - 5 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) Практическая работа №3 «Анализ процесса эксплуатации физической конструкции на базе ее цифровой копии».

2. Цель работы: приобрести навыки проведения анализа процесса эксплуатации физической конструкции на базе ее цифровой копии.

3. Порядок выполнения практической работы:

- Указать параметры симуляции.
- Создать конечно-элементную модель детали и рабочих частей руки робота-манипулятора.
- 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 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. Какие этапы могут включаться в процесс разработки единой информационной среды для цифрового двойника изделия?
 - Все ниже перечисленные
 - Разработка технического задания
 - Концептуальная проработка изделия
 - Компонировка и декомпозиция изделия
2. Какой процесс относится к этапам разработки цифрового двойника производственного процесса?
 - Все ниже перечисленные
 - Виртуальная пусконаладка
 - Оптимизация производственного процесса
 - Моделирование работы различных видов оборудования

3. Для соединения всех киберфизических двойников в единую сеть предприятия используется современная технология цифровизации:
 - Интернет вещей
 - Большие данные
 - САПР
 - Виртуальная реальность

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
1.	Разработка цифрового двойника технологических процессов
2.	Оценка эргономичности выполнения операций. Цифровые манекены
3.	Моделирование работы оборудования на основе его цифровой копии
4.	Кинематический анализ
5.	Взаимодействие людей и роботов
6.	Удаленный мониторинг и контроль производственных процессов (датчики, контроллеры)
7.	Цифровое управление эффективностью
8.	Автоматизация интеллектуального и физического труда
9.	Контроль качества
10.	Профилактические осмотры и ремонты оборудования на основе информации с датчиков
11.	Фиксация сбоя в работе оборудования
12.	Концепция технологии индустрии 4.0
13.	Задачи цифрового производства
14.	Элементы цифрового производства
15.	Принципы внедрения цифровых технологий
16.	Концепция цифрового предприятия
17.	Единая информационная среда (анализ больших данных, разработка сквозных экосистем)
18.	Оцифровка производственных процессов
19.	Преимущества и недостатки использования единого информационного пространства
20.	Управление ресурсами предприятия, поставками и связь с заказчиками
21.	Моделирование цифрового двойника изделия
22.	Электронная проектная документация
23.	Виртуальные испытания
24.	Подходы к оптимизации конструкции
25.	Технология анализа массивов данных
26.	Моделирование работы всех цехов предприятия
27.	Расчет количества сотрудников и оборудования
28.	Трудоемкость операций
29.	Оцифровка конструкций
30.	Виртуальная пусконаладка

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	Божко А. Н.	Основы автоматизированного проектирования [Текст]: учебник / А. Н. Божко [и др.]; под ред. А. П. Карпенко. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 329 с.: [16] с. цв. ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.	Электронный учебник	2019	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Л. М. Акулович, В. К. Шелег	Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2016. - 488 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-484-0. - ISBN 978-5-16-009917-0.	Учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	А. В. Приемышев [и др.]	Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 196 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2284-5.	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
4	Под ред. А. П. Карпенко	Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебник / под ред. А. П. Карпенко. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 329 с.: [16] с. цв. ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.	Электронный учебник	2017	ЭБС «ZNANIUM.COM»
5	Селиванов А.С., Путеев П.А., Шенбергер П.Н.	Селиванов А.С., Путеев П.А., Шенбергер П.Н. Цифровые технологии производственных процессов: практикум / А.С. Селиванов, П.А. Путеев, П.Н. Шенбергер. – Тольятти: ТГУ, 2020 – 147 с.	практикум	2020	Метод кабинет кафедры

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	Ю. В. Данилов, И. А. Артамонов	Данилов Ю. В. Практическое использование NX / Ю. В. Данилов, И. А. Артамонов. - Москва: ДМК Пресс, 2011. - 331 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-717-8: 423-00.	—	2011	20
2	Под ред. А. П. Карпенко	Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебник / под ред. А. П. Карпенко. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 329 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.	Учебник	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин	Муромцев Д. Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 464 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1573-1.	Учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

-

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Siemens NX9.0	Договор 376/2015 от 24.02.2015 бессрочный
2.	Компас 3D V16	Договор 652/2014 от 07.07.2014 бессрочный
3.	Office Standart	Бессрочный
4	Яндекс.Браузер	свободно распространяемое ПО отечественного производства
5	Мираполис	Договор № 292/07/20, от 08.07.2020 г. Срок действия - 04.09.2021 г.

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	Е-404 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.	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 NX 9.0 – 17 точек доступа, Аскон Компас 3D – 17 точек доступа, Delcam PowerShape – 15 точек доступа, Microsoft Office – 17 точек доступа, CATIA – 7 точек доступа, TeamCenter Siemens PLM Software.
2	Е-406 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.	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,

№ 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
		Microsoft Office – 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 студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет