

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

Б1.В.ДВ.02.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)/специализация
ЦИФРОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные	12	12
Практические	48	48
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	72,35	72,35
Самостоятельная работа	180	180
Контроль	35,65	35,65
Итого	288	288

Рабочую программу составил:

Доцент, доцент, к.т.н. Расторгуев Д.А.

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

Заместитель ректора-директор института, к.т.н. Мельников П.А.

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

Профессор, доцент, д.т.н. Бобровский Н.М.

(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 « 30 » июня 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель – сформировать представление о проектировании современных технологических процессов изготовления деталей и сборки машин требуемого качества в условиях Индустрии 4.0.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) предыдущего уровня обучения – технологические процессы в машиностроении, резание материалов, металлорежущие инструменты и инструментальная оснастка, металлорежущие станки, технологии физико-технической обработки материалов, технология машиностроения.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – подготовка и защита магистерской диссертации.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
– Способен осуществлять автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей из различных конструкционных материалов (ПК-3)	ПК-3.1. Осуществляет обработку данных объективного контроля системы сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объектах для выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий	Знать: современные методы проектирования продукции с учетом требований производства, эргономических, экологических, патентных, дизайнерских требований; основные виды и методы использования информационных технологий в производстве; основные подходы к формированию и разработке технологических процессов в рамках индустрии 4.0
	ПК-3.2. Подготавливает предложения по предупреждению и ликвидации брака при изготовлении машиностроительных изделий	Уметь: Применять методы проектирования продукции с учетом требований производства, эргономических, экологических, патентных, дизайнерских требований; Реализовывать возможности и использовать информационные технологии в производстве;
	ПК-3.3. Осуществляет внесение изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий	Реализовывать современные подходы к формированию и разработке технологических процессов в рамках индустрии 4.0
		Владеть:

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	документацию на них	методами проектирования продукции с учетом требований производства, эргономических, экологических, патентных, дизайнерских требований; информационными технологиями в производстве; современными методами формирования и разработки технологических процессов в рамках индустрии 4.0
Способен осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний машиностроительной продукции (ПК-5)	ПК-5.1. Осуществляет оценку обоснованности состава измеряемых и контролируемых параметров, допустимых пределов их изменения	Знать: - основные подходы к разработке технологических процессов с учетом экологических, ресурсосберегающих требований; - современные принципы построения производственных процессов
	ПК-5.2. Осуществляет оценку обоснованности назначения требований и количественных значений показателей метрологического обеспечения, в том числе характеристик погрешности измерений параметров и показателей достоверности измерительного контроля	Уметь: – выполнять работы по разработке технологий, максимально эффективно использующих технические системы, процессы, средства и материалы; – пользоваться различными методиками моделирования технологических систем и процессов.
	ПК-5.3. Осуществляет оценку возможности контроля параметров с помощью заданных измерительных систем, средств измерений и контроля	Владеть: – способностью выполнять работы по разработке технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств на основе цифровых технологий – разрабатывать мероприятия по комплексному эффективному использованию сырья и ресурсов при реализации технологии изготовления изделий машиностроения; – методами анализа и обеспечения эффективной обработки изделий машиностроения

4. Структура и содержание дисциплины Технология автоматизированного машиностроительного производства

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Проектирование продукции с учетом требований производства	Лек.	Тема 1.1. Клиенто-ориентированное производство.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 1.1. Клиенто-ориентированное производство.	4	6			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 1.2. Обеспечение экологических требований	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 1.2. Обеспечение экологических требований	4	6			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 1.3 Обеспечение эргономических требований. Обеспечение патентных требований. Обеспечение дизайнерских требований	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср.	Тема 1.3 Обеспечение эргономических требований. Обеспечение патентных требований. Обеспечение дизайнерских требований	4	6			Вопросы к экзамену
	Пр.	Практическая работа №1 Проектирование изделия с учетом функциональных связей и с определением его рабочих параметров	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №1
	Ср	Практическая работа №1 Проектирование изделия с учетом функциональных связей и с определением его рабочих параметров	4	6			Отчет о выполнении практической работы №1
	Пр.	Практическая работа №2. Многокритериальная оптимизация при проектировании операций	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №2
	Ср	Практическая работа №2. Многокритериальная оптимизация при проектировании операций	4	6			Отчет о выполнении практической работы №2
	Пр.	Практическая работа №3 Многокритериальная оптимизация при проектировании производства.	4	2	-		Отчет о выполнении практической работы №3
	Ср	Практическая работа №3 Многокритериальная оптимизация при проектировании производства.	4	6			Отчет о выполнении практической работы №3

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр.	Практическая работа №4 Разработка ресурсосберегающих технологий	4	2	-		Отчет о выполнении практической работы №4
	Ср	Практическая работа №4 Разработка ресурсосберегающих технологий	4	6			Отчет о выполнении практической работы №4
	Пр.	Практическая работа №5. Применение обобщенной модели резания при ее конкретизации для выбранного метода обработки.	4	2	-		Отчет о выполнении практической работы №5
	Ср	Практическая работа №5. Применение обобщенной модели резания при ее конкретизации для выбранного метода обработки.	4	6			Отчет о выполнении практической работы №5
Модуль 2. Современные производственные технологии.	Лек.	Тема 2.1. SMART – производство.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 2.1. SMART – производство	4	6			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 2.2. Распределенное производство.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 2.2. Распределенное производство.	4	6			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 2.3. Обратный инжиниринг.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 2.3. Обратный инжиниринг.	4	6			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 2.4. Гибкое производство на основе перекомпонуемых систем. Индивидуализированное производство. Групповые процессы	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 2.4. Гибкое производство на основе перекомпонуемых систем. Индивидуализированное производство. Групповые процессы	4	6			Вопросы к экзамену
	Пр.	Практическая работа №6. Моделирование динамики обработки с определением относительных движений инструмента и заготовки	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №6

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Практическая работа №6. Моделирование динамики обработки с определением относительных движений инструмента и заготовки	4	6			Отчет о выполнении практической работы №6
	Пр.	Практическая работа №7. Динамическое моделирование для анализа устойчивости процесса резания.	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №7
	Ср	Практическая работа №7. Динамическое моделирование для анализа устойчивости процесса резания.	4	6			Отчет о выполнении практической работы №7
	Пр.	Практическая работа №8 Прогнозирование в задачах виртуальной обработки.	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №8
	Ср	Практическая работа №8 Прогнозирование в задачах виртуальной обработки.	4	6			Отчет о выполнении практической работы №8
	Лаб.	Лабораторная работа №1. Система технического диагностирования – мониторинг состояния объекта	4	4	-	-	Отчет о выполнении лабораторной работы №1
	Ср	Лабораторная работа №1. Система технического диагностирования – мониторинг состояния объекта	4	10			Отчет о выполнении лабораторной работы №1
	Лаб.	Лабораторная работа № 2. Система технического диагностирования –определение дефекта	4	2	-	-	Отчет о выполнении лабораторной работы №2
	Ср	Лабораторная работа № 2. Система технического диагностирования –определение дефекта	4	6			Отчет о выполнении лабораторной работы №2
	Пр.	Практическая работа №9. Системы диагностики процессов в технологических системах. Контроль точности.	4	2			Отчет о выполнении практической работы №9
	Ср	Практическая работа №9. Системы диагностики процессов в технологических системах. Контроль точности.	4	6			Отчет о выполнении практической работы №9

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр.	Практическая работа №10. Теория массового обслуживания для решения производственных задач	4	2			Отчет о выполнении практической работы №10
	Ср	Практическая работа №10. Теория массового обслуживания для решения производственных задач	4	6			Отчет о выполнении практической работы №10
	Пр.	Практическая работа №11. Методы моделирования и оптимизации на основе современных математических подходов	4	2			Отчет о выполнении практической работы №11
	Ср	Практическая работа №11. Методы моделирования и оптимизации на основе современных математических подходов	4	6			Отчет о выполнении практической работы №11
Модуль 3. Кибер-физические производственные системы (КФПС).	Лек.	Тема 3.1. Технологические компоненты КФПС. Структура, принцип работы.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 3.1. Технологические компоненты КФПС. Структура, принцип работы.	4	4			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема .3.2. Традиционное моделирование базовых технологий.	4	1	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср	Тема .3.2. Традиционное моделирование базовых технологий.	4	4			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 3.3. Моделирование базовых технологий на основе больших данных и искусственного интеллекта	4	1			Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 3.3. Моделирование базовых технологий на основе больших данных и искусственного интеллекта	4	4			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема 3.4. Моделирование базовых технологий на основе современной статистики, машинного обучения и мягких вычислений.	4	1			Вопросы к экзамену
	Ср	Тема 3.4. Моделирование базовых технологий на основе современной статистики, машинного обучения и мягких вычислений.	4	4			Вопросы к экзамену

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Тема.3.5. Виртуальное проектирование/производство.	4	1			Вопросы к экзамену
	Ср	Тема.3.5. Виртуальное проектирование/производство.	4	4			Вопросы к экзамену
	Лек.	Тема.3.6. Интеграция виртуального и реального производства.	4	1			Вопросы к экзамену
	Ср	Тема.3.6. Интеграция виртуального и реального производства.	4	4			Вопросы к экзамену
	Пр.	Практическая работа №12 Дефектоскопия при оценке работы станка	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №12
	Ср	Практическая работа №12 Дефектоскопия при оценке работы станка	4	4			Отчет о выполнении практической работы №12
	Лаб.	Лабораторная работа №3. Система технического диагностирования – прогнозирование работоспособности	4	2			Отчет о выполнении лабораторной работы №3
	Ср.	Лабораторная работа №3. Система технического диагностирования – прогнозирование работоспособности	4	4			Отчет о выполнении лабораторной работы №3
	Лаб.	Лабораторная работа №4. Система технического диагностирования – составление карты дефектов	4	2			Отчет о выполнении лабораторной работы №4
	Ср.	Лабораторная работа №4. Система технического диагностирования – составление карты дефектов	4	4			Отчет о выполнении лабораторной работы №4
	Лаб.	Лабораторная работа № 5 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – ИНС	4	2			Отчет о выполнении лабораторной работы №5
	Ср.	Лабораторная работа № 5 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – ИНС	4	4			Отчет о выполнении лабораторной работы №5

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб.	Лабораторная работа № 6 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – на основе машинного обучения	4	2			Отчет о выполнении лабораторной работы №6
	Ср.	Лабораторная работа № 6 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – на основе машинного обучения	4	4			Отчет о выполнении лабораторной работы №6
	Пр.	Практическая работа №14. Расчет значений и скорости изменения параметров траекторий при износе сопряжений	4	2			Отчет о выполнении практической работы №14
	Ср.	Практическая работа №14. Расчет значений и скорости изменения параметров траекторий при износе сопряжений	4	4			Отчет о выполнении практической работы №14
	Пр.	Практическая работа №15. Применение теории расписания для планирования работ в гибких производственных системах	4	2			Отчет о выполнении практической работы №15
	Ср.	Практическая работа №15. Применение теории расписания для планирования работ в гибких производственных системах	4	4			Отчет о выполнении практической работы №15
	Пр.	Практическая работа №16. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика шероховатости	4	2			Отчет о выполнении практической работы №16
	Ср.	Практическая работа №16. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика шероховатости	4	4			Отчет о выполнении практической работы №16
	Пр.	Практическая работа №17. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика износа/стружкообразования.	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №17
	Ср.	Практическая работа №17. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика износа/стружкообразования.	4	4			Отчет о выполнении практической работы №17
	Пр.	Практическая работа №18. Использование цифровых изображений для контроля параметров обработанных поверхностей.	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №18

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Практическая работа №18. Использование цифровых изображений для контроля параметров обработанных поверхностей.	4	4			Отчет о выполнении практической работы №18
	Пр.	Практическая работа №19 Использование цифровых изображений для контроля состояния инструмента.	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №19
	Ср.	Практическая работа №19 Использование цифровых изображений для контроля состояния инструмента.	4	4			Отчет о выполнении практической работы №19
Модуль 4 Цифровые двойники	Пр.	Практическая работа №20. Воспроизведение движения реального объекта	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы
	Ср.	Практическая работа №20. Воспроизведение движения реального объекта	4	12,75			Отчет о выполнении практической работы
	Пр.	Практическая работа №21. Обновление цифрового двойника	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы
	Ср.	Практическая работа №21. Обновление цифрового двойника	4	12,5			Отчет о выполнении практической работы
	Пр.	Практическая работа №22. Моделирование поведения реального объекта в аварийной ситуации на основе его цифровой копии	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №22
	Ср.	Практическая работа №22. Моделирование поведения реального объекта в аварийной ситуации на основе его цифровой копии	4	12,5			Отчет о выполнении практической работы №22
	Пр.	Практическая работа №23. Применение цифрового двойника для оптимизации работы физического объекта	4	2	-	-	Отчет о выполнении практической работы №23
	Ср.	Практическая работа №23.	4	12			Отчет о выполнении практической работы №23

Модуль	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр.	Практическая работа №24. Оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена	4	2	-		Отчет о выполнении практической работы №24
	Ср.	Практическая работа №24. Оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена	4	12			Отчет о выполнении практической работы №24
	ПА			0,25			
	Контроль			35,65			
Итого:				288			

5. Образовательные технологии

Для эффективного изучения дисциплины и реализации компетентностного подхода, предусмотрено традиционная форма обучения (лекции, практические и лабораторные работы, самостоятельная работа).

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Гаврилов А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 376 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2294-4.
2. Виноградов В. М. Технологические процессы автоматизированных производств [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Виноградов, В. В. Клепиков, А. А. Черепашин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 272 с. : ил. - ISBN 978-5-906818-69-0.
3. Макаров В. Г. Проектирование цифровой системы управления автоматической линии станков [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Макаров ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : КНИТУ, 2014. - 240 с. - ISBN 978-5-7882-1641-6.
4. Щурин К. В. Надежность машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. В. Щурин. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 590 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-3748-1.
5. Федин Ф. О. Анализ данных [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч. 2. Инструменты Data Mining / Ф. О. Федин, Ф. Ф. Федин. - Москва : МПГУ, 2012. - 308 с.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-3	<i>Практическая работа №1-5 Вопросы к экзамену</i>
4	ПК-3	<i>Практическая работа №6-11 Лабораторные работы №1-2 Вопросы к экзамену</i>
4	ПК-5	<i>Практическая работа №12-24 Лабораторные №3-6 Вопросы к экзамену</i>

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

7.2.1. _ Практические работы _____ (наименование оценочного средства)

Практическая работа №1 Проектирование изделия с учетом функциональных связей с определением его рабочих параметров

Цель занятия: Изучить методы проектирования изделий машиностроения с учетом различных функциональных связей между элементами изделия.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести анализ конструкции: установка, узел, станок, в виде иерархической системы с надстройкой в виде надсистемы (станок, линия, система) и подсистем (узлы, детали).

2.3. Построить дерево свойств системы – функциональные связи.

2.4. Сформировать единичные и, на основе их, комплексные показатели (использовать метод иерархий, серый реляционный анализ GRA для создания экспертных систем, предназначенных для оценки предложенных вариантов).

Критерии оценки свойств следующие:

- технологические
- экономические
- экологические
- эргономические
- эстетические
- патентные.

2.5. Сделать анализ связей показателей качества объекта от следующих параметров:

Таблица 1 – Направления проведения анализа

Структурная схема	Параметры анализа
-функциональная структурная схема; - кинематическая; -конструкторская (размерные связи); Пневмо-гидро-электрическая схемы	Силы трения; Зазоры, люфты; Сопряжения; Инерционная характеристика; Упругая характеристика; Демпфирование; Прочность/жесткость

Дополнительно: 2.6. Дать оценку параметрической надежности на основе выявленных показателей с учетом старения/эволюции пар трения на основе единичных/комплексных показателей.

2.7. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Таблица свойств.

Дерево свойств.

Формирование показателя. Оценка предложенных вариантов.

Оценка параметрической надежности.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №2. Многокритериальная оптимизация при проектировании операций

Цель занятия: Изучить методы и критерии оптимизации технологии.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести с использованием методов относительного серого анализа, функции желательности, метода Тагучи, Парето планов провести оптимизацию режимов резания с использованием нескольких критериев одновременно..

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты оптимизации.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №3 Многокритериальная оптимизация при проектировании производства.

Цель занятия: Изучить методы разработки выбора оптимальных решений при проектировании технологии.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести с использованием методов относительного серого анализа, функции желательности, метода Тагучи, Парето планов провести оптимизацию выбора материалов, методов обработки или других качественных параметров проектируемого процесса с использованием нескольких критериев одновременно..

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания
Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результат оптимизации.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №4 Разработка ресурсосберегающих технологий

Цель занятия: Научится использовать модель резания, траекторию смещений элементов системы для получения параметров мощности резания, энергопотребления элементов станка.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести моделирование энергопотребления при изготовлении изделия.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания
Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Использовать можно управляющую программу для станка с ЧПУ для прогнозирования энергопотребления.

Результат энергопотребления.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №5. Применение обобщенной модели резания при ее конкретизации для выбранного метода обработки.

Цель занятия: Изучить методы моделирование технологий.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести моделирование базовой технологии.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания
Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Выбрать расчетную схему, составить уравнение, определить коэффициенты модели.

Провести моделирование. Получить силовые зависимости. Проанализировать результаты.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №6. Моделирование динамики обработки с определением относительных движений инструмента и заготовки

Цель занятия: Изучить методы моделирования динамики процессов обработки.

2. Алгоритм выполнения практического задания

- 2.1. Изучить теоретический материал.
- 2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести моделирование динамики процесса.
- 2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Составить расчетную схему, составить уравнение, определить коэффициенты модели. Провести моделирование. Получить параметры смещений. Проанализировать результаты.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №7. Динамическое моделирование для анализа устойчивости процесса резания.

Цель занятия: Изучить методы оценки эксплуатационных показателей.

2. Алгоритм выполнения практического задания

- 2.1. Изучить теоретический материал.
- 2.2. На основе предыдущего задания построить области устойчивости с учетом конструктивных параметров системы и режимов резания..
- 2.6. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Выбрать оценки. Предложить программу. Сделать эскиз нагрузочного устройства.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №8 Прогнозирование в задачах виртуальной обработки.

Цель занятия: Изучить методы прогнозирования в задачах виртуальной обработки.

2. Алгоритм выполнения практического задания

- 2.1. Изучить теоретический материал.
- 2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) по траектории движения инструмента спрогнозировать:
 - точность на разных уровнях (погрешность размера, расположения, формы)
 - шероховатость
 - стойкость или износ инструмента.
- 2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Компоновочная схема измерительные информационные системы.

Список параметров и их значений.

Датчики для контроля.

Система сбора данных.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №9. Системы диагностики процессов в технологических системах. Контроль точности.

Цель занятия: Изучить методы контроля и управления точностью на основе данных о смещениях элементов технологической системы.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. По результатам натурного эксперимента с определением смещений элементов технологической системы провести построение геометрического профиля детали. Сделать прогноз о обеспечении точности и необходимости корректировки траектории движения инструмента.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результат: Оценка ресурса по точности при модернизации пар трения

Примечание: Учитывают возможность применения новых материалов для пар трения

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №10. Теория массового обслуживания для решения производственных задач

Цель занятия: Изучить методы проектирования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Изучить методы работы с потоком требований в виде последовательности однородных событий, которые наступают через случайные интервалы при непрерывном отсчете времени.

Определить при заданных условиях для замкнутой и разомкнутой системы массового обслуживания параметры потоков.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты параметров потоков.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №11. Методы моделирования и оптимизации на основе современных математических подходов

Цель занятия: Изучить современные методы моделирования и оптимизации.

2. Алгоритм выполнения практического задания

- 2.1. Изучить теоретический материал.
- 2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести оптимизацию выбранного объекта по выбранной методике.
- 2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты оптимизации.

Примечание : методики для оптимизации:

Метод статистической регрессии

Теория Нечетких Множеств

Искусственные нейронные сети

Серый реляционный анализ (GRA)

Метод проектирования Тагучи

Нечеткий подход Тагучи

Метод факторного проектирования

Методология поверхности отклика

Экспертные системы

Анализ главных компонентов. Методы кластеризации.

Критерии: Оптимизация параметров процесса для максимизации скорости производства. Оптимизация параметров процесса для минимизации затрат.

Целевой параметр: Моделирование и оптимизация шероховатости, точности, стойкости инструмента.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №12 Дефектоскопия при оценке работы станка

Цель занятия: Изучить методы дефектоскопии при работе машины/ при выполнении процесса.

2. Алгоритм выполнения практического задания

- 2.1. Изучить теоретический материал.
- 2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести признаков, характеризующих работу машины/процесса. Выбрать диапазон параметров, возможные причины их изменений.
- 2.3. Предложить алгоритм работы при различных изменениях контролируемых параметров. Установить возможные причины изменений.
- 2.7. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Список параметров с их характеристиками.

Возможные действия:

- предупреждение аварии;
- ухудшение работы.

Причины изменений:

- внешняя среда;
- дефект датчика;
- дефект узла;
- нарушение технологии.

Последствия:

- изменение режимы работы;
- прекращение работы.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №13. Определение закономерностей изнашивания станков в функции режимов и эксплуатационных факторов

Цель занятия: Изучить методы определения закономерностей изнашивания в функции режимов и эксплуатационных факторов.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2. 1.Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести расчет закономерностей изнашивания в функции режимов и эксплуатационных факторов. Расчет износа сопряжений (например, направляющих) данной комбинации входных параметров.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Характеристики износа выбранных элементов, узлов в функции режимов и эксплуатационных факторов.

Входные данные: Результаты физико-статистического моделирования

Результат: Аналитическая зависимость скорости изнашивания от давления, скорости скольжения и других факторов

Примечание: Используется информация о скоростях изнашивания пар трения из практики эксплуатации

Расчет износа сопряжений (например, направляющих) для данной комбинации входных параметров

Входные данные: Результаты реализации предыдущей подпрограммы.

Результат: Форма изношенной поверхности (направляющих) — и ее изменение во времени

Примечание: Используются формулы теории изнашивания машин и механизмов

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №14. Расчет значений и скорости изменения параметров траекторий при износе сопряжений

Цель занятия: Изучить методы расчета значений и скорости изменения параметров траекторий при износе сопряжений.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести расчет значения скорости изменения параметра для каждого цикла испытаний.

2.3. Законы распределения скоростей изменения выходных параметров. Расчет показателей качества и параметрической надежности

2.4. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты расчета значения скорости изменения параметра для каждого цикла испытаний и показателей качества и параметрической надежности.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №15. Применение теории расписания для планирования работ в гибких производственных системах

Цель занятия: Изучить методы идентификации собственных частот и форм колебаний узлов станков.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Изучить методы решения комбинаторных задач упорядочения во времени различных дискретных процессов. На примере составления оптимальной работы станков многономенклатурного производства определить трудоемкости их обработки на основе графов и используя различные методы провести оптимизацию их работы.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты определения трудоемкости и оптимизации работ..

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №16. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика шероховатости

Цель занятия: Изучить методы диагностики шероховатости по косвенным признакам.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. По результатам натурного эксперимента с определением параметров обработки (могут быть смещения элементов технологической системы, токовые нагрузки, звуковые)

провести диагностику шероховатости. Использовать можно нейросетевые методы обработки данных, нечеткие системы, комбинированные нейронечеткие.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Описание системы диагностики. Результаты обучения. Параметры прогнозирования.

Примечание: Варианты проведения оптимизации для технологических процессов изготовления ультрапрецизионных деталей, деталей сложной формы и больших габаритов, маложестких деталей. деталей из труднообрабатываемых материалов и монокристаллов. высокоскоростных технологических процессов лезвийной обработки. технологических процессов упрочняющей обработки и нанесения покрытий, процессов автоматизированной сборки изделий.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №17. Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика износа/стружкообразования.

Цель занятия: Изучить методы диагностики износа по прямым и косвенным признакам.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2. 1.Изучить теоретический материал.

2.2. По результатам натурного эксперимента с определением параметров обработки (могут быть смещения элементов технологической системы, токовые нагрузки, звуковые) провести диагностику износа инструмента/стружкообразования. Использовать можно нейросетевые методы обработки данных, нечеткие системы, комбинированные нейронечеткие.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Описание системы диагностики. Результаты обучения. Параметры прогнозирования.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №18. Использование цифровых изображений для контроля параметров обработанных поверхностей.

Цель занятия: Изучить методы определения шероховатости бесконтактным способом на основе анализа цифровых изображений.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2. 1.Изучить теоретический материал.

2.2. На основе реальных данных провести анализ полученных изображений. Изучить и выполнить необходимые преобразования изображения, собрать и проанализировать параметры изображения. Использовать нейросетевые методы обработки данных, нечеткие

системы, комбинированные нейронечеткие, регрессионные подходы, кластерный анализ, метод главных компонент (методы машинного обучения).

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты определения качества поверхности конструктивных элементов изделия (узла, детали, сопряжений станка).

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Практическая работа №18 Использование цифровых изображений для контроля состояния инструмента.

Цель занятия: Изучить методы традиционного моделирования типовых процессов обработки.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. На основе реальных данных провести анализ полученных изображений. Изучить и выполнить необходимые преобразования изображения, собрать и проанализировать параметры изображения. Использовать нейросетевые методы обработки данных, нечеткие системы, комбинированные нейронечеткие, регрессионные подходы, кластерный анализ, метод главных компонент (методы машинного обучения).

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты анализа изображений инструмента на разных стадиях износа.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

7.2.2. _ Лабораторные работы _____ (наименование оценочного средства)

Лабораторная работа №1. Система технического диагностирования – мониторинг состояния технологической системы

Цель занятия: Изучить методы технического диагностирования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести исследование по заданному алгоритму.

Примечание: Важнейшим средством повышения работоспособности и эффективности эксплуатации различных групп оборудования являются системы технического диагностирования (СТД).

Основные термины и определения технического диагностирования даны в ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения и ГОСТ 30848-2003 (ИСО

13380:2002) Диагностирование машин по рабочим характеристикам. Общие положения. ISO 13380:2002.

СТД включает объект и средства диагностирования, устройства их сопряжения и, при необходимости, исполнителей, а также соответствующую техническую документацию.

Объектом диагностирования может являться узел станка, станок в целом, автоматическая линия, ГПС или их составные части. (иерархия элементов – от простых деталей к узлам, механизмам, станкам, системам станков)

Результатом диагностирования является заключение о техническом состоянии объекта с указанием, при необходимости, места, вида и причины дефекта.

Диагностирование может осуществляться во время функционирования объекта, на который поступают только рабочие воздействия - функциональное техническое диагностирование; диагностирование, при котором на объект подаются тестовые воздействия — тестовое техническое диагностирование.

Глубина поиска дефекта задается указанием составной части объекта диагностирования или ее участка, с точностью этой составной части определяется место дефекта.

Объект диагностирования (изделие в целом или его составная часть), ожидаемый результат диагностирования (определение технического состояния или поиск дефекта), характер диагностирования (функциональное или тестовое), а также требуемая глубина поиска дефекта (узел, деталь и т. д.) определяют структуру СТД и ее назначение (локальная для диагностирования составной части изделия или заготовки или общая для диагностирования изделия или заготовки).

Специфика металлорежущего оборудования обуславливает требования к СТД. В частности, СТД станков с ЧПУ имеет структуру, в основу построения которой положены следующие принципы [1]:

СТД по функциям, структуре и используемым техническим средствам должна соответствовать уровню автоматизации производства в котором эксплуатируются станки с ЧПУ.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Расписать методику диагностирования для мониторинга состояния.

Выбрать диагностические признаки.

Описать характерные признаки для соответствующих состояний.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Лабораторная работа № 2. Система технического диагностирования – определение дефекта

Цель занятия: Изучить методы технического диагностирования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести исследование по заданному алгоритму.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Расписать методику диагностирования дефектов.

Выбрать диагностические признаки.

Описать характерные признаки для соответствующих дефектов.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Лабораторная работа №3. Система технического диагностирования – прогнозирование работоспособности

Цель занятия: Изучить методы технического диагностирования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести исследование по заданному алгоритму.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Расписать методику диагностирования для прогнозирования работоспособности.

Выбрать диагностические признаки.

Описать характерные признаки для соответствующих состояний.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Лабораторная работа №4. Система технического диагностирования – составление карты дефектов

Цель занятия: Изучить методы технического диагностирования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести систематизацию аднных по видам дефектом и и их признакам.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Карта дефектов.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Лабораторная работа № 5 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – ИНС

Цель занятия: Изучить методы диагностирования на основе искусственных нейронных сетей.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести диагностику на основе ИНС.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты диагностирования с использованием ИНС.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Лабораторная работа № 6 Определение признаков диагностирования. Методика распознавания – на основе машинного обучения (логистические/регрессионные зависимости)

Цель занятия: Изучить методы.

2. Алгоритм выполнения практического задания

2.1. Изучить теоретический материал.

2.2. Для данных по заданию магистерской диссертации (по вариантам) провести диагностирование на основе подходов машинного обучения.

2.3. Оформить отчет о практической работе и защитить его у преподавателя.

3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

Формы для оформления практического задания

Вариант задания № _____

Результаты диагностирования с использованием машинного обучения.

Примечание: Для каждого объекта диагностирования имеется большое число диагностических признаков (параметров), используемых для определения его технического состояния. При осуществлении диагностирования изделия выбирают те признаки (параметры), контроль которых дает наиболее объективные сведения о состоянии машины, а затраты на создание данной СТД экономически целесообразны.

В современных СТД металлорежущих станков используют, как правило, не дискретные значения диагностического сигнала, а его функциональную зависимость. Сигнал в виде реализации некоторой закономерности заменяет показания целого ряда приборов, фиксирующих дискретные значения отдельных диагностических параметров.

При создании СТД станков и машин широко используют метод контрольных осциллограмм. При этом рабочие осциллограммы, снятые с проверяемого изделия или узла и регистрирующие изменения конкретного диагностического параметра, сравнивают с контрольной осциллограммой и устанавливают их отличительные признаки (симптомы).

При создании СТД станков и машин широко используют метод контрольных осциллограмм. При этом рабочие осциллограммы, снятые с проверяемого изделия или узла и регистрирующие изменения конкретного диагностического параметра, сравнивают с контрольной осциллограммой и устанавливают их отличительные признаки (симптомы).

Для станков, предназначенных для финишной обработки с ЧПУ, применяется диагностирование по результатам обработки, так как информация, получаемая при

измерении деталей после чистовых операций, несет в себе ряд диагностических признаков, функционально связанных с работоспособностью станка в целом или отдельных его узлов.

Вывод:....

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Описание оценочных средств

Комплект заданий для практических работ 1-5

Практическое задание 1

Тема занятия: «Воспроизведение движения реального объекта».

Цель работы – приобрести навыки моделирования движения реального многозвенного объекта в рабочем режиме на основе его цифровой копии в модуле NX Кинематика.

Перечень знаний и умений для достижения цели

- Знания в области осуществления кинематического анализа.
- Навыки моделирования движений многозвенных объектов.
- Умение работать в модуле NX Кинематика.

Практическое задание:

1. Задать звенья механизма.
2. Определить тип соединения для звеньев и оценить степени свободы каждого соединения.
3. Назначить движители для соединений.
4. Запустить расчет с помощью решателя RequDyn.
5. Провести редактирование модели при обнаружении ее неадекватности и произвести новое решение.
6. Выполнить анализ полученных результатов расчета. Оформить отчет.

Методические рекомендации по выполнению задания

- Моделируется ситуация, при которой выполняются этапы проверки работоспособности робота и изучаются его возможные степени свободы.
- Осуществляется проверка сложной звеньевой конструкции на предмет адекватности цифровой копии.
- Выполняется кинематический расчет.
- Формулируются выводы о расположении упоров для точного выбора углов поворота и перемещений элементов робота.

Оформление результатов по практическому заданию. Отчет по практической работе представляется в виде таблицы, которая заполняется обучающимся на основе полученных результатов анализа движений (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Форма отчета по практической работе № 1

Параметр	Результат
Расстояние между упорами механизма подъема	_____ мм
Угол поворота механизма подъема	_____ °
Расстояние между упорами механизма перемещения	_____ мм
Звено подъема	Вставить скрин с экрана

Параметр	Результат
Звено поворота	Вставить скрин с экрана
Звено подачи со звеньями захватов	Вставить скрин с экрана
Крайнее верхнее левое положение захвата	Вставить скрин с экрана
Крайнее нижнее правое положение захвата	Вставить скрин с экрана

Практическое задание 2

Тема занятия: «Обновление цифрового двойника».

Цель работы – приобрести навыки анализа модели симуляции цифровой копии и ее исправления.

Перечень знаний и умений для достижения цели

- Знания в области анализа сборки.
- Навыки моделирования твердотельной геометрии.
- Умение работать с функциями в САПР.

Практическое задание:

1. Задать функций движителей соединений.
2. Определить пересечения в работе при движении.
3. Провести анализ занимаемого захватами объема в пространстве.
4. Перестроить деталь робота.
5. Изменить компонентный состав звеньев робота.
6. Пересчитать симуляцию робота.

Методические рекомендации по выполнению задания.

- Изучается поведение робота в рабочем процессе.
- Проводится анализ работы: изучаются пересечения, занимаемые в пространстве объемы.
- Задаются передачи движения.
- Формулируются выводы о работе механизма в целом.

Оформление результатов по практическому заданию. Отчет по практической работе представляется в виде таблицы, которая заполняется обучающимся на основе полученных результатов эргономического анализа (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Форма отчета по практической работе № 2

Параметр	Результат
Вид результата трассировки	Вставить скрин с экрана
Вид перестроенного держателя захватных органов	Вставить скрин с экрана
Вид механизма в изометрии, 0 сек	Вставить скрин с экрана
Вид механизма в изометрии, 3 сек	Вставить скрин с экрана
Вид механизма в изометрии, 6 сек	Вставить скрин с экрана

Вид механизма в изометрии, 9 сек	Вставить скрин с экрана
Вид механизма в изометрии, 12 сек	Вставить скрин с экрана

Практическое задание 3

Тема занятия: «Моделирование поведения реального объекта в критической ситуации на основе его цифровой копии».

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.

Перечень знаний и умений для достижения цели

- Знания в области осуществления конечно-элементного анализа.
- Навыки моделирования поведения цифрового двойника в критической ситуации.
- Умение работать в модуле NX Advanced Simulation (расширенная симуляция).

Практическое задание:

1. Указать параметры симуляции.
2. Создать конечно-элементную модель детали и рабочих частей руки робота-манипулятора.
3. Выполнить назначение материала моделей.
4. Ввести ограничения степеней свободы конечно-элементных моделей.
5. Приложить нагрузку.
6. Запустить расчет с помощью решателя NX NASTRAN.
7. Выполнить анализ полученных результатов расчета. Оформить отчет.

Методические рекомендации по выполнению задания. Краткая характеристика выполняемых работ:

- Моделируется ситуация, при которой выполняется перенос детали рукой робота-манипулятора.
- Осуществляется оценка возможности падения детали в процессе ее переноса.
- Выполняется конечно-элементный расчет.
- Формулируются выводы о вероятности возникновения критической ситуации, а также рекомендации по устранению выявленной проблемы.

Оформление результатов по практическому заданию. Отчет по практической работе представляется в виде таблицы, которая заполняется обучающимся на основе полученных результатов конечно-элементного анализа (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Форма отчета по практической работе № 3

Параметр	Результат
Максимальная величина смещения детали в процессе ее захвата рукой робота-манипулятора, мм	_____ мм
Полученный результат в виде скрина с рабочего окна программы (вместе с цветовой шкалой перемещения по оси Z)	Вставить скрин с экрана

Параметр	Результат
Оценка возможности падения детали в процессе ее переноса (обходимо выбрать правильный ответ)	<input type="checkbox"/> Полученные максимальные смещения детали в процессе захвата рукой робота манипулятора являются допустимыми. Вероятность падения детали в процессе переноса низкая Полученные максимальные смещения детали в процессе захвата рукой робота манипулятора являются не допустимыми. Вероятность падения детали в процессе переноса высокая
Рекомендации по устранению выявленной проблемы (обходимо выбрать правильный ответ)	<input type="checkbox"/> Изменения не требуются Рекомендуется увеличить сжимающую нагрузку захватов

Практическое задание 4

Тема занятия: «Применение цифрового двойника для оптимизации работы физического объекта».

Цель работы – приобрести навыки оптимизации работы физического объекта на основе его цифрового двойника в модуле NX Advanced Simulation (расширенная симуляция).

Перечень знаний и умений для достижения цели

- Знания в области осуществления оптимизации процесса.
- Навыки оптимизации работы физического объекта на основе его цифрового двойника.
- Умение работать с помощью мастер-процесса «Оптимизация геометрии» в модуле NX Advanced Simulation (расширенная симуляция).

Практическое задание:

1. Выбрать тип оптимизации.
2. Определить целевую функцию.
3. Задать ограничения целевой функции.
4. Внести в задачу проектные переменные процесса оптимизации.
5. Установить контрольные параметры.
6. Выполнить анализ полученных результатов расчета. Оформить отчет.

Методические рекомендации по выполнению задания. Краткая характеристика выполняемых работ:

- На основе результатов и данных проведенного конечно-элементного анализа (практическая работа №3) выполняется оптимизация параметров процесса для снижения вероятности падения детали в процессе ее переноса захватами руки робота-манипулятора.
- Целевой функцией процесса оптимизации выступает минимизация смещения детали вдоль оси, совпадающей с направлением действия силы тяжести.
- Ограничением достижения целевой функции служит величина предела текучести материала детали, т.к. при значительной величине сжимающей силы возможна деформация детали.
- Переменной процесса выступает сила сжатия захватов, оптимальное значение которой необходимо определить в процессе оптимизации.
- Установление оптимальной величины сжатия детали позволит снизить вероятность ее падения в процессе переноса захватами руки робота-манипулятора, при этом деталь не будет деформироваться.
- Формулируется рекомендации по назначению сжимающей силы захватов руки робота-манипулятора.

Оформление результатов по практическому заданию. Отчет по практической работе представляется в виде таблицы, которая заполняется обучающимся на основе полученных результатов процесса оптимизации (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Форма отчета по практической работе № 4

Параметр	Результат
Значение оптимальной величины сжимающей силы (Force), обеспечивающей минимальное смещение детали вдоль вертикальной оси, Н	_____ Н
Величина минимального смещения детали при оптимальной величине силы сжатия, мм	_____ мм
Результат в виде скрина с рабочего окна Excel-таблицы	Вставить скрин с экрана
Результат в виде скрина с рабочего окна программы (вместе с цветовой шкалой перемещения по оси Z)	Вставить скрин с экрана
Оценка возможности падения детали в процессе ее переноса на основе результатов оптимизации (необходимо выбрать правильный ответ)	<input type="checkbox"/> Полученные максимальные смещения детали в процессе захвата рукой робота манипулятора являются допустимыми. Вероятность падения детали в процессе переноса низкая <input type="checkbox"/> Полученные максимальные смещения детали в процессе захвата рукой робота манипулятора являются не допустимыми. Вероятность падения детали в процессе переноса высокая

Практическое задание 5

Тема занятия: «Оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена».

Цель работы – приобрести навыки оценки эргономических показателей на основе цифрового манекена и цифрового двойника оборудования в приложении Jack Siemens PLM Software.

Перечень знаний и умений для достижения цели

- Знания в области осуществления эргономического анализа.
- Навыки оценки эргономических показателей на основе цифрового манекена.
- Умение работать с помощью приложения Jack от разработчика Siemens PLM Software.

Практическое задание:

1. Выбрать рабочее место для эргономического анализа.
2. Сформировать цифровой манекен.
3. Создать цифровую модель рабочего места.
4. Выполнить задание параметров конструктора симулятора задач.
5. Провести эргономический анализ.
6. Выполнить анализ полученных результатов расчета. Оформить отчет.

Методические рекомендации по выполнению задания. Краткая характеристика выполняемых работ:

- Моделируется ситуация, при которой выполняется перемещение работника к роботу манипулятору.
- Осуществляется проверка поля зрения. Устанавливается допустимость беспрепятственного выполнения производственных задач.

- Определяется суммарная величина затрачиваемого времени на выполнение заложенных производственных действий работника.

Оформление результатов по практическому заданию. Отчет по практической работе представляется в виде таблицы, которая заполняется обучающимся на основе полученных результатов эргономического анализа (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Форма отчета по практической работе № 5

Параметр	Результат
Проверка поля зрения	Вставить скрин с экрана
Вывод о допустимости беспрепятственного выполнения производственных задач	<input type="checkbox"/> Беспрепятственное выполнение производственных задач <input type="checkbox"/> Для выполнения производственных задач имеются препятствия
Результат анализа временных затрат в виде скрина с рабочего окна браузера	Вставить скрин с экрана
Суммарная величина затрачиваемого времени, сек.	_____ сек.

Банк тестовых заданий для самоконтроля

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 нижеперечисленные
 - 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

Банк полного комплекта тестовых заданий размещен в системе онлайн обучения.

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

Результаты расчета по практической работе «Обновление цифрового двойника» являются исходными данными для практической работы №6. Моделирование динамики обработки с определением относительных движений инструмента и заготовки; «Применение

цифрового двойника для оптимизации работы физического объекта» для Многокритериальная оптимизация при проектировании операций; «Оценка эргономических показателей на основе цифрового манекена» для Тема 1.3 Обеспечение эргономических требований. Обеспечение патентных требований. Обеспечение дизайнерских требований Практическая работа №1 Проектирование изделия с учетом функциональных связей с определением его рабочих параметров (оценка технологической системы, в том числе по эргономическим показателям).

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр ____ 4 ____

№ п/п	Вопросы
1	Энергосберегающие технологии, оборудование, управление.
2	Функциональные связи между технологическими факторами и показателями точности изделий.
3	Оценка эксплуатационных показателей технологической системы.
5	Автоматизированные системы исследований технологических систем стандартизации.
6	Прогнозирование работоспособности оборудования по критерию износостойкости
7	Проектирование с использованием положений обеспечения технологичности
8	Методы моделирования на основе современных математических подходов
9	Дефектоскопия при работе станка или при обработке
10	Методы оптимизации на основе современных математических подходов
11	Определение закономерностей изнашивания станков в функции режимов.
12	Клиенто-ориентированное производство.
13	Обеспечение экологических требований.
14	Обеспечение дизайнерских требований
15	SMART – производство.
16	Обеспечение патентных требований
17	Распределенное производство.
18	Обеспечение эргономических требований
19	Обратный инжиниринг.
20	Гибкое производство на основе перекомпоновываемых систем.
21	Индивидуализированное производство. Групповые процессы
22	Технологические компоненты КФПС. Структура, принцип работы.
23	Традиционное моделирование базовых технологий.
24	Моделирование базовых технологий на основе современной статистики, машинного обучения и мягких вычислений.
25	Виртуальное проектирование/производство.
26	Моделирование базовых технологий на основе больших данных и искусственного интеллекта
27	Интеграция виртуального и реального производства.
28	Средства технологического оснащения современного производства.

29	Алгоритм проектирования технологии изготовления деталей машин в кастомизированном производстве.
30	Технически обоснованная норма времени на выполнение операции.
31	Расчет запаса надежности для параметров станков
32	Оптимизация технологических допусков на геометрические параметры станка
33	Формализация и математическое моделирование технологических процессов
34	Оптимизация параметров теплового поля станка
35	Расчет запаса надежности для параметров станков
36	Особенности структуры технологических операций для современного производства.
37	Техническая и технологическая подготовка производства с учетом клиенто-ориентированного интеллектуального производства.
38	Особенности формирования припусков для современных методов заготовительного производства.
39	Динамика базирования.
40	Этапы жизненного цикла создания машины в системе Индустрия 4.0.
41	Нормируемые показатели качества деталей машин с учетом функционального назначения. Функционально-стоимостной анализ.
42	Технологичность конструкций изделий. Многокритериальная оптимизация конструкций.
43	Виртуальная обработка. Моделирование самостоятельное.
44	Динамическое моделирование для анализа устойчивости процесса резания.
45	Прогнозирование в задачах виртуальной обработки точности на разных уровнях (погрешность размера, расположения, формы), шероховатости, стойкости или износа инструмента.
46	Виртуальная обработка.
47	Системы диагностики процессов в технологических системах. Контроль точности.
48	Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика процессов сборки.
49	Оптимизация динамических параметров системы Системы диагностики процессов в технологических системах.
50	Диагностика износа, стружкообразования.
51	Виртуальное производство
52	Системы диагностики процессов в технологических системах. Диагностика шероховатости.
53	Использование цифровых изображений для контроля состояния инструмента.
54	Использование цифровых изображений для контроля параметров обработанных поверхностей.
55	Оценка технико-экономических показателей технологических производств на основе экспертных систем
56	Определение закономерностей изнашивания станков в функции эксплуатационных факторов
57	Методы и приемы диагностики и мониторинга оборудования
58	Экологические аспекты производственных процессов.
59	Теория массового обслуживания для решения производственных задач
60	Применение теории расписания для планирования работ в гибких производственных системах. Управление распределенным производством

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Защита отчетов о выполнении практических №1-24 и лабораторных работ №1-6	Выполнение практических и лабораторных работ при наличии отчётов о проделанной работе в рекомендуемой форме.	Работы оцениваются по бинарной системе (отработана / не отработана). Критерии оценки: <ul style="list-style-type: none"> полнота и точность выполнения практических работ; соответствие выполненных работ выданному заданию.

Форма проведения промежуточн ой аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки экзамена	
Экзамен	Выполнение всех предусмотренных практических и лабораторных работ с оценкой «отработана»	«отлично»	Полные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы.
		«хорошо»	Незначительные ошибки или неуверенность в ответах.
		«удовлетворитель но»	Полный ответ на один из двух поставленных вопросов и решение задачи.
		«неудовлетворите льно»	Ответы на вопросы не сформулированы.

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	Гаврилов А. Н.	Средства и системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 376 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2294-4.	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
2	Виноградов В. М.	Технологические процессы автоматизированных производств [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Виноградов, В. В. Клепиков, А. А. Черепашин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 272 с. : ил. - ISBN 978-5-906818-69-0.	Учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Щурин К. В.	Надежность машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. В. Щурин. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 590 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-3748-1.	Учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"
4	Барский А. Б.	Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / А. Б. Барский. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 358 с. : ил.	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
5	Раннев Г. Г.	Интеллектуальные средства измерений [Электронный ресурс] : учебник / Г. Г.	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		Раннев, А. П. Тарасенко. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 280 с. - ISBN 978-5-906818-66-9.			М"
6	Расторгуев Д. А.	Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.	Учебно-методическое пособие	2015	Репозиторий ТГУ
7	Логинов Н. Ю.	Оптимизация технологических процессов и операций [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Н. Ю. Логинов, Д. А. Расторгуев ; ТГУ, Институт машиностроения. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2020. - 88 с.	Учебно-методическое пособие	2020	Методический кабинет кафедры
8	Расторгуев Д. А.	Сборка в машиностроении [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2020. - 105 с.	Учебно-методическое пособие	2020	Методический кабинет кафедры
9	Д.Г. Левашкин, Д.А. Расторгуев	Левашкин, Д.Г. Цифровые технологии изготовления деталей на базе САПР «Вертикаль». Учебно-методическое пособие / Д.Г. Левашкин, Д.А. Расторгуев: – Тольятти, ТГУ, 2020 г., 62 с.	Учебно-методическое пособие	2020	Методический 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	Безъязычный В. Ф.	Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. – Москва: Машиностроение, 2013. – 568 с. : ил. – (Для вузов). – ISBN 978-5-94275-669-7.	Учебник	2013	ЭБС «Лань»
2	Федин Ф. О.	Анализ данных [Электронный ресурс] : учеб. Пособие. Ч. 2. Инструменты Data Mining / Ф. О. Федин, Ф. Ф. Федин. – Москва : МПГУ, 2012. – 308 с.	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPRbooks»
3	Макаров В. Г.	Проектирование цифровой системы управления автоматической линии станков [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / В. Г. Макаров ; Казанский нац. Исслед. Технол. Ун-т. – Казань : КНИТУ, 2014. – 240 с. – ISBN 978-5-7882-1641-6.	Учебное пособие	2014	ЭБС «IPRbooks»
4	Расторгуев Д.А.	Основы расчета и проектирования систем автоматического управления в машиностроении [Текст] : учеб. Пособие / Д. А. Расторгуев [и др.] ; ТГУ. – ТГУ ; Гриф МО. – Тольятти : ТГУ, 2007. – 152 с.	Учебное пособие	2007	95
5	Д. Ю. Воронов [и др.]	Проектирование технологических процессов сборки [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Д. Ю. Воронов [и др.] ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти :	Учебно-методическое пособие	2011	Репозиторий ТГУ

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		ТГУ, 2011. - 111 с.			

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.

2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	- Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	- Office Standart	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно
3	– Компас 3D	Договор № 652/2014 от 07.07.2014 Бессрочная
4	Power SHAPE	Соглашение о сотрудничестве между фирмой Delcam Int. И Тольяттинским государственным университетом Соглашение о сотрудничестве между фирмой Delcam Int. И Тольяттинским государственным университетом
5	Power MILL	Соглашение о сотрудничестве между фирмой Delcam Int. И Тольяттинским государственным университетом Соглашение о сотрудничестве между фирмой Delcam Int. И Тольяттинским государственным университетом
6	Яндекс.Браузер	свободно распространяемое ПО отечественного производства
7	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	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. 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-309)	Стол преподавательский, столы ученические двухместные (моноблок) , стул, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор
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-306)	Переносной проектор, экран, компьютерный стол, стол преподавательский, стул, доска аудиторная, стол ученический двухместный, ПК
3	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет