

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им.Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)

Институт информатики, электроники и робототехники
Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
_____ М.М. Яхутлов

« _____ » _____ 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
института _____ Б.В. Шогенов

« _____ » _____ 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ ЦИФРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ В МАШИНОСТРОЕНИИ. ЦИФРОВЫЕ
ДВОЙНИКИ»

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки
Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины «Основы цифровых производств в машиностроении. Цифровые двойники»/сост.Р.М. Нартыжев – Нальчик: КБГУ, 2021.- 24с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины по выбору вариативной части блока Б1.В.ДВ.04 по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в 8семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. №1044.

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4 Содержание и структура дисциплины.....	6
5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	12
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	15
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	21
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	22
Приложение 1. Лист Изменений (Дополнений)	23

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Основы цифровых производств в машиностроении. Цифровые двойники» является формирование у студентов знаний, умений и навыков профессиональной деятельности в условиях цифрового производства. Обучение основам проектирования, организации и функционирования цифровых машиностроительных производств на основе имитационного моделирования пространственно-временных связей всех процессов и систем предприятия.

Задачами дисциплины являются:

- обучение базовым понятиям цифрового производства и основам разработки цифровых моделей машиностроительных производств;
- получение и развитие навыков программирования логики функционирования производства;
- приобретение навыков планирования, актуализации имитационной модели производства и анализа результатов имитационных экспериментов
- ознакомление с принципами и методами удаленного программирования и виртуального ввода в эксплуатацию производства.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы цифровых производств в машиностроении. Цифровые двойники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана Б1.В.ДВ.04.01 подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Изучение дисциплины базируется на знаниях высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, информатики, основ конструирования, умение использовать фундаментальные знания по естественнонаучным направлениям подготовки, владение навыками работы с персональным компьютером и программным обеспечением для проектирования объектов машиностроения. Дисциплина является логическим продолжением содержания дисциплин подготовки бакалавров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (информатика, основы компьютерных технологий, инженерная графика, оборудование автоматизированных производств, системы автоматизированного проектирования конструкций и автоматизированное проектирование технологических процессов.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВОиООП ВО по данному направлению подготовки:

универсальные компетенции(УК):

УК-2.4 Способен ставить и решать задачи оптимизации ресурсов.

профессиональные компетенции (ПКС):

Профессиональный стандарт. Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением

ПКС-7.1- Способен проводить анализ технологичности конструкции деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ и разработать с применением CAD-систем предложения по повышению технологичности конструкции;

Профессиональный стандарт. Специалист по автоматизированному проектированию технологических процессов

ПКС-10.1 - Проводит анализ с применением CAD-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий;

ПКС-11.7 - Способен оформлять с применением CAD-, CAPP-систем технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- правовые нормы, регламентирующие реализацию проектов для осуществления профессиональной деятельности **(З1)**;
- средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения модернизации и автоматизации производств **(З2)**
- технологические, конструкторские, эксплуатационные и управленческие параметры производств **(З3)**;
- алгоритмы и программы выбора технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств **(З4)**;
- функциональные возможности и особенности работы в PDM-и ERP-системах **(З5)**;

уметь:

- определять цель и формулировать задачи для её достижения, а также планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов **(У1)**;
- определять приоритеты решений задач модернизации и автоматизации **(У2)**;
- проводить анализ состояния и динамики функционирования машиностроительных производств **(У3)**;
- использовать CAPP-, PDM-системы для подготовки рекомендаций по выбору и применению средств технологического оснащения **(У4)**
- устанавливать основные требования к специальным средствам технологического оснащения, разрабатываемым для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности **(У5)**

владеть:

- методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также навыками работы с нормативной документацией в профессиональной области **(В1)**;
- методами оценки показателей качества процессов производства и выпускаемой продукции **(В2)**.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1	Введение. Термины, определения и коннотации цифрового производства.	Понятия и статус цифрового производства. Особенности развития цифрового производства. Основные свойства производственной информации. Стохастические временные характеристики элементов производственной системы и процессов.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (К), (Т)
2	Технологии управления данными в машиностроении	Система нормативных документов и стандартов в области управления данными на машиностроительных предприятиях и в жизненном цикле машиностроительных изделий. Системы планирования и распределения работ. Использование искусственного интеллекта и генетических алгоритмов для нахождения оптимальных решений на основе больших массивов проектных и производственных цифровых данных. Интерактивные электронные технические руководства по обслуживанию и ремонту изделий.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К), (Т)
3	Цифровые технологии проектирования в машиностроении	Основы цифрового описания структуры, формы, размеров и свойств объектов машиностроительных производств. Цифровое прототипирование и виртуальные испытания цифрового макета. Средства инженерного анализа механических, тепловых и гидрогазодинамических процессов в проектируемых изделиях. Инструменты параметрической и топологической оптимизации конструкций.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К), (Т)
4	Управление процессами в цифровом производстве	Стратегии управления производством. Принципы «выталкивания» и «всасывания» материальных потоков. Методы маршрутизации материальных потоков в производстве. Методы адаптации модели к структурным и функциональным изменениям элементов цифрового производства. Концепция управления производством «Точно в срок» (Just in Time или JIT). Программирование и управление логикой работы производства.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К), (Т)
5	Цифровые технологии производства в машиностроении	Цифровые средства автоматизации подготовки производства. Базы данных оборудования, оснастки, инструмента и режимов обработки для автоматизированной	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К), (Т)

		генерации технологических операций. Цифровая имитация процессов изготовления, сборки и испытаний деталей, узлов и изделий машиностроения. Числовое программное управление режимами работы и перемещением узлов технологического оборудования. Автоматизированные системы, агрегаты и узлы технологического оборудования, использование датчиков в адаптивной обработке. Автоматические линии и гибкие производственные комплексы. Киберфизические производственные системы. Промышленные роботы и манипуляторы в механической обработке, сварочных и сборочных процессах. Кинематика и логика роботизированных операций. Прямое цифровое производство на основе аддитивных технологий. Цифровые технологии измерения и контроля, контактные и бесконтактные измерительные установки, компьютеризированные средства измерения физико-механических параметров.		
6	Системы моделирования объектови средств цифрового производства	Программные средства моделирования средств и объектов цифровых производств. Этапы и методы имитационного моделирования. Моделирование сверху вниз и с низу вверх. Инкапсуляция и принципы взаимодействия субструктур в модели.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К) , (Т)
7	Основы моделирования дискретного машиностроительного производства	Моделирование потока данных распределенных по заданному закону. Дискретная и информационная модель компьютерно-интегрированного производства.Интеллектуальноезондирование информации о производственной системе и процессах производства. Протоколы информационной взаимосвязи объектов имитационной модели с реальными процессами в производстве. Нормирование труда производственного персонала с помощью цифровых манекенов.	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К), (Т)
8	Интеграция имитационных моделей в производство, визуализация (VR) и цифровые двойники средств производства	Верификация и виртуальный ввод в производство (VC) инженерно-технических решений.Актуализация параметров имитационной модели. Стратегическое, тактическое и оперативное планирование производства. Планирование имитационных экспериментов, обработка и анализ полученных данных. Обратный инжиниринг оборудования и деталей. Технологии виртуальной и дополненной реальности для определения и	УК-2.4 ПКС-7.1 ПКС-10.1 ПКС-11.7	(ЛР), (РК), (К) , (Т)

		улучшения эргономических показателей проектируемых изделий.		
--	--	---	--	--

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов)

Вид работы	8 сем.
Общая трудоемкость	144
Аудиторная работа:	70
<i>Лекции (Л)</i>	30
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>	40
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-
Самостоятельная работа:	47
Самостоятельное изучение разделов	10
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	37
Подготовка и сдача экзамена	27
Вид итогового контроля	экзамен

4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Введение. Термины, определения и коннотации цифрового производства.
2.	Технологии управления данными в машиностроении
3.	Цифровые технологии проектирования в машиностроении
4.	Управление процессами в цифровом производстве
5.	Цифровые технологии производства в машиностроении
6.	Системы моделирования объектов и средств цифрового производства
7.	Основы моделирования дискретного машиностроительного производства
8.	Интеграция имитационных моделей в производство, визуализация (VR) и цифровые двойники средств производства

4.4 Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1.	Изучение интерфейса программы Tecnomatix PlantSimulation
2.	Настройка параметров стандартных элементов имитационной модели
3.	Исследование пропускной способности и подбор параметров элементов ПС на имитационной модели
4.	Разработка иерархической структуры имитационной модели ПС
5.	Разработка имитационной модели производственной ячейки для контроля продукции
6.	Разработка имитационной модели сборочной операции
7.	Изучение приемов 3D визуализации имитационной модели производства
8.	Кластеризация деталей и расчет производственной программы
9.	Разработка компоновок производственно-технологических комплексов цифрового производства и чертежей планировок оборудования
10.	Компоновка робототехнических комплексов цифрового производства в системе Matlab
11.	Имитационное моделирование гибкой автоматизированной линии
12.	Имитационное моделирование роботизированного производства
13.	Бизнес-планирование и оценка эффективности проекта цифрового двойника производства в системе ProjectExpert
14.	Автоматизация производства с использованием цифрового двойника

4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Методы моделирования потока случайных данных, распределенных по заданному закону. Параметры распределения случайной величины.
2	Программные средства моделирования цифровых манекенов

5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОПВОВ КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
4 семестр		
1	Посещение занятий	10(3+3+4)
2	Коллоквиум	18(6+6+6)
3	Тестирование	18(6+6+6)
4	Защита лабораторных работ	24(8+8+8)
Итого		70

Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа к зачету. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются компьютерное тестирование показывающее степень владения программными средствами цифрового проектирования. Тестирование осуществляется с использованием встроенных в программы тестовых заданий или путем выполнения типовых заданий по приемам работы в программной среде.

Лабораторные занятия

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

5.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Понятия и статус цифрового производства.
2. Особенности развития цифрового производства.
3. Методы исследования цифрового производства.
4. Различие подходов производственной информатики и цифрового производства.
5. Основные свойства производственной информации.
6. Стохастические временные характеристики элементов производственной системы.
7. Стохастические временные характеристики процессов производства.
8. Моделирование потока данных распределенных по заданному закону.
9. Дискретно-событийный метод моделирования производств.
10. Информационная модель компьютерно-интегрированного производства.
11. Зондирование информации о производственной системе и процессах производства с использованием цифрового двойника.
12. Банки инженерных знаний о жизненном цикле изделия.
13. Стратегическое, тактическое и оперативное планирование производства.
14. Планирование имитационных экспериментов.

15. Обработка и анализ данных полученных в имитационном эксперименте
16. Методы оптимизации перебором вариантов и генетические алгоритмы.
17. Стратегии управления производством.
18. Принципы «выталкивания» и «всасывания» материальных потоков.
19. Многономенклатурное производство.
20. Методы маршрутизации материальных потоков в производстве.
21. Методы адаптации модели к структурным и функциональным изменениям элементов цифрового производства.
22. Методы управления бережливыми производственными линиями (kanban).
23. Концепция управления производством «Точно в срок» (JustinTime или JIT).
24. Программирование и управление логикой работы производства.
25. Программные средства моделирования цифровых производств.
26. Этапы и методы имитационного моделирования.
27. Моделирование сверху вниз и с низу вверх.
28. Инкапсуляция и принципы взаимодействия субструктур в модели.
29. Взаимосвязь систем проектирования техпроцессов (CAPP) и программ дискретно-событийного моделирования производственных систем.
30. Верификация и виртуальный ввод в производство (VC) инженерных решений.
31. Актуализация параметров имитационной модели.
32. Протоколы информационной взаимосвязи объектов модели с реальными процессами в производстве.
33. Визуализация геометрическое проектирование пространственных связей в производственной системе.
34. Моделирование роботизированных процессов.
35. Моделирование анимации материальных потоков в модели.
36. Анализ энергопотребления элементами и отображение результатов в модели.
37. Нормирование труда персонала с помощью цифровых манекенов.
38. Конвертация CAD моделей в систему имитационного моделирования
39. Конфигурирование кинематики моделей технологического оборудования.
40. Передача имитационной модели в эксплуатационный режим на производство.
41. Форматы данных для информационного взаимодействия с моделью.
42. Логика работы однопозиционной производственной ячейки
43. Процедура создания нового библиотечного элемента в Tecnomatix
44. Библиотека Kanban в Tecnomatix Plant Simulation
45. Моделирование серийного производства в TecnomatixPlantSimulation
46. Работа со таблицами распределения случайных величин
47. Работа с экспериментально полученными распределениями вероятности
48. Инструмент для планирования и выполнения экспериментов ExperimentManager.
49. Планирование многофакторных экспериментов в ExperimentManager
50. Моделирование робота в TecnomatixPlantSimulation
51. Логика загрузки и разгрузки станков одноместным захватом в Tecnomatix
52. Понятие LockoutZone в объекты данного ресурса в Tecnomatix
53. Загрузка нескольких станков одним оператором в Tecnomatix
54. Базовая имитационная модель однопозиционного станка в Tecnomatix
55. План работы участка в TecnomatixPlantSimulation
56. Управление заказами в TecnomatixPlantSimulation
57. Управление ресурсом в TecnomatixPlantSimulation
58. Загрузка и разгрузка транспортера в TecnomatixPlantSimulation
59. Загрузка и разгрузка станков двухместным захватом
60. Типичный сценарий роботизированной сборки
61. Особенности моделирования порталных роботов
62. Определение оптимальных размеров партии запуска деталей в производство.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
1	2	3	4
УК-2.4 Способен ставить и решать задачи оптимизации ресурсов.	З1 Знать правовые нормы, регламентирующие реализацию проектови для осуществления профессиональной деятельности.	Перечисление норм и правил проектных работ в области машиностроения	ЛР К Т Э
	У1 Уметь определять цель и формулировать задачи для ее достижения, а также планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов.	Структурированное представление цели и задач проектирования, а также умение составлять диаграммы Ганта для управления проектами	ЛР К Т Э
	В1 Владеть методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также навыками работы с нормативной документацией в профессиональной области.	Корректное выполнение вычислений с учетом единиц измерения в системе СИ	ЛР К Т Э
ПКС-7.1- Способен проводить анализ технологичности конструкции деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ и разработать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности конструкции	ЗЗ Знать технологические, конструкторские, эксплуатационные и управленческие параметры производств.	Перечислить структурные схемы построения машиностроительного производства, показатели качества функционирования, методы расчета основных характеристик и режимов работы; переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов производства	ЛР К Т Э
	УЗ Уметь проводить анализ состояния и динамики функционирования машиностроительных производств	Формулирование выводов по результатам имитационных экспериментов и представлять их в формализованном виде; реализовывать виртуальный ввод в эксплуатацию производственной системы и методы актуализации имитационной модели	ЛР К Т Э

1	2	3	4
ПКС-10.1 - Проводит анализ с применением CAD-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий	34 Знать алгоритмы и программы выбора технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств У2 Уметь определять приоритеты решений задач модернизации и автоматизации	Перечислить основные проблемы подготовки исходных данных для процесса моделирования материальных потоков производственных систем; методы проектирования и анализа автоматизированных технологических процессов машиностроения; логику функционирования элементов машиностроительного производства и параметры надежности	ЛР К Т Э
	У5 Уметь устанавливать основные требования к специальным средствам технологического оснащения, разрабатываемым для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Умение использовать современные программы для моделирования производства; производить настройку параметров модели оборудования, рабочего персонала, планировать и осуществлять имитационные эксперименты;	ЛР К Т Э
ПКС-11.7 - Способен оформлять с применением CAD-, CAPP-систем технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий	32 Знать средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения модернизации и автоматизации производств 35 Знать функциональные возможности и особенности работы в PDM-и ERP-системах	Перечислить основные понятия и принципы моделирования производственных систем; последовательность моделирования цифровых производств; программные комплексы имитационного моделирования;	ЛР К Т Э
	У4 Уметь использовать CAPP-, PDM-системы для подготовки рекомендаций по выбору и применению средств технологического оснащения	Умение формировать отчеты и определять узкие места производства; оптимизировать емкость межоперационных накопителей логистику материальных потоков; анализировать цифровые модели производства и разрабатывать рекомендации по оптимизации производства на основе анализа;	
	В2 Владеть методами оценки показателей качества процессов производства и выпускаемой продукции	Владение методологией внедрения и эксплуатации программных продуктов для моделирования и сопровождения цифровых производств; технологией безопасной проверки технических решений путем виртуального ввода в производство с использованием моделирования	ЛР К Т Э

В графе 4 приводятся оценочные средства контроля: лабораторная работа (ЛР), расчетно-графической работы (РГР), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), экзамен (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т)

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице.

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
8	Пропуск аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных работ. Удовлетворительные показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Отработаны все пропущенные аудиторные занятия. Полное выполнение и защита лабораторных работ. Хорошие показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Посещение всех аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных работ. Высокие показатели по коллоквиумам и тестированиям.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 8 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
8	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Копылов Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения. Учебник издательство Лань, 2019 г., 496 с.
2. Инновационное проектирование цифрового производства в машинно строении: лабораторный практикум / [С. Г. Селиванов и др.]. - М. «Издательство «Инновационное машиностроение», 2016. - 264 с. — Режим доступа: <https://docplayer.com/42687976-Innovacionnoe-proektirovanie-cifrovogo-proizvodstva-v-mashinostroenii.html>
3. Цифровые платформы управления жизненным циклом комплексных систем [Электронный ресурс]: монография/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Научный консультант, 2018.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80803.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. SteffenBangsow «TecnomatixPlantSimulation. ModelingandProgrammingbyMeansofExamples» SpringerChamHeidelbergNewYorkDordrechtLondon @ Springer International-PublishingSwitzerland -2015
5. Инноватика: учебник для вузов / С.Г.Селиванов, М.Б.Гузаиров, А.А.Кутин. 3-е изд. - М.: Машиностроение. 2013.-640 с.
6. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств. М.: Форум, 2011.-224 с. Библиотека КБГУ (эл.версия).
7. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия – Телеком.2009. – 608 с. Библиотека КБГУ (эл.версия).

7.2 Дополнительная литература

1. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики. Монография / Под научной редакцией Веселовского М.Я. и Хорошавиной Н.С. - М.: Мир науки, 2021. - Сетевое издание. Режим доступа:<https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> – Загл. с экрана.
2. Лекции на DVD диске (электронная библиотека КБГУ)
3. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка: учебно-практическое пособие / Ю. Н. Федоров. — М.: Инфра-Инженерия, 2008. — 926 с.: ил
4. Е.Б. Андреев Scada-системы: взгляд изнутри / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. — М: Изд-во РТСофт, 2004. — 176 с. : ил.
5. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы, Горячая линия-Телеком, 2000, 336 с
6. Г.Олссон, Д.Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001. — 557 с.
7. Меньков, Александр Викторович. Теоретические основы автоматизированного управления: учебник / А. В. Меньков, В. А. Острейковский. — М.: Оникс, 2005. — 640 с. : ил.
8. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. / Под ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.: ил.

7.3 Периодические издания

Проблемы машиностроения и автоматизации – в журнале публикуются избранные статьи об исследованиях в области современного машиностроения и автоматизации, передовом опыте, прогрессивных формах и передовых технологиях машиностроения. Выпуск подготавливается по материалам периодического международного журнала. Аннотации к статьям даны на русском и английском языках.

"Вестник машиностроения" - научно-технический и производственный журнал, в котором освещаются вопросы развития отраслей машиностроения, разработки, создания, внедрения новой техники, новых технологий, новых видов материалов, в том числе композитов, пластмасс, керамики. В журнале публикуются статьи об опыте внедрения промышленных роботов, САПР.

«Справочник. Инженерный журнал (с приложением)» - журнал содержит справочно-информационные и поясняющие материалы, необходимые для практической работы и повышения квалификации инженеров всех отраслей техники: конструкторов, технологов, экспертов, разработчиков новой техники, проектировщиков, материаловедов, преподавателей, а также студентов вузов. Материал журнала базируется на данных десятков известнейших справочников, марочников, каталогов и другой отечественной и зарубежной нормативной документации.

<http://www.cals.ru/emag/> - электронный журнал "Технологии PLM и ИПП" -

<http://www.toolsru.com> - Журнал «Инструмент».

http://www.rosinf.ru/activity/publishing/problem_automat/ - Журнал «Проблемы машиностроения и автоматизации».

<http://www.mashportal.ru/> - Сайт ориентирован на специалистов машиностроительной отрасли. Содержит такие разделы как: Новости, Аналитика, Мнения специалистов, Коммерческие предложения, Каталог мероприятий. Здесь вы можете узнать о последних тенденциях в развитии отечественного и мирового машиностроения.

<http://magazine.stankin.ru/> - Учебно-научно-производственный журнал «Автоматизация и управление в машиностроении» (электронная версия). Учредители Московский Государственный Технический Университет. Содержит статьи, публикации не только ученых, но и студентов МГТУ. Удобный поиск, все статьи структурированы по годам.

<http://www.techno.edu.ru/db/sect/4734-37-3> - Федеративный портал «Инженерное образование» Специальные ресурсы/Информатика и информационные технологии/САПР/Автоматизация конструкторского и технологического проектирования

<http://www.mashex.ru/2008/news/exhibition/3995.stm> - Международная выставка машиностроения Новости выставки | Новости и публикации | Машиностроение / Mashex'2008.

<http://www.farexpo.ru/ais/> - Информация о выставках автоматизации.

<http://www.industrialauto.ru/> - Сайт посвящен проблемам промышленной автоматизации. Содержит список организаций, предоставляющих услуги в области АСУ ТП, а также различных баз данных.

http://www.ito-news.ru/index_ru.html - Издательство «ИТО» Основная цель Издательства «ИТО» – дать сведения о современных технологиях и новом оборудовании, а также о рынке производства и потребления металлообрабатывающего оборудования, КПО, инструментальной оснастки, систем автоматизации и организации производства и многое другое. Мы надеемся, что статьи в журнале «Комплект: ИТО» будут вам полезны и помогут в выборе технологии и оборудования для модернизации и развития вашего производства.

<http://www.mashin.ru/index.php> - ОАО Издательство «Машиностроение».

ОАО Научно-техническое издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ». В настоящее время издательство «Машиностроение» - это крупнейший книжно-журнальный комплекс, выпускающий научно-техническую литературу: учебники, справочники, монографии, энциклопедии, периодику, рассчитанные на сотрудников научно-исследовательских организаций, инженерно-технический и управленческий персонал промышленных предприятий, преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних технических заведений.

<http://www.avtprom.ru/> - Издательский Дом «ИнфоАвтоматизация». Сайт ориентирован на специалистов, занимающихся вопросами промышленной автоматизации. Раздел Журналы будет регулярно информировать Вас о деятельности редакции и ред-

коллегии нового научно-технического и производственного журнала Автоматизация в «промышленности». В разделе Форум Вы можете поделиться своим опытом и задать интересующие Вас вопросы коллегам о разработке, усовершенствовании, внедрении и эксплуатации на производстве программно-аппаратных средств, программно-технических комплексов и контрольно-измерительного оборудования. Сайт содержит также колонку Новостей и службу Поиска.

7.4 Интернет-ресурсы

- http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/plm/digital-manufacturing.shtml - Компания Siemens PLM Software — ведущий мировой поставщик программных решений для управления жизненным циклом изделий (PLM) и производством (MOM). Интеллектуальная линейка решений для инноваций от Siemens PLM Software помогает производителям оптимизировать процессы цифрового производства и воплощать инновации.
- <http://www.3ds.com/ru> сайт компании DassaultSystèmes воплощает принцип 3D-взаимодействия 3DEXPERIENCE, обеспечивая виртуальной средой. Один из лидеров поставщиков программного обеспечения цифрового производства
- <http://www.cals.ru/> - проекты и решения в области информационного сопровождения и поддержки жизненного цикла наукоемких изделий;
- <http://plmpedia.ru/цифровое> производство сайт компании РТС
- <http://b2b-automation.ru/> - Специализированный сайт по автоматизации производства.
- <http://www.iso.staratel.com/> – Нормативно-справочная информация широкого спектра проблем: управление процессами производства; управление качеством; информационные технологии;
- <http://www.gost.ru/> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии входит в систему федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации и находится в ведении Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.
- <http://grigor.volnet.ru> - На сайте представлены учебные материалы по «Методам и средствам автоматизации машиностроения». Даны технические характеристики, описания и схемы станков, промышленных роботов, транспортных и складских систем, рекомендации по проектированию и компоновочным решениям автоматизированных производственных систем механообработки. Приведены расчеты вибрационных бункерных устройств, схватов промышленных роботов и других средств автоматизации. Роботизированные комплексы для выполнения технологических операций. Агрегатномодульное построение роботизированных технологических комплексов.
- <http://effect-pro.ru/info/best-pro> - «Комплексный подход к автоматизации предприятий машиностроения» Обзор функциональных возможностей программного комплекса «БЭСТ-ПРО», необходимых для автоматизации предприятия машиностроения.
- http://www.os1.ru/article/analiz/2000_07_A_2005_06_06-14_56_11/ - Приведена статья состояния рынков продукции станкоинструментальной промышленности.
- http://claw.ru/a-technic/kr_AUTO.htm - Статья по теме: ЭВМ в управлении производством.
- <http://www.mash.oglib.ru/bgl/5344/551.html> - Приведены сведения о транспортных системах.
- <http://www.industrial-logistics.ru/equipment/storage.html> - Приведена информация: автоматический склад, высотный склад, хранение.
- <http://bse.sci-lib.com/article087022.html> - Приведено описание автоматическая линии, и приведены примеры компоновок.

- <http://www.industrial-logistics.ru/equipment/transport.html#> - Статья по теме: «Автоматический склад. Высотный склад. Перемещение и сортировка».
- <http://www.tehsovet.ru/article-2007-12-5-1009> - Статья на тему: «Обрабатывающие центры: тенденции развития и перспективы внедрения».
- <http://delta-grup.ru/bibliot/6/1.htm> - Общие сведения о типах производства.
- <http://www.ispu.ru/library/lessons/Poletaev2/> - Изложены методы проектирования участков и цехов различных типов производств, предназначенные для реализации производственных процессов изготовления изделий требуемого качества в установленном количестве при надлежащем уровне эффективности.
- <http://cncexpert.ru/> – Информационно - образовательный сайт. Основы построения управляющих программ, образовательный курс по ЧПУ программированию. Расчет допусков и посадок. Базовый курс по черчению. Основы материаловедения. Обзоры систем SAPR, CAD, CAM. Устройство, ремонт и эксплуатация ЧПУ. Справочная информация. Полезные приложения.
- <http://www.stanoks.com/> - документация на станки, УЧПУ, электроприводы, УЦИ, энкодеры;
- <http://venec.ulstu.ru/lib/result.php?action=faculty&t=3&f=6&ps=10&np=1> - Электронная библиотека полнотекстовых учебных и научных изданий УлГТУ.
- <http://krestafix.narod.ru/kniga/index.htm> - Электронная книга. Гибкие производственные системы. Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники, кафедре «Технологии и автоматизации производства РЭС и ЭВС» Электронная книга. Гибкие производственные системы. Написана для изучения студентами ВУЗов технических специальностей. Создана на основе книги «Гибкие производственные системы». Изготовитель Зайцев И.А.2003 год.
- <http://effect-pro.ru/info/best-pro> - «Комплексный подход к автоматизации предприятий машиностроения» Обзор функциональных возможностей программного комплекса «БЭСТ-ПРО», необходимых для автоматизации предприятия машиностроения.
- <http://bezwareza.com/2008/02/20/avtomatizacija-proizvodstvennykh.html> - книга «Автоматизация производственных процессов в машиностроении».
- <http://www.ruslib.info/category/professii/> - Электронная библиотека поиск выполнен по - машиностроение.
- <http://www.all-ebooks.com/index.php?do=search> - Электронная библиотека поиск выполнен по - автоматизации в машиностроении.
- <http://softsearch.ru/programs/119-073-avtomatizacija-i-mehanizacija-proizvodstva-full-download.shtml> - книга «Автоматизация и механизация производства».
- http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/ - Siemens PLM Software – один из ведущих мировых поставщиков программного обеспечения и услуг для управления жизненным циклом изделия (PLM). Программные продукты: Fibersim; LMS; NX; Solid Edge; PLM Components; Seat Design Environment; Syncrofit; Teamcenter; Tecnomatix; Velocity Series
- <http://www.cad.ru> - Русская Промышленная Компания. Является одним из лидеров на российском рынке программного и аппаратного обеспечения для систем автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационных систем (ГИС). Компания занимается автоматизацией проектно-конструкторских и технологических работ, дистрибьюцией, разработкой и системной интеграцией программного и аппаратного обеспечения для решения различных задач машиностроения, промышленного и гражданского строительства, ГИС, геодезии, картографии, землеустройства и т.п.
- <http://www.solidworks.ru/> - Компания SolidWorks. Сайт компании SolidWorksRussia, одного из ведущих разработчиков CAD систем в России.

- www.adem.ru - Компания ADEM Technologies. Сайт компании ADEM Technologies, одного из ведущих разработчиков интегрированной CAD/CAM-системы ADEM.
- <http://www.cad.ru/ru/software/detail.php?ID=> - Программный комплекс LCAD (от Layout CAD - расстановка оборудования с помощью компьютера) предназначен для создания автоматизированного рабочего места технолога-проектировщика, осуществляющего технологическое проектирование новых производственных помещений, а также технологическую реорганизацию существующего производства. Комплекс может быть также использован для получения различной справочной информации по установленному на производстве и введенному в базу данных системы оборудованию.
- <http://www.catia.ru/index.html> - Система CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application). Это комплексная система автоматизированного проектирования (CAD), технологической подготовки производства (CAM) и инженерного анализа (CAE), включающая в себя передовой инструментарий трёхмерного моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации. Система позволяет эффективно решать все задачи технической подготовки производства - от внешнего (концептуального) проектирования до выпуска чертежей, спецификаций, монтажных схем и управляющих программ для станков с ЧПУ.
- <http://www.3ds.com/ru> - программное обеспечение для разработки продукции на базе платформы 3DEXPERIENCE, обеспечивающее 3D-проектирование, инжиниринг, трехмерный САПР, моделирование, имитационное моделирование, управление данными и процессами.
- <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=3966>
- <http://www.iprbookshop.ru/586.html>
- <http://www.garant-center.ru/online-internet-versiya/> - правовая система с базой законов и юридических документов России. Предоставляет доступ к актуальной, постоянно обновляемой информации: законы и подзаконные акты, вступившие в силу решения судов, профессиональные аналитические материалы, специализированные справочники и словари, нормативные документы, новости российского законодательного собрания. Онлайн-сервис Гарант – усовершенствованная версия привычного информационного продукта, предназначенная для юридических и физических лиц
- <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система «КонсультантПлюс». Используется юристами, бухгалтерами, кадровыми специалистами, руководителями организаций, специалистами госорганов, учёными, студентами и преподавателями юридических и экономических вузов. Распространяется через сеть региональных информационных центров (РИЦ).

7.5 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. <http://www.diss.rsl.ru> – ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки
2. <http://www.scopus.com> – SciverseScopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии». Реферативная и аналитическая база данных
3. <http://elibrary.ru> – Электронная библиотека научных публикаций.
4. <http://polpred.com> – Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям
5. <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
6. <http://www.consultant.ru/> - справочно-правовая система Консультант Плюс
7. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

7.6 Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторные работы проводятся в лаборатории оснащенном современными станками с ЧПУ с интегрированным компьютерным классом, оснащенном современным оборудованием (12 компьютеров с процессорами IntelCore 2 Duo, мультимедийное оборудование, необходимое программное обеспечение). В лаборатории имеется коммуникационная связь компьютеров с УЧПУ станков по локальной сети, имеющей выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к лабораторным работам, электронные учебные пособия расположены на сетевом диске D://Work, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения лабораторных работ.

7.7 Программное обеспечение информационно-коммуникационных технологий

Лицензионные программные продукты, используемые при изучении дисциплины, приведены в таблице.

Производитель программного продукта	Наименование программного продукта
MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES
MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsrSTUUseBnft Student EES
MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES
DrWeb	Dr.WebDesktopSecuritySuite Антивирус + Центр управления на 12 мес., 200 ПК
SiemensPLMS	Tecnomatix Manufacturing Acad Perpetual License
Ascon	Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.
Solidworks	SOLIDWORKS EDU Edition 2018-2019 Network - 200 Users
Cimco	CimcoEditProfessional 20 шт.
StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователейЛокальнаяверсия (Named User)
Mathlab/Simulink	ТАН-25
ProjectExpert 7	ExpertSystems 16 учебных мест (сетевая программа)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Видаудит.фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные-классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПКс возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

Материальное обеспечение лабораторных занятий

№ работ	Материальное обеспечение
Все работы	Парк персональных компьютеров с программным обеспечением для проектирования, математического и имитационного моделирования, работы с текстами, растровой и векторной графикой, видеороликами, презентацией и создания интерактивных электронных технических руководств. Компьютеры должны быть объединены в сеть иметь выход в интернет.

9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей;

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

Рабочая программа по дисциплине «Основы цифровых производств в машиностроении. Цифровые двойники» по направлению подготовки 15.03.05 – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения»

на _____ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»

протокол № _____ от "___" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Яхутлов М.М./