

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

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра «Управление качеством»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП _____ О.В. Исламова Директор института _____ Б.В. Шогенов

« _____ » _____ 2024 г.

« _____ » _____ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Цифровые двойники в системах управления»**

Направление подготовки
27.03.02 Управление качеством

Профиль подготовки
Информационные технологии в управлении качеством

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины обязательной части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством на 4 курсе.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 31.07.2020 г. №869 в ред. приказа Минобрнауки от 26.11.2020 г. № 1456.

Содержание

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

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний для сквозных видов профессиональной деятельности в промышленности в сферах цифровых двойников, автоматизации, роботизации и механизации производства различного назначения с применением микропроцессорной техники, современных PLM, CAD/CAM-систем, IT технологий, программирования современных логических контроллеров на основе методов искусственного интеллекта, нейросетевого управления и обработки информации, а также умений и навыков применения полученных знаний на практике.

- **Задачи:**

- Изучение научных методов и компьютерных технологий для получения профессиональных знаний, применяемых в области цифровых двойников.

- Формирование на основе приобретенных знаний профессиональных компетенций и устойчивых навыков самостоятельной деятельности при создании, сертификации, внедрении и эксплуатации умных цифровых двойников объектов/продуктов производств, технических систем, производственных систем, киберфизических систем, антропогенных систем.

- Освоение методик и лучших практик исследовательской, аналитической и проектной деятельности в сфере цифрового производства, наполнение полученных компетенций навыками и умениями вести самостоятельные исследования и принимать обоснованные технические решения.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Цифровые двойники в системах управления» относится к обязательной части блока 1 учебного плана по направлению 27.03.02 Управление качеством.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения **(ОПК-6);**

Способен разрабатывать техническую документацию (в том числе и в электронном виде) в области управления качеством в условиях цифровой экономики, с учетом действующих стандартов качества **(ОПК-11)**

Способен оценивать показатели качества продукции на этапе ее проектирования и производства **(ПКС-7)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- правовые нормы, регламентирующие реализацию проектов и для осуществления профессиональной деятельности **(З1);**

- алгоритмы и программы выбора технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств **(З2);**

- функциональные возможности и особенности работы в PDM-и ERP-системах **(З3);**

уметь:

- определять цель и формулировать задачи для её достижения, а также планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов **(У1);**

- использовать CAPP-, PDM-системы для подготовки рекомендаций по выбору и применению средств технологического оснащения **(У2)**

- устанавливать основные требования к специальным средствам технологического оснащения, разрабатываемым для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности (**У3**)

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 (модуля)

4.1 Содержание разделов дисциплины

№ п п	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируе мая компетен ция (часть компетен ции)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Введение	Концепция цифровой экономики и индустрии 4.0. Референсная архитектурная модель для Индустрии 4.0. Обзор сквозных цифровых технологий (большие дан ные, промышленный интернет, блокчейн, облачные технологии, цифровые двойники, искусственный ин-теллект, роботы и др.). История появления и определение цифрового двойника. Понятия цифровой тени и цифрового двойника. Умные цифровые двойники. Умные цифровые тени. Умные модели систем. Цифровые двойники: цифровой двойник системы в эмпирической реальности, цифровой двойник системы в ее собственных качествах, цифровой двойник системы в состояниях, цифровой двойник внутрисистемных взаимодействий, цифровой двойник системы в целом. Применение цифровых двойников открытых систем в исследованиях и разработках	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации, практическое занятие

2.	Концепция цифровых двойников	Предпосылки развития концепции цифровых двойников. Концепция цифровых двойников Майкла Гривса. Концепция цифровых двойников НАСА и ВВС США. Цифровой двойник на цикле зрелости технологий Gartne. Концепция и стандартные определения цифрового двойника. Принципы работы цифрового двойника. Основные концепции функционирования цифровых двойников, цифровых теней и цифровых следов предприятия. Требования к цифровым двойникам. Цели и задачи типовой архитектуры цифрового двойника. Представления типовой архитектуры цифрового двойника. Развитие концепции цифровых двойников в России	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации, лабораторная работа, курсовая работа
3	Классификация цифровых двойников	Классификация цифровых двойников, основные понятия. Цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype, DTP). Цифровые двойники-экземпляры (Digital Twin Instance, DTI). Агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate, DTA). Информационные цифровые двойники. Предиктивные цифровые двойники. Операционные цифровые двойники. Классификация цифровых двойников по оцифрованному объекту. Классификация цифровых двойников с точки зрения производственного процесса согласно Дж. Бао. Классификация цифровых двойников согласно Ш. Уллах	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации, лабораторная работа, практическая работа

4	Дискретная модель цифрового двойника	Дискретная модель цифрового двойника. Современная информационная модель как предшественник цифрового двойника. Понятие цифрового двойника, связь с жизненным циклом инженерного объекта. Цифровое документирование жизненного цикла объекта. Цифровые двойники и модели для сложных бизнес-процессов и объектов. Создание цифрового двойника изделия. Структура и функции. Цифровой двойник до и после изготовления изделия. Технология разработки цифровых двойников изделий	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации, практическая работа, лабораторная работа
5	Разработка цифрового двойника	Разработка ТЗ на создание цифрового двойника. Функциональность, интерфейс, критерии качества цифрового двойника. Методы сбора данных для создания цифрового двойника. Этапы создания цифровых двойников. Реализация логики цифрового двойника. Изучение и внедрение возможностей дополненной и виртуальной реальности в проект цифрового двойника. Программно-технологическая платформа цифровых двойников. Платформенные решения для разработки цифровых двойников. Практические примеры использования CAD/CAM/CAE систем при построении цифровых двойников в различных отраслях	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации
6	Цифровые двойники производства	Основополагающие принципы структуры цифрового двойника производства. Термины, связанные с цифровыми двойниками производства. Цифровые двойники производства. Приложения и сервисы цифровых двойников	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации

		<p>производства. Преимущества цифровых двойников</p> <p>производства. Элементы цифровых двойников</p> <p>производства. Область применения стандартизации структуры цифровых двойников</p> <p>Иерархическое моделирование цифровых двойников</p> <p>производства</p>		
7	Применение цифровых двойников	<p>Области применения цифровых двойников.</p> <p>Примеры реализации цифровых двойников в различных отраслях: машиностроение, строительство, логистика и др.</p> <p>Цифровые двойники производственных систем.</p> <p>Цифровые двойники в неразрушающем контроле.</p> <p>Цифровые двойники Nasa.</p> <p>Цифровые двойники Siemens.</p> <p>Цифровые двойники Ansys.</p> <p>Цифровые двойники General Electric.</p> <p>Цифровые двойники в нефтегазовой промышленности</p>	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации, практическая работа, лабораторная работа
8	Заключение	<p>Эволюция цифровых двойников.</p> <p>Перспективы развития цифровых двойников:</p> <p>цифровые двойники персонала и региональные цифровые двойники.</p> <p>Формирование и развитие рынка цифровых двойников.</p> <p>Тренды развития мирового рынка цифровых двойников.</p> <p>Драй- веры развития мирового рынка цифровых двойников.</p> <p>Научная активность в данной сфере в мире и России.</p> <p>Стандарты.</p> <p>Современный этап развития концепции цифровых двойников</p>	ОПК-7 ОПК-11 ПКС -7	Тесты, коллоквиум, вопросы на промежуточной аттестации

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость
	7 семестр
Общая трудоемкость	108
Аудиторная (контактная) работа:	40
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	10
Лабораторные работы (ЛР)	20
Самостоятельная работа (СР):	59
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	
Расчетно-графическое задание (РГР)	
Реферат (Р)	
Самостоятельное изучение разделов	29
Контрольная работа (К)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	30
Контроль	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет

4.3 Лекционные занятия

№ пп	Тема
1	Введение
2	Концепция цифровых двойников
3	Классификация цифровых двойников
4	Дискретная модель цифрового двойника
5	Разработка цифрового двойника
6	Цифровые двойники производства
7	Применение цифровых двойников

4.4 Практические занятия

№	Тема
1	Концепция построения цифровых двойников. Принципы работы цифровых двойников
2	Классификация цифровых двойников
3	Математические модели цифровых двойников
4	Технология разработки цифровых двойников. Программно-технологическая платформа цифрового двойника
5	Цифровые двойники производства. Применение цифровых двойников

4.4 Лабораторные работы

№	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

4.6 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрено

5. Оценочные средства для текущего 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	Иные формы	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 и практических 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.

Образцы тестовых заданий

1. ЦД помогает _____, как физический двойник (реальный объект) работает в реальном мире, и может дать прогноз, как эта работа будет выполняться в случае своевременного обслуживания в будущем Вставьте пропущенное слово

2. Выберите один правильный ответ.

Укажите достоинства математического моделирования физических процессов

a. Модели строятся на физических законах, определяющих поведение объекта в широких границах

b. Модель позволяет делать прогнозы в широких пределах, покрываемых моделью

c. На основе моделирования физических процессов удастся выявить глубинные причинно-следственные связи и важные закономерности в поведении конкретной системы

d. Даже при больших вычислительных ресурсах требуется существенное время на расчет, что затрудняет использование модели в схемах, где необходима обратная связь в режиме реального времени

3 ЦД позволяет собирать _____ о физическом объекте и, используя инструменты предиктивной аналитики, делать прогнозы относительно состояния этого объекта, определять, когда следует планировать профилактическое обслуживание. Вставьте пропущенное слово

4. Введите ответ.

ЦД – это цифровая копия конкретного _____ объекта, которая отражает структуру, производительность, техническое состояние и характер рабочей миссии физического объекта, включая такие параметры, как, например, пройденные километры, возникшие неисправности, а также историю технического обслуживания и ремонта реального изделия (физического двойника).

5 Введите ответ.

ЦД позволяет разработчикам _____ за работой виртуального объекта, чтобы лучше понять, как оптимизировать работу физического объект.

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

5.1. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 8 семестре

Вопросы к зачёту

№ п/п	Описание
1	Концепция цифровой экономики и индустрии 4.0
2	Умные цифровые двойники
3	Применение цифровых двойников открытых систем в исследованиях и разработках
4	Концепция цифровых двойников Майкла Гривса
5	Цифровой двойник на цикле зрелости технологий Gartner
6	Концепция и стандартные определения цифрового двойника
7	Принципы работы цифрового двойника
8	Требования к цифровым двойникам
9	Цели и задачи типовой архитектуры цифрового двойника
10	Классификация цифровых двойников, основные понятия
11	Цифровые двойники-прототипы
12	Цифровые двойники-экземпляры
13	Дискретная модель цифрового двойника
14	Понятие цифрового двойника, связь с жизненным циклом инженерного объекта
15	Цифровые двойники и модели для сложных бизнес-процессов и объектов
16	Создание цифрового двойника изделия
17	Разработка ТЗ на создание цифрового двойника
18	Основополагающие принципы структуры цифрового двойника производства
19	Области применения цифровых двойников
20	Цифровые двойники производственных систем

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
Собирает и обрабатывает данные по показателям качества разрабатываемой и	Знать правовые нормы, регламентирующие реализацию проектной деятельности для осуществления профессиональной деятельности.	Перечисление норм и правил проектных работ в области машиностроения	ЛР, ПР, КТЗ
	Уметь определять цель и формулировать задачи для ее	Структурированное представление цели и задач	ЛР, ПР

выпускаемой продукции	достижения, а также планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов.	проектирования, а также умение составлять диаграммы Ганта для управления проектами	К Т З
	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, ПР К Т З
Использует системы автоматизированного проектирования при разработке и оформлении технической документации	Знать алгоритмы и программы выбора технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств 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, ПР К Т З
	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, ПР К Т З
Использует программные средства для разработки информационных систем и осуществлять поиск необходимой информации в базах данных и информационных системах	Знать средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения модернизации и автоматизации производств 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, ПР К Т З
	Уметь использовать САПР-, 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	ЛР, ПР К Т З

		модели производства и разрабатывать рекомендации по оптимизации производства на основе анализа;	
--	--	---	--

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

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
7, 8	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

В рамках текущего и рубежного контроля выполнения курсовой работы студент может набрать 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице:

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
8	Студент не посещал консультации с преподавателем. Неудовлетворительное выполнение составных частей курсовой работы. Студент не допускается к защите курсовой работы	Частичное посещение консультаций с преподавателем. Выполнение курсовой работы с отставанием от графика. Составные части курсовой работы выполнены не полностью, либо допущены ошибки.	Полное или частичное посещение консультаций с преподавателем. Составные части курсовой работы выполнены полностью, но с отставанием от графика, либо допущены незначительные огрехи.	Полное посещение консультаций с преподавателем. Безошибочное решение всех задач, поставленных в курсовой работе без отставания от графика.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 8 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

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 InternationalPublishingSwitzerland -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.masheх.ru/2008/news/exhibition/3995.stm> - Международная выставка машиностроения Новости выставки | Новости и публикации | Машиностроение / Masheх'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 редколлегии 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, кафедра «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.

7.6. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

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

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Лабораторные работы, проводятся в компьютерном классе с современным компьютерным оборудованием, использующим в процессе обучения студентов программное обеспечение, прописанное в п. 7.6.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

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 невидимого 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 (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- 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.