



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института цифровых
технологий и экономики

 Ю.В. Торкунова
« 26 » октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровой двойник предприятия

Направление
подготовки

09.03.01. Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) Автоматизированное управление бизнес-процессами и финансами

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России № 929 от 19.09.2017г.)

Программу разработал:

доцент, к.т.н.



Беляев Э.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика
Инженерная кибернетика,

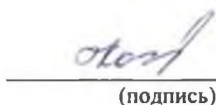
протокол № 11 от 26.10.2020 Заведующий кафедрой Ю.Н. Смирнов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры
Инженерная кибернетика,

протокол № 11 от 26.10.2020 Заведующий кафедрой Ю.Н. Смирнов

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института
ЦТЭ протокол № 2 от 26.10.2020

Зам. директора института ЦТЭ


(подпись)

В.В. Косулин

Программа принята решением Ученого совета института ЦТЭ
протокол № 2 от 26.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение основных положений по проектированию цифровых производств и получение навыков моделирования производственных подразделений предприятия и работы с современными программными системами по моделированию предприятий.

Задачами дисциплины являются: приобретение теоретических знаний по цифровым производствам; ознакомление с основными разделами цифрового производства; ознакомление с процессом проектирования подразделений машиностроительного предприятия; со структурой и назначением различных подразделений предприятий; изучение методов моделирования и форм представления моделей; формирование системы понятий, связанных с проектированием и моделированием предприятий; обучение основным приемам эффективного моделирования и анализа производственных подразделений.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1. Способен провести реинжиниринг бизнес-процессов	ПК-1.1. Анализирует бизнес-процессы заказчика	Знает - специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта управления; Умеет - формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия. Владеет - способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт управления. .
	ПК-1.2. Применяет инструменты и методы реинжиниринга бизнес-процессов	Знает - современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия; Умеет - работать с современными CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия; Владеет - навыками работы с платформами моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач

ПК-3. Способен проектировать информационную систему решения бизнес-задач	ПК-3.1. Проектирует основные компоненты информационной системы решения бизнес-задач	Знает: - особенности анализа и моделирования функциональной области внедрения информационных систем управления предприятием; Умеет - осуществлять модульное проектирование информационных систем управления предприятием; Владеет - навыками модульного проектирования информационных систем управления предприятием
	ПК-3.2. Документирует проект информационной системы решения бизнес-задач	Знает: - принципы формирования документации в области проектирования и эксплуатации информационных систем управления бизнес-процессами предприятия. Умеет - разрабатывать документацию в области проектирования и эксплуатации информационных систем управления бизнес-процессами предприятия. Владеет - инструментами документирования проекта информационной системы управления бизнес-процессами предприятия;
	ПК-3.3. Проектирует состав сквозных цифровых технологий в цифровых двойниках предприятий	Знает: - современные методы и инструменты проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий. Умеет - проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий. Владеет - навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Цифровой двойник предприятия относится к вариативной части учебного плана по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-3.1	Проектирование информационных систем	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3.2	Язык запросов и управление базами данных	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3.3		Производственная практика (организационно-управленческая, проектная) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные стандарты управления проектами, методики планирования и организации проектной деятельности на их основе; общие принципы работы с компьютером как средством управления информацией; основные методы работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

Уметь: формулировать задачи и функции деятельности проектной группы; пользоваться сервисными и прикладными программами; применять основные принципы работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

Владеть: навыками планирования проектной деятельности и ее организации на основе стандартов управления проектами.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 43 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 24 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 48 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 11 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	43	43
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	48	48
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	ЗаО	ЗаО

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена					
Раздел 1. Понятие цифрового производства														
1. Предприятие как звено производственной системы	8	4	4	2		12				22	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1., ПК-3.2.,	Л1.2, Л2.3, Л2.4	ОЛР, ПЗ	15
Раздел 2. Основные положения по проектированию производственных систем и их место в цифровом производстве														
2. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем	8	4	4	2		12				22	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1., ПК-3.2.,	Л1.1, Л2.4	ОЛР, ПЗ	15
Раздел 3. Применение имитационного моделирования в цифровом производстве														

3. Применение имитационного моделирования в цифровом производстве	8	2	4	2		12				20	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1., ПК-3.2.,	Л1.1, Л2.6	ОЛР, ПЗ		10
Раздел 4. Сквозные цифровые технологии в проектировании и эксплуатации цифровых двойников															
Раздел 4. Сквозные цифровые технологии в проектировании и эксплуатации цифровых двойников	8	6	4	2		12				24	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1., ПК-3.2., ПК-3.3.	Л1.1, Л2.6	ОЛР, ПЗ		10
Промежуточная аттестация в форме зачета оценкой	8			4				17	1	18	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1., ПК-3.2., ПК-3.3.			ЗаО	40
ИТОГО		16	16	8		48	2	17	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Понятие производственной системы. Понятие производственного процесса. Принципы организации производственных процессов. Сущность предприятия Классификация предприятий. Понятие производственной структуры предприятия и факторы, ее определяющие. Инфраструктура предприятия.	2
2	Особенности производственных систем. Принципы организации производственных систем. Принципы развития производственных систем. Подготовка и обработка данных для проектирования производственных систем. Порядок проектирования производственных систем с применением цифровых технологий. Современное программное обеспечение для проектирования производственных систем Методы анализа и оптимизации производственных систем. Цифровое производство как новый метод построения производственных систем. Цель и задачи создания цифрового производства. Технологическая подготовка цифрового производства. Разработка проектов цифрового производства. Комплекс решений цифрового производства.	2
3	Имитационное моделирование. Понятия и определения. Проектирование имитационной модели. Многоуровневое моделирование производственных систем.	4

4	Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design). Переход к созданию цифрового двойника с применением технологий IoT и Big Data. Иммерсивные технологии. Основные понятия, принципы и инструментарии разработки систем VR. Создание пультов управления конвейерной линией и окна диспетчеризации. Управление локациями.	8
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Дискретное (цифровое) представление различных видов информации. Аналоговый и дискретный способ кодирования.	4
2	Системы управления производственной информацией (PDM)	4
3	Имитационное моделирование гибкой автоматизированной линии в системе Open CIM	4
4	Проведение экспериментов с разработанным цифровым производством. Основные логические элементы и логические схемы.	4
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Дискретное (цифровое) представление различных видов информации. Аналоговый и дискретный способ кодирования.	2
2	Системы управления производственной информацией (PDM)	2
3	Имитационное моделирование гибкой автоматизированной линии в системе Open CIM	2
4	Проведение экспериментов с разработанным цифровым производством. Основные логические элементы и логические схемы.	2
Всего		8

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
--------------------------	---------	----------------	--------------------

1	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Понятие производственной системы. Понятие производственного процесса. Принципы организации производственных процессов. Сущность предприятия Классификация предприятий. Понятие производственной структуры предприятия и факторы, ее определяющие. Инфраструктура предприятия. Стандарты в области разработки интерфейсов	12
2	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Особенности производственных систем. Принципы организации производственных систем. Принципы развития производственных систем. Подготовка и обработка данных для проектирования производственных систем. Порядок проектирования производственных систем с применением цифровых технологий. Современное программное обеспечение для проектирования производственных систем Методы анализа и оптимизации производственных систем.	12
3	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Имитационное моделирование. Понятия и определения. Проектирование имитационной модели. Многоуровневое моделирование производственных систем. Переход к созданию цифрового двойника с применением технологий IoT и Big Data. .	12
4	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Цифровое производство как новый метод построения производственных систем. Цель и задачи создания цифрового производства. Технологическая подготовка цифрового производства. Разработка проектов цифрового производства. Комплекс решений цифрового производства	12
Всего			48

4. Образовательные технологии

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы, размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;
- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий
--	--------	---------------	---------	---------

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
	ПК-1.1.	Знать				
специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта управления;		Знает в пределах 85- 100% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта управления	Знает в пределах 70-84% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта управления	Знает в пределах 55-69% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта управления	Знает менее 55% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде стандарта	
Уметь						
формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия		Умеет на 85- 100% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	Умеет в пределах 70-84% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	Умеет в пределах 55-69% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	Умеет ниже 55% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	
Владеть						

		Владеет не менее 85% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт управления	Владеет в пределах 70-84% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт управления	Владеет в пределах 55-69% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт	Владеет ниже 55% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт
ПК-1.2.	Знать				
	современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия;	Знает в пределах 85- 100% современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Знает в пределах 70-84% современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Знает в пределах 55-69% современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Знает менее 55% современные инструменты и методы документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия
	Уметь				
	работать с современными CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Умеет на 85- 100% работать с современными CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Умеет в пределах 70-84% работать с современными CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Умеет в пределах 55-69% работать с современным CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Умеет ниже 55% работать с современными CASE-средствами, предназначенными для моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия
	Владеть				

ПК-3

	навыками работы с платформами моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Владеет не менее 85% навыками работы с платформами моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Владеет в пределах 70- 84% навыками работы с платформами моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Владеет в пределах 55-69% навыками работы с платформами моделирования и документирования бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия	Владеет ниже 55% методами проектирования элементов программного и математического обеспечения информационной системы
ПК-3.1.	Знать				
	особенности анализа и моделирования функциональной области внедрения информационных систем управления предприятием;	Знает в пределах 85-100% специфику представления и описания бизнес-процессов	Знает в пределах 70-84% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач	Знает в пределах 55-69% специфику представления и описания бизнес-процессов	Знает менее 55% специфику представления и описания бизнес-процессов
	Уметь				
	осуществлять модульное проектирование информационных систем управления предприятием;	Умеет на 85-100% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами	Умеет в пределах 70-84% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	Умеет в пределах 55-69% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами	Умеет ниже 55% формировать основные компоненты стандарта управления
	Владеть				
	навыками модульного проектирования информационных систем управления предприятием	Владеет не менее 85% способностью интерпретировать результаты	Владеет в пределах 70- 84% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач	Владеет в пределах 55-69% способностью интерпретировать	Владеет ниже 55% способностью интерпретировать
ПК-3.2.	Знать				
	принципы формирования документации в области проектирования и эксплуатации информационных	Знает в пределах 85-100% специфику представления и описания бизнес-процессов	Знает в пределах 70-84% специфику представления и описания бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия в виде	Знает в пределах 55-69% специфику представления и описания бизнес-процессов	Знает менее 55% специфику представления и описания бизнес-процессов
	Уметь				

ПК-3.3	разрабатывать документацию в области проектирования и эксплуатации информационных систем управления бизнес-процессами предприятия.	Умеет на 85- 100% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами и предприятия	Умеет в пределах 70-84% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процес	Умеет в пределах 55-69% формировать основные компоненты стандарта управления бизнес-процессами предприятия	Умеет ниже 55% формировать основные компоненты стандарта управлени
	Владеть				
	инструментами документирования проекта информационной системы управления бизнес-процессами предприятия;	Владеет не менее 85% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт управления	Владеет в пределах 70-84% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и	Владеет в пределах 55-69% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт	Владеет ниже 55% способностью интерпретировать результаты анализа бизнес-процессов и бизнес-задач предприятия и формировать стандарт управления
	Знать				
	современные методы и инструменты проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	В полном объеме знает современные методы и инструменты проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	Знает современные методы и инструменты проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, но допускает ряд ошибок	Неполное представление о современных методах и инструментах проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники и в цифровых двойниках предприятий, имеет место много негрубых ошибок	Фрагментарные представления современных методах и инструментах проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
	Уметь				

		проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	Демонстрирует умение проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	Демонстрирует умение проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, но некоторые с недочетами	В целом демонстрирует умение проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Не сформировано умение проектировать системы обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, имеют место грубые ошибки
	Владеть					
		навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	Свободно владеет навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий	Владеет навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, но затрудняется применять их при исследовательских и проектных задач.	Владеет навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий, но затрудняется применять их при исследовательских и проектных задач.	Не владеет навыками применения современных методов и инструментов проектирования систем обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, новых производственных технологий, робототехники в цифровых двойниках предприятий

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Кораблев, Ю. А.	Имитационное моделирование	учебник	Москва: Кнорус	2017	https://book.ru/book/921750	
2	Кутузов, О.И.	Моделирование систем. Методы и модели ускоренной имитации в задачах телекоммуникационных и транспортных сетей	учебное пособие	СПб. : Лань	2018	https://e.lanbook.com/book/107274	
3	Стефанова, И. А.	Обработка данных и компьютерное моделирование	учебное пособие	СПб. : Лань	2020	https://e.lanbook.com/book/126939	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Миткевич, Ю.Д.	Автоматизация технологических процессов и производств	лаб. практикум	М. : Учеба	2004		20
2	Водяхо А. И., Выговский Л. С., Дубенецкий В. А., Цехановский В. В.	Архитектурные решения информационных систем	учебник	СПб.: Лань	2017	https://e.lanbook.com/book/96850	
3	Назаров С. В., Белоусова С. Н., Бессонов И. А., Гиляревский Р. С.	Введение в программные системы и их разработку	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	https://e.lanbook.com/book/100705	

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Портал "Открытое образование"	http://npod.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
2	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru
3	Единое окно доступа к образовательным	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
4	Мировая цифровая библиотека	http://wdl.org	http://wdl.org
5	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
6	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	http://app.kgeu.local/Home/Apps

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право.
2	SQL Server Enterprise Edition 2008R2 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition	Система управления реляционными базами данных	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №32081/KZN12 от
3	Aris express	Инструмент моделирования для анализа и управления бизнес-процессами	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	ELMA Community Edition	Система которая позволяет моделировать бизнес-процессы, автоматизировать их исполнение	Свободная лицензия. Неискл. право Бессрочно
5	"РУКОНТЕКСТ"	Программная система для обнаружения текстовых заимствований	"ООО Национальный цифровой ресурс "Руконт" №РКТ-
6	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7	Office 365 ProPlus	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ООО "Софтлайн трейд" № Тг096148 от 29.09.2020 Неискл.
---	--------------------	---	---

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Зачет с оценкой	Учебная аудитория	интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
2	Лекционные занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель- микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
3	Практические занятия	Учебная аудитория	интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Учебная аудитория	доска аудиторная, моноблок (10шт.)
6	Самостоятельная работа	Учебная аудитория	доска интерактивная, моноблок (16 шт.)
7	Консультации	Учебная аудитория	доска аудиторная, моноблок (10шт.)

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), totalmente озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	24,5	24,5
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Практические занятия (Пр)	10	10
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	0,5	0,5
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	79,5	79,5

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года:

в программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (стр. 21).
2. Внесены следующие индикаторы цифровых компетенций: ПК-3.3 (стр. 4, 5, 14).

Программа одобрена на заседании кафедры – разработчика Инженерная кибернетика «16» 06 2021 г., протокол № 7 Зав. кафедрой Ю.Н. Смирнов

Программа одобрена методическим советом института ИЦТЭ
«22» 06 2021 г., протокол № 10

Зам. директора по УМР _____

Подпись, дата

В.В. Косулин

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____

Подпись, дата

Ю.Н. Смирнов



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Цифровой двойник предприятия

Направление
подготовки

09.03.01. Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) Автоматизированное управление бизнес-процессами и финансами

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рецензия

на оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине: «Цифровой двойник предприятия»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и учебному плану.

ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине.

А именно:

1 Перечень формируемых компетенций: ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-1.1; ПК-1.2, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2 Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

3 Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

4 Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методическом совете «26»

октября 2020г., протокол № 2

Председатель УМС _____

Директор Института цифровых технологий и экономики Ю.В. Торкунова

Рецензент:

руководитель отдела разработки программного обеспечения ООО «ИНКОР»

Дата:



Давлетшин Д.Ф.

Оценочные материалы по дисциплине «Цифровой двойник предприятия» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1.1. Анализирует бизнес-процессы заказчика.

ПК-1.2. Применяет инструменты и методы реинжиниринга бизнес-процессов.

ПК-3.1. Проектирует основные компоненты информационной системы решения бизнес-задач.

ПК-3.2. Документирует проект информационной системы решения бизнес-задач.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: контрольные вопросы, тестовые материалы, вопросы к зачету с оценкой.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 8 семестр. Форма промежуточной аттестации *зачет с оценкой*.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Номер раздела/ темы дис- циплин ы	Вид СРС	Наимено- вание оценочно го средства	Код индикатора достижени я компетенц ий	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов- но	удов- но	хорошо	отлично
				не зачтен о	зачтено		
				низкий	ниже средне го	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Предприяти е как звено производств енной системы	КВ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	менее8	8-9	10-11	12-15
2	Современны е информацио нные технологии в проектирова нии производств енных систем	КВ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	менее8	8-9	9-10	12-15
3	Применение имитационн	ПЗ	ПК-1.1 ПК-1.2	менее8	8-9	9-10	12-15

	ого моделирова ния в цифровом производств е		ПК-3.1 ПК-3.2				
4	Управление проектами внедрения цифровых производств	ПЗ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	менее 8	8-9	9-10	12-15
Всего баллов				менее 35	35-40	40-50	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к ЗаО	Вопросы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	менее 25	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				0-54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Контрольные вопросы(КВ)	Контрольные вопросы для устной проверки и самопроверки знаний, умений и навыков, в том числе, по выполненным лабораторным работам	Перечень примерных вопросов
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Вопросы к зачету с оценкой (ЗВ)	Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации на проверку знаний, умений и навыков	Билеты в форме задания на ресурсах LMS "Moodle"

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	<i>Выбирается из таблицы раздела 2 (столбец 1)</i>
Представление и содержание оценочных материалов	1. Как выполнить компоновку производственно-технологических комплексов цифрового производства на предприятии? 2. Как разработать чертеж планировки технологического оборудования в проектах производственно-технологических комплексов цифрового производства? 3. Какие вы знаете методы темплейтного моделирования в проектах?

	4. Какие методы искусственного интеллекта используют для проектирования цифрового производства? 5. Для каких целей используют системы КОМПАС 3D или Autodesk Factory Design Suite в проектах? 6. Что называется гибким автоматизированным производством? В чем его преимущество? 7. Что такое робототехнический комплекс? Приведите примеры компоновок РТК. 8. Что такое имитационное моделирование? Где оно применяется и в чем его преимущества? 9. Какими могут быть показатели эффективности работы производственной системы по результатам имитационного моделирования в Open CIM? 10. От каких факторов зависят показатели эффективности работы анализируемой производственной системы в OpenCIM? 11. Какие основные показатели эффективности инновационного проекта вы знаете? 12. Из каких основных этапов состоит процесс имитационного моделирования инновационного проекта? 13. Что является основой для имитационного моделирования инвестиционного или инновационно-инвестиционного проекта? 14. Какие основные результаты система Project Expert в виде графиков и таблиц автоматически строит по текущему проекту? 15. Какими данными необходимо располагать для осуществления задач бизнеспланирования инновационного проекта в системе Project Expert? 16. Какие выводы можно сделать в результате осуществления имитационного моделирования в системе Project Expert?
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	0-31: неудовлетворительно, 32-41: удовлетворительно, 42-50: хорошо, 51-60: отлично
Наименование оценочного средства	Отчеты по практическим занятиям (ПЗ)
Представление и содержание оценочных материалов	<i>Практическое задание №1</i> Имитационное моделирование гибкой автоматизированной линии в системе Open CIM. Разработка модели и проведение серии экспериментов. <i>Практическое задание №2</i> Имитационное моделирование роботизированного производства на базе технологии нанесения жаростойкого металлокерамического покрытия. Разработка модели и проведение серии экспериментов. <i>Практическое задание №3</i> Оптимизация проектных технологических процессов с помощью каскадной нейронной сети. Разработка модели и проведение серии экспериментов. <i>Практическое задание №4</i> Автоматизация управления проектом цифрового производства в системе AnyLogic. Разработка модели и проведение серии экспериментов.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	0-31: неудовлетворительно, 32-41: удовлетворительно, 42-50: хорошо, 51-60: отлично

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Вопросы к зачету с оценкой (ЗВ)
Представление и содержание оценочных материалов	1. Разработка проектов цифровых производств в машиностроении: системотехника проектирования цифровых производств в машиностроении 2. Разработка проектов цифровых производств в машиностроении: технология бесплазмовой увязки деталей авиационной техники. 3. Разработка проектов цифровых производств в машиностроении: реализация современных проектов вертолетного производства. 4. Основы проектирование цифровых производств: решение задач группирования изделий с использованием самоорганизующихся карт Кохонена. 5. Основы проектирования цифровых производств: оптимизация проектных технологических процессов с использованием нейронных сетей. 6. Основы проектирования цифровых производств: логико-генетические методы оптимизации проектных технологических процессов. 7. Основы проектирования цифровых производств: методы оптимизации чертежей технологических планировок с использованием нейронных сетей обратного распространения. 8. Основы проектирования цифровых производств: методы оптимизации чертежей технологических планировок с использованием нейронных сетей Хопфилда. 9. Основы проектирования цифровых производств: гибкие производственные системы, их классификация. 10. Системы автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки цифровых производств: системы трехмерного моделирования цифровых производств. 11. Системы автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки цифровых производств: системы имитационного моделирование цифровых производств. 12. Системы автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки цифровых производств: использование комнат виртуальной реальности для верификации проектных решений в АСТПП. 13. Управление проектами внедрения цифровых производств: анализ производственных мощностей. S- образные кривые освоения новых технологий. 14. Управление проектами внедрения цифровых производств: системы планирования и организации проектов освоения новых технологий. 15. Управление проектами внедрения цифровых производств: методы оптимизации управления проектами внедрения цифровых производств.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	0-21: неудовлетворительно, 22-27: удовлетворительно, 28-34: хорошо, 35-40: отлично