Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.09.2026 17:50:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ Е.В.Сафонов

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности»

Направление подготовки
27.04.02 «Управление качеством»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Управление качеством в Индустрии 4.0»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и): **к.э.н., доцент Т.А. Левина**

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация»,
к.э.н., доцент / Т.А. Левина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3. Содержание дисциплины 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 6
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 6
   - 4.2. Основная литература 6
   - 4.3. Дополнительная литература 6
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 7
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 7
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 9
7. Фонд оценочных средств 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
   - 7.3. Оценочные средства 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности» следует отнести:

- овладение основами теории виртуальной реальности,
- осмысление и понимание основных методов и приемов дополненной реальности и их применения на разных стадиях процесса разработки и принятия управленческих решений,
- получение практических навыков Применение систем виртуальной и дополненной реальности в промышленности.

К основным задачам освоения дисциплины «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности» следует отнести:

- формирование профессиональных компетенций в области виртуализации и облачных технологий, разработки и эксплуатации прикладных систем поддержки принятия решений и цифровых двойников;
- изучение принципов построения и исследования наиболее общих математических методов обработки стратегических данных, их взаимодействия, прогнозирования поведения систем на основе исследуемых данных, а также использование полученных данных для создания систем интеллектуальной обработки больших данных;
- изучение современных способов анализа стратегических данных и их визуализации.

Обучение по дисциплине «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-4. Способен организовать работы по организации разработки и внедрения новых методов и средств технического контроля	ИПК-4.1. Знает документы по стандартизации и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции, методы технического контроля качества. ИПК-4.2. Умеет анализировать документы по стандартизации, определять потребности в разработке новых методов и средств измерений и контроля, организовывать и производить научно- исследовательские работы в области измерений и технического контроля. ИПК-4.3. Владеет навыками внедрения и актуализации документов по стандартизации в области технического контроля качества продукции, разработки методических документов по использованию новых методов и средств измерений, контроля и испытаний.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности» относится к числу базовых учебных дисциплин вариативного цикла основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- система менеджмента качества;
- моделирование и управление бизнес-процессами.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов). Изучается на 3 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации -экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3 семестр	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	0	0	
2	**Самостоятельная работа**	**90**	**90**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	0	0	
2.2	Самостоятельное изучение	90	90	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в технологию создания ЦД

Определение ЦД и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД. Технологии математического моделирования и цифровых теней.

Раздел 2. Классификация ЦД, трактовка термина и границы восприятия термина ЦД

Классификация ЦД по уровню сложности. Классификация ЦД по уровню зрелости. Другие виды классификации и обобщенная схема. Трактовка термина «ЦД» в разных отраслях экономики. Границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе.

Раздел 3. Применение цифровых двойников

ЦД в автомобильной промышленности. ЦД в аэрокосмической отрасли. ЦД в судостроении и эксплуатации водного транспорта. ЦД в железнодорожном транспорте. Атомная энергетика.

Раздел 4. Введение в технологии виртуальной реальности.

Введение в технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальностей. Проблемы формирования изображения в системах виртуальной, дополненной и смешанной реальностей. Историческое развитие систем виртуальной, дополненной и смешанной реальности.

Раздел 5. Видео в формате виртуальной реальности.

Видео в формате виртуальной реальности. Съемки в формате видео 360°. Просмотр видео 360°. Хостинг.

Раздел 6. Создание приложений на платформах Vuforia, LayAR

Платформа Vuforia в среде разработки Unity. Проект - "Работы художников". Проект - "Виды Петербурга". Платформа LayAR.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Практические занятия

Практическая работа 1. Цифровые двойники – теоретико-методологические подходы

Практическая работа 2. Типы ЦД и их классификация

Практическая работа 3. Примеры использования ЦД в разных отраслях

Практическая работа 4. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности

Практическая работа 5. Видео в формате виртуальной реальности

Практическая работа 6. Создание приложений на платформах Vuforia, LayAR

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Отсутствуют

4.2 Основная литература

1. Нужнов, Е. В. Мультимедиа технологии : учебное пособие / Е. В. Нужнов ; Южный федеральный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016 – Ч. 2 Виртуальная реальность, создание мультимедиа продуктов, применение мультимедиа технологий в профессиональной деятельности. – 180 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493255

3. Джонс, М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс ; перевод А. И. Осипов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019 — 312 c. — ISBN 978-5- 4488-0116-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/89866.html

4.3 Дополнительная литература

1. Павлов, В. П.; Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2011; http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=229151

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:.

Название ЭОР	
Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=13130

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Отсутствует

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно

	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория общего фонда, переносной мультимедийный комплекс (проектор, ноутбук)

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

1.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;

- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности»

Направление подготовки

27.04.02 Управление качеством

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Управление качеством в индустрии 4.0»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита практических работ, экзамен.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4. Способен организовать работы по организации разработки и внедрения новых методов и средств технического контроля	ИПК-4.1. Знает документы по стандартизации и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции, методы технического контроля качества. ИПК-4.2. Умеет анализировать документы по стандартизации, определять потребности в разработке новых методов и средств измерений и контроля, организовывать и производить научно- исследовательские работы в области измерений и технического контроля. ИПК-4.3. Владеет навыками внедрения и актуализации документов по стандартизации в области технического контроля качества продукции, разработки методических документов по использованию новых методов и средств измерений, контроля и испытаний.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных вопросов

2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний	Фонд тестовых заданий

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ представлены в пункте 3.4.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в рабочей программе, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку на промежуточной аттестации.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется с применением контрольных вопросов и Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

Примеры тестовых заданий:

1. Кто считается автором концепции цифрового двойника?

-Гидеон Гартнер
-Майкл Гривс
-Клаус Шваб
-Джо Кэзер

2. Верификация подразумевает оценку соответствия между...

-Математической и структурной моделями
-Математической и численной моделями
-Структурной и физической моделями
-Структурной и математической моделями

3. По данным опроса Gartner, проведенного в 2019 году, какое количество опрошенных организаций, реализующих IoT-проекты, уже используют технологии цифровых двойников?

-13%
-52%
-65%
-90%

4. Что из перечисленного не является необходимым элементом для создания цифрового двойника согласно концепции Центра НТИ СПбПУ?

-«Best-in-class» технологии мирового уровня
-Системный инжиниринг
-Технологии дополненной реальности
-Многоуровневая матрица требований / целевых показателей и ресурсных ограничений

5. Для обеспечения рациональной «балансировки» большого количества, зачастую «конфликтующих», характеристик проектируемого объекта применяют:

-Технологии управления жизненным циклом объекта (PLM)

-Цифровые тени (Digital Shadows)

-Многоуровневую матрицу требований / целевых показателей и ресурсных ограничений

-Технологии цифрового проектирования (CAD)

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 3 семестре обучения в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается 2 вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания

2. Перечень вопросов содержит 37 вопрос по изученным темам на лекционных и практическим занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (зачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Перечень вопросов для подготовки к зачету и составления билетов для (3 семестр)

1. Определение понятия "виртуальная реальность" (VR)
2. Определение понятия "дополненная реальность" (AR)
3. Основные понятия виртуальной реальности.
4. Сетевая виртуальная реальность
5. Аппаратные средства виртуальной реальности
6. Виртуальная реальность в промышленности
7. Виртуальное обучение, тренажеры и симуляторы
8. Системы виртуальной реальности в проектировании
9. Виртуальные решения в музейной практике
10. Компьютерные игры и ВР
11. Компании-лидеры в развитии систем виртуальной реальности
12. История развития систем виртуальной реальности
13. Перспективы виртуальной реальности
14. Виды виртуальной реальности
15. Объекты виртуальной реальности
16. Виртуальная реальность и дополненная реальность – сравнение.
17. Этапы и технологии создания систем VR, структура и компоненты.
18. Этапы и технологии создания систем AR, структура и компоненты.
19. Обзор и сравнение современных 3D-движков. Возможности, условия использования.
20. Предпосылки, история, области применения систем виртуальной реальности.
21. Основные понятия, принципы и инструментарии разработки систем VR, а также оборудование для реализации VR.
22. Этапы и технологии создания систем VR, структура и компоненты.

23. Обзор современных 3D-движков. Основные понятия, возможности, условия использования. Сравнительный анализ.
24. Начало работы в Unity 3D. Создание простейшей сцены. Знакомство с интерфейсом. Управление сценой в редакторе.
25. Работа с объектом Terrain. Создание ландшафта. Наложение текстур, рельефа, растительности. Генерация деревьев. Skyboxes.
26. Добавление персонажа. Управление персонажем от первого и от третьего лица.
27. Работа с освещением. Динамическое освещение. Добавление теней. Светящиеся объекты.
28. Наложение текстур и материалов. Шейдеры. Понятие, виды, принцип работы. Применение шейдеров в Unity 3D. Имитация неровностей с помощью шейдеров.
29. Импорт объектов из 3D-редакторов в Unity 3D. Особенности, основные проблемы и способы их решения.
30. Физическая модель Unity 3D. Коллайдеры, rigidbody, соединение объектов (joint). Использование ragdoll.
31. Создание графического интерфейса пользователя, разработка меню, создание нескольких сцен в одном проекте.
32. Система частиц для имитации огня, пыли, дыма, искр и т.д. Введение в написание скриптов на C#. Изучение типов переменных, функций, условий и базовых классов Unity3D.
33. Примеры скриптов для назначения клавиш управления, смены дня и ночи, скрытия/показа объектов. Трассировка лучей для выбора объектов, показ информации об объекте.
34. Добавление аудиоматериалов в проект. Озвучивание событий. Построение проекта для разных платформ. Использование Unity Web Player. Вопросы оптимизации.
35. Разница между AR, Virtual Reality (VR) и Mixed Reality.
36. Оборудование. Ведущие компании-разработчики VR/AR- проектов. Платформы для разработки приложений AR.
37. Этапы разработки: выбор среды с учетом особенностей (мобильное приложение, промышленный или корпоративный контекст), выбор инструментальных средств, разработка дизайна, кодирование (отображение, взаимодействие, поддержка), тестирование. Технология разработки AR-приложения в Unity.

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины «Цифровые двойники, системы виртуальной/дополненной реальности»
по направлению подготовки
27.04.02 «Управление качеством»
Профиль подготовки
Управление качеством в индустрии 4.0
Форма обучения: очная
Год набора: 2026/2027
(магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Третий семестр														
1	**Раздел 1. Введение в технологию создания ЦД** Определение ЦД и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД.	**3**	**1-2**	**8**	**1**		**+**								

	Технологии математического моделирования и цифровых теней.														
2	**Раздел 2. Классификация ЦД, трактовка термина и границы восприятия термина ЦД** Классификация ЦД по уровню сложности. Классификация ЦД по уровню зрелости. Другие виды классификации и обобщенная схема. Трактовка термина «ЦД» в разных отраслях экономики. Границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе.	**3**	**3-4**	**6**	**1**		**+**								
3	**Раздел 3. Применение цифровых двойников** ЦД в автомобильной промышленности. ЦД в аэрокосмической отрасли. ЦД в судостроении и эксплуатации водного транспорта. ЦД в железнодорожном транспорте. Атомная энергетика.	**3**	**5-6**	**6**	**1**		**+**								
4	**Раздел 4. Введение в технологии виртуальной реальности.** Введение в технологии виртуальной, дополненной и	**3**	**7-8**	**6**	**1**		**+**								

	смешанной реальностей. Проблемы формирования изображения в системах виртуальной, дополненной и смешанной реальностей. Историческое развитие систем виртуальной, дополненной и смешанной реальности.														
5	**Раздел 5. Видео в формате виртуальной реальности.** Видео в формате виртуальной реальности. Съемки в формате видео 360°. Просмотр видео 360°. Хостинг.	**3**	**9-10**	**6**	**1**		**+**								
6	**Раздел 6. Создание приложений на платформах Vuforia, LayAR** Платформа Vuforia в среде разработки Unity. Проект - "Работы художников". Проект - "Виды Петербурга". Платформа LayAR.	**3**	**11-12**	**4**	**1**		**+**								
	Форма аттестации														**Э**
	Всего часов по дисциплине в первом семестре			**36**	**18**		**90**						**+**		**+**