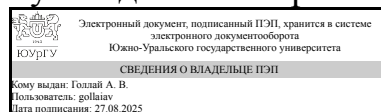


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



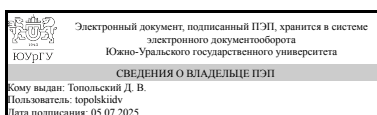
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.19 Цифровые двойники
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Электронные вычислительные машины

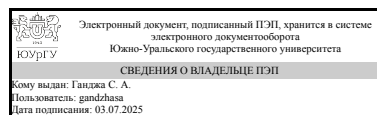
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



Д. В. Топольский

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор



С. А. Ганджа

1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучении современных технологий проектирования производств посредством разработки цифровых двойников отдельных элементов и процессов и обеспечения их интеграции. Задачи: - сбор и анализ исходных данных для разработки цифрового двойника; - оценка матрицы MDT требований, целевых показателей и ресурсных ограничений; - участие в разработке цифровых двойников производственных и технологических объектов

Краткое содержание дисциплины

Определение цифрового двойника. Эволюция составляющих технологии. Инжиниринговые инструменты для создания цифрового двойника. Цифровой двойник и оптимизация изделия. Технологии сбора и обработки данных для создания цифрового двойника. Технологии математического моделирования и цифровых теней. Цифровой двойник как интеграция этапов жизненного цикла изделия. Типы цифровых двойников их классификация. Примеры использования цифровых двойников. Этапы создания цифровых двойников. Сбор информации для разработки цифрового двойника. Программное обеспечение создания цифрового двойника. Методы оценки адекватности элементов цифрового двойника. Метод оценки цифрового двойника.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен руководить проектированием и реализацией программно-аппаратных систем на основе технологий интернета вещей	Знает: методы получения информации об исследуемом объекте; математические методы разработки цифровых двойников; методы планирования экспериментального исследования цифрового двойника; алгоритмы разработки цифрового двойника Умеет: применять программное обеспечение для проектирования цифровых двойников, принципы и методы проведения экспериментальных исследований цифрового двойника; оценивать адекватность разработанного цифрового двойника; Имеет практический опыт: формирования плана исследования и разработки цифрового двойника с учетом требований, целевых показателей и ресурсных ограничений

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.23 Семинар "Технологии и приложения интернета вещей"	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.23 Семинар "Технологии и приложения интернета вещей"	Знает: инструменты и методы управления требованиями; устройство и функционирование современных информационных систем, современные стандарты информационного взаимодействия систем, программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций Умеет: планировать работы; выдавать поручения и контролировать их выполнение; анализировать производственные, технологические, социальные, бизнес проблемы и процессы, сопоставлять проблемы и функционирование информационных систем; создавать информационные модели представлений и процессов Имеет практический опыт: планирования работ по определению первоначальных требований заказчика к информационным системам и возможности их реализации в информационных системах; назначение и распределение ресурсов, контроль исполнения; создания информационных моделей

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75
Подготовка презентации к защите доклада. Подготовка доклада.	10,75	10.75
Подготовка и выполнение практической работы № 2	17	17
Подготовка и выполнение практической работы № 1	16	16
Подготовка к зачету	20	20
Подготовка к тестам по теоретическому лекционному учебному материалу	15	15
Проработка учебных материалов по теме "Облачные	11	11

вычисления. BigData, интернет вещей"		
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Определения и классификация цифровых двойников. Технологии цифровой трансформации	6	4	2	0
2	Этапы создания цифровых двойников. Анализ цифрового двойника	6	4	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Определение цифрового двойника. Эволюция составляющих технологи. Инжиниринговые инструменты для создания цифрового двойника. Цифровой двойник и оптимизация изделия. Технологии сбора и обработки данных для создания цифрового двойника. Технологии математического моделирования и цифровых теней. Цифровой двойник как интеграция этапов жизненного цикла изделия. Типы цифровых двойников их классификация. Технологии цифровой трансформации	4
2	2	Этапы создания цифровых двойников. Сбор информации для разработки цифрового двойника. Программное обеспечение создания цифрового двойника. Системный инжиниринг.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Технологии сбора и обработки данных для создания цифрового двойника. Технологии математического моделирования и цифровых теней. Цифровой двойник как интеграция этапов жизненного цикла изделия.	2
2-4	2	Использование AnyLogic для разработка цифрового двойника.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка презентации к защите доклада. Подготовка доклада.	Сулейманов, М. Д. Цифровая экономика : учебник / М. Д. Сулейманов. — Сочи :	5	10,75

	РосНОУ, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-89789-149-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162182 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118206 (дата обращения: 26.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Суртаева, О. С. Драйверы цифрового развития промышленного производства в России : монография / О. С. Суртаева. — Москва : Дашков и К, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-394-04092-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/173953 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175410 (дата обращения: 28.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка и выполнение практической работы № 2	Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175410 (дата обращения: 28.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	5	17
Подготовка и выполнение практической работы № 1	Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-	5	16

	библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118206 (дата обращения: 26.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка к зачету	Сулейманов, М. Д. Цифровая экономика : учебник / М. Д. Сулейманов. — Сочи : РосНОУ, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-89789-149-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162182 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118206 (дата обращения: 26.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Суртаева, О. С. Драйверы цифрового развития промышленного производства в России : монография / О. С. Суртаева. — Москва : Дашков и К, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-394-04092-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/173953 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175410 (дата обращения: 28.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	5	20
Подготовка к тестам по теоретическому лекционному учебному материалу	Сулейманов, М. Д. Цифровая экономика : учебник / М. Д. Сулейманов. — Сочи : РосНОУ, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-89789-149-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162182 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. —	5	15

	Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118206 (дата обращения: 26.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Суртаева, О. С. Драйверы цифрового развития промышленного производства в России : монография / О. С. Суртаева. — Москва : Дашков и К, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-394-04092-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/173953 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175410 (дата обращения: 28.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Проработка учебных материалов по теме "Облачные вычисления. BigData, интернет вещей"	Сулейманов, М. Д. Цифровая экономика : учебник / М. Д. Сулейманов. — Сочи : РосНОУ, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-89789-149-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162182 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118206 (дата обращения: 26.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Суртаева, О. С. Драйверы цифрового развития промышленного производства в России : монография / О. С. Суртаева. — Москва : Дашков и К, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-394-04092-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/173953 (дата обращения: 23.05.2022). — Режим	5	11

	доступа: для авториз. пользователей. Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175410 (дата обращения: 28.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие №1	1	10	Контрольно-рейтинговое мероприятие №1 проводится по теме «Определения и классификация цифровых двойников» в форме тестирования учебного лекционного материала. Тест содержит 10 вопросов. Продолжительность теста - 20 минут. Максимальное количество баллов за тест -10. Баллы начисляются по количеству верных ответов. 10 баллов: задание полностью выполнено без ошибок. 1-9 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет
2	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие №2	1	10	Контрольно-рейтинговое мероприятие №2 проводится по теме «Технологии цифровой трансформации» в форме тестирования учебного лекционного материала. Тест содержит 10 вопросов. Продолжительность теста - 20 минут. Максимальное количество баллов за тест - 10. Баллы начисляются по количеству верных ответов. 10 баллов: задание полностью выполнено без ошибок. 1-9 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет

3	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 3	1	10	Контрольно-рейтинговое мероприятие №3 проводится по теме «проводится по теме «Облачные вычисления, облачные сервисы. Мобильные технологии. Big Data. Интернет вещей. Искусственный интеллект. Новые производственные технологии» в форме тестирования учебного лекционного материала. Тест содержит 10 вопросов. Продолжительность теста - 20 минут. Максимальное количество баллов за тест - 10. Баллы начисляются по количеству верных ответов. 10 баллов: задание полностью выполнено без ошибок. 1-9 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет
4	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 4	1	10	Контрольно-рейтинговое мероприятие №4 проводится по теме "Методы оценки адекватности элементов цифрового двойника. Метод оценки цифрового двойника" в форме тестирования учебного лекционного материала. Тест содержит 10 вопросов. Продолжительность теста - 20 минут. Максимальное количество баллов за тест -10. Баллы начисляются по количеству верных ответов. 10 баллов: задание полностью выполнено без ошибок. 1-9 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет
5	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 5	1	20	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 5 - выполнение практического задания № 1. Тема практического задания «Разработка цифрового двойника в AnyLogic». Оценка за практическое задание состоит из двух частей Первая часть - 10 баллов. 0 баллов - не использованы профессиональные термины. Требования, предъявляемые к заданию не выполнены; 4 балла - представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Требования, предъявляемые к заданию выполнены не полностью. 7 баллов - представляемая информация систематизирована и последовательна. Студент не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Требования, предъявляемые к заданию выполнены полностью; 10 баллов - представляемая информация систематизирована, последовательна и	зачет

					логически связана. При представлении информации студент демонстрирует владение профессиональной терминологией. Требования, предъявляемые к заданию выполнены полностью. Вторая часть - ответы на вопросы по практическому заданию. Максимальное количество баллов за вторую часть КРМ 5 - 10. Количество вопросов не более пяти. 0 баллов - нет ответов на вопросы.; 4 балла - ответы только на элементарные вопросы; 7 баллов - ответы на вопросы полные и/или частично полные; 10 баллов - ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или пояснений.		
6	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 6	1	20	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 6 - выполнение практического задания № 2. Тема практического задания «Разработка цифрового двойника интернет вещей». . Оценка за практическое задание состоит из двух частей Первая часть - 10 баллов. 0 баллов - не использованы профессиональные термины. Требования, предъявляемые к заданию не выполнены; 4 балла - представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Требования, предъявляемые к заданию выполнены не полностью. 7 баллов - представляемая информация систематизирована и последовательна. Студент не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Требования, предъявляемые к заданию выполнены полностью; 10 баллов - представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. При представлении информации студент демонстрирует владение профессиональной терминологией. Требования, предъявляемые к заданию выполнены полностью. Вторая часть - ответы на вопросы по практическому заданию. Максимальное количество баллов за вторую часть КРМ 6 - 10. Количество вопросов не более пяти. 0 баллов - нет ответов на вопросы.; 4 балла - ответы только на элементарные вопросы; 7 баллов - ответы на вопросы полные и/или частично полные; 10 баллов - ответы на вопросы полные с	зачет

						привидением примеров и/или пояснений.	
7	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 7	1	20	Контрольно-рейтинговое мероприятие № 7 – доклад на практическом занятии – 10 баллов Критерии оценки: 1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике, полнота и глубина раскрытия темы; 2. Логичность и последовательность в изложении материала, наличие четкой структуры; 3. Владение навыками работы с учебной и научной литературой, умение анализировать тексты; 4. Способность к систематизации материала, сопоставлению различных точек зрения, аргументации, обобщению. 5. Грамотность изложения, владение навыками речевой культуры. Полное соответствие критерию – 2 балла Частичное соответствие – 1 балл Доклад не соответствует критерию – 0 баллов	зачет
8	5	Промежуточная аттестация	Итоговое компьютерное тестирование	-	40	Компьютерный тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. Баллы начисляются по количеству верных ответов, с учетом веса конкретного вопроса. 40 баллов: задание полностью выполнено без ошибок 1-39 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками; 0 баллов: задание не выполнено .	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде компьютерного тестирования. Компьютерный тест состоит из 20 вопросов,	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. Баллы начисляются по количеству верных ответов, с учетом веса конкретного вопроса. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2	Знает: методы получения информации об исследуемом объекте; математические методы разработки цифровых двойников; методы планирования экспериментального исследования цифрового двойника; алгоритмы разработки цифрового двойника	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: применять программное обеспечение для проектирования цифровых двойников, принципы и методы проведения экспериментальных исследований цифрового двойника; оценивать адекватность разработанного цифрового двойника;						+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: формирования плана исследования и разработки цифрового двойника с учетом требований, целевых показателей и ресурсных ограничений						+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Справочник по электрическим машинам : в 2 т. . Т. 1 / И. П. Копылов и др.; под общ. ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 455 с. : ил.
2. Математические модели теплопроводности и диффузии : учеб. пособие по направлению "Математика" и др. / Е. В. Бычков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат. физики и др.; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 56, [2] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000559135
3. Процессы и аппараты химической технологии: Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование : Учеб. пособие: В 5 т. . Т. 1 / Д. А. Баранов, А. В. Вязьмин, А. А. Глухов и др.; Под ред. А. М. Кутепова. - М. : Логос, 2000. - 478 с. : ил.
4. Воронцов А. Г. Компьютерные методы моделирования материалов : учеб. пособие для аспирантов направлений "Физика и астрономия" и "Физ. химия" / А. Г. Воронцов, А. Н. Соболев, С. А. Созыкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Компьютер. моделирование и нанотехнологии ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 120, [1] с.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000560180

б) дополнительная литература:

1. Штох Е. В. Метрология, стандартизация и сертификация : метод. указания по выполнению курсовой работы / Е. В. Штох ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Компьютер. моделирование и конструирование одежды ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2008. - 19, [1] с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Journal of computational and engineering mathematics : науч. журн. / Chief ed. A. L. Shestakov ; South Ural State Univ. (nat. research univ.), Fac. of Mathematics, Mechanics and Computer Science, Dep. of Mathematical Modeling, (SUSU). - Chelyabinsk : Publishing Center of SUSU, 2014-. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Курс лекций "Цифровые двойники" https://edu.susu.ru/course/view.php?id=193355

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. -OpenScada(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
5. -LibreOffice(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	803 (3б)	проектор, компьютер, доска.
Лекции	803 (3б)	проектор, компьютер, доска.
Практические занятия	803	компьютер, проектор, доска

и семинары	(3б)	
Зачет	803 (3б)	компьютер, доска, проектор