ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Таран С. М.
Пользователь: taransm
Дата подписания: 19.09.2024

С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Управление жизненным циклом изделия
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

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

Директор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Таран С. М.
Пользователь: taransm
Дата подписания: 19.09.2024

С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 18.09.2024

П. А. Тараненко

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса - изучение технико-экономических особенностей внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий и соответствующих бизнес-процессов, обеспечивающих реализацию сквозного цифрового проектирование и управления жизненным циклом изделия на этапах разработки, постановки на производство и эксплуатации. В рамках курса рассматриваются различные концепции «цифровых двойников» изделия и производства, подходы к их созданию и верификации.

Краткое содержание дисциплины

Курс предназначен для подготовки студентов-магистров к работе на предприятиях с высоким уровнем цифровизации процессов разработки и проектирования высокотехнологичной машиностроительной продукции, мониторинга состояния изделий на этапе эксплуатации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий Умеет: определять основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE- , CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий Имеет практический опыт: разработки алгоритмов контроля и решения научно-технических задач, поставленных перед исполнителями в рамках процессного управления на машиностроительных предприятиях; формулировки цели и задач; обоснования актуальности,значимости, ожидаемых результатов и возможные сферы их применения
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знает: требования, предъявляемые к оформлению и представлению результатов анализа целесообразности и потенциальной выгоды от внедрения передовых производственных технологий в бизнес-процессы машиностроительного предприятия Умеет: структурировать информацию, полученную в ходе аналитического обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации Имеет практический опыт: представления в виде

	доклада, сопровождаемого презентацией, результатов оценки преимуществ, недостатков и сценариев использования передовых производственных технологий на машиностроительном предприятитии
ПК-1 Способен разрабатывать конструкции двигателей, транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий, внедрять и применять технологии цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия	Знает: современные технологии ускоренного прототипирования элементов и конструкций на базе 3D-печати и особенности верификации элементов цифровых двойников изделия на этапе проектирования и эксплуатации по результатам испытаний образцов материалов и конструктивно-подобных элементов Умеет: определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний полноразмерных прототипов Имеет практический опыт: разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости и стоимости при создании глобально-конкурентоспособных изделий

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.10 Основы автоматизированного проектирования, 1.Ф.06 Мониторинг состояния конструкций, ФД.01 Технологии цифровых двойников, 1.О.11 Современное программное обеспечение построения цифровых двойников, 1.О.09 Цифровые двойники динамических систем, 1.О.03 Управление проектами, Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (1 семестр)	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.09 Цифровые двойники динамических систем	Знает: методы расчета собственных и вынужденных колебаний динамических систем; методы экспериментального определения собственных частот и форм конструкций, критерии подтверждения (проверки) адекватности создаваемой модальной математической модели, основные расчетные и экспериментальные методы исследования динамических свойств изделий Умеет:

	определять собственные частоты и формы конструкций расчетным и эксперимнетальным путем; сопоставлять расчетные и экспериментальные собственные формы по MAC критерию., создавать математические модели динамических систем, верифицированные по результатам модальных испытаний; определять динамические свойства изделий при виброиспытаниях и экспериментальном модальном анализе Имеет практический опыт: работы с современной аппаратурой и программным обеспечением для проведения и обработки результатов модальных и вибропрочностных испытаний, корректировки (уточнения) расчетной модальной математической модели по экспериментальным данным
ФД.01 Технологии цифровых двойников	Знает: концепцию цифровых двойников; основные подходы к определению понятия "цифровой двойник"; основные подходы к валидации и верификации моделей Умеет: использовать подходы к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия Имеет практический опыт: создания цифровых двойников машностроительных конструкций на стадии проектирования
1.О.03 Управление проектами	Знает: теоретические основы взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями; теоретические основы управления проектами на производственных предприятиях на всех этапах его жизненного цикла, теоретические основы управления проектами на производственных предприятиях на всех этапах его жизненного цикла, основы организационной структуры предприятия, кооперирование его с другими предприятиями, взаимосвязь цехов, отделов, лабораторий Умеет: осуществлять связь конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями; управлять проектами на производственных предприятиях на различных этапах его жизненного цикла, управлять проектами на производственных предприятиях, исполнять обязанности руководителя подразделения, лидера группы сотрудников, формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам Имеет практический опыт: применения методов управления проектами на производственных предприятиях, способов взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с

	производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями, управления проектами, владения методами и приемами кооперации с коллегами и работы в коллективе; формирования целей команды, принятия решений в ситуациях риска
1.Ф.10 Основы автоматизированного проектирования	Знает: методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования, особенности разработки и редактирования CAD-моделей узлов и механизмов транспортных средств, передовые информационные технологии и компьютерные программы для 3D-моделирования узлов и механизмов транспортных средств Умеет: графически представлять 2D и 3D-объекты; создавать и редактировать изображения, разрабатывать CAD-модели , подготавливать геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа Имеет практический опыт: использования современного программного обеспечения в области разработки CAD-моделей, работы в современных компьютерных программах CAD-моделирования
1.О.11 Современное программное обеспечение построения цифровых двойников	Знает: математические основы и способы построения моделей автомобилей, двигателей и их подсистем, законы, способы и алгоритмы управления., современные методы построения моделей подсистем автомобилей и двигателей на схемном уровне Умеет: формировать на схемном уровене модели подсистем двигателей и автомобилей и изделий в целом, производить настройку и отладку систем управления, формулировать цели и задачи при проектировании автомобилей и двигателей; создавать имитационные модели подсистем автомобилей и двигателей Имеет практический опыт: применения программного обеспечения имитационного моделирования для построения моделей двигателей, автомобилей и их подсистем, владения современным программным обеспечением расчетного анализа процессов в двигателях и автомобилях
1.Ф.06 Мониторинг состояния конструкций	Знает: современные автоматизированные системы технической диагностики объектов; элементы технологий цифровых двойников, методы технической диагностики, особенности оценки технического состояния диагностируемых систем, алгоритмы и техническое обеспечение систем диагностики, методы и средства технического диагностирования как средства повышения экономичности и надежности конструкции в процессе проектирования и эксплуатации Умеет: пользоваться методами и средствами технической диагностики для проведения научно-исследовательских, расчетных и

	экспериментальных работ в сфере разработки цифровых двойников с целью анализа динамики, прочности и надежности конструкций, оценивать эффективность автоматизированных системам технической диагностики в общей структуре АСУ ТП, пользоваться методикой оценки остаточного ресурса оборудования и поиска неисправностей на основе данных мониторинга; формулировать задачу и способ ее решения Имеет практический опыт: использования современных средств измерений, программных продуктов, предназначенных для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга, использования современных средств измерений, программных продуктов, предназначенных для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга, выбора метода и средств мониторинга состояния объекта; выбора диагностических параметров и критериев работоспособности
Учебная практика (ознакомительная) (1 семестр)	Знает: современные методы получения информации в области профессиональной деятельности, отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей; методы и средства анализа структурирования профессиональной информации; инструменты подготовки аналитических обзоров и презентаций результатов своей работы; оформления выводов и рекомендаций, основные принципы организации собственного труда, базовые принципы самооценки, конструкции двигателей и транспортных средств и ключевые факторы, влияющие на их выходные характеристики и этапы жизненного цикла; современные технологии разработки цифровых двойников Умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями, оценивать свои личностные ресурсы для успешного выполнения порученного задания, эффективно планировать и распределять время на этапы работы, разрабатывать конструкции двигателей и транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий Имеет практический опыт: анализа профессиональной информации, подготовки научных докладов, публикаций,

	аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями, оценки своих личностных и временных ресурсов для успешного выполнения порученного задания, создания/совершенствования конструкции двигателей, транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников
Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	Знает: пределы своих возможностей в условиях ограниченности ресурсов; способы совершенствования и развития своего интеллектуального и общекультурного уровней; приемы профессионального и личностного саморазвития с учетом возможностей карьерного роста и требований рынка труда и собственных целевых установок, методы управления проектами; этапы жизненного цикла проекта, методы и подходы к созданию междцисциплинарных моделей процессов в двигателях и транспортных средствах; методики выполнения виртуальных испытаний различных подсистем двигателей и автотранспортных средств, программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; жизненный цикл программного обеспечения, современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач Умеет: изучать и решать проблемы на основе неполной или ограниченной информации; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; анализировать ситуацию в профессиональной деятельности и определять на ее основе актуальные для себя траектории профессионального развития, разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ , разрабатывать связанные междисциплинарные модели процессов в двигателях и транспортных средствах, применять технологии проектирования программного обеспечения; разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем, выбирать метолы и средства для решения профессиональных задач с применением современных интеллектуальных технологий, а также разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства Имеет практический опыт:

	оптимального использования ресурсов для выполнения поставленной задачи; построения и реализации собственной траектории профессионального саморазвития на основе анализа потребностей профессиональной сферы деятельности, разработки исследовательских проектов в профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах, выполнения конечноэлементных расчетов на прочность, газодинамических расчетов, тепловых расчетов и связанных расчетов применительно к автомобилям и двигателям, разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач, разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для решения профессиональных задач

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	31,75	31,75
Самостоятельная работа	31,75	31.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
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	Промышленные революции и их влияние на способы ведения хозяйственной деятельности	6	4	2	0
2	Архитектура цифрового производства	6	4	2	0
3	Цифровое проектирование, новые материалы и аддитивные технологии	12	8	4	0
4	Цифровизация производственных процессов	6	4	2	0

5	Управление жизненным циклом изделия	6	4	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Промышленные революции. Причины и последствия	2
2	1	Мировые инициативы и программы, направленные на внедрение передовых производственных технологий	2
3	2	Маркетинговые тренды на рынках «бизнес-бизнес» (B2B) и «бизнес-потребитель» (B2C)	2
4	2	Цифровая, Умная и Виртуальная фабрики как основные структурные компоненты цифрового производства	2
5	3	Компьютерный инжиниринг. Концепция цифровой фабрики	2
6	3	Управление данными об изделии	2
7	3	Композитные материалы. Метаматериалы, суперсплавы и интерметаллиды	2
8	3	Аддитивные технологии	2
9	4	Концепция умной фабрики. Цифровой двойник производства и его связь с цифровым двойником изделия	2
10	4	Промышленные роботы. Промышленный Интернет вещей (IoT) и Большие данные (Big data)	2
11	5	Концепция виртуальной фабрики и управления полным жизненным циклом изделия	2
12	5	PLM-системы, их связь с ERP-, MES-, и CRM-системами	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Анализ технологических трендов с использованием диаграммы Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. Платформенные компании и причины их появления	2
2	2	Особенности создания «цифрового двойника» изделия. Особенности создания «цифрового двойника» производства. Управление данными о материалах. Сквозная технология проектирования композитных изделий	2
3	3	Анализ и сравнение основных CAD-систем	2
4	3	Анализ и сравнение основных CAE-систем	2
5	4	Сценарии использования аддитивных технологий в производстве	2
6	5	Основные препятствия на пути внедрения инновационных бизнес-моделей на предприятии. Интернет вещей: перспективы и риски внедрения	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием	Семестр	Кол-

	разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс		во часов
Самостоятельная работа	1. ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО. Методы, экосистемы, технологии. Раб. доклад ДКО МШУ СКОЛКОВО, 2017, 86 с 2. Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / научный редактор К.В. Дорофеев, руководитель группы В.Н. Княгинин. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014. – 110 с.	4	31,75

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Доклад по теме «Основные CAD-системы»	1	15	15 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для трех CAD-пакетов. 10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух CAD-пакетов, для третьего - частично. 5 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для одного CAD-пакетов, для второго и третьего - частично.	зачет
2	4	Текущий контроль	Доклад по теме "Основные CAE-ситемы"	1	15	15 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для трех CAE-пакетов. 10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух CAE-пакетов, для третьего - частично. 5 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для одного CAE-пакетов, для второго и третьего - частично.	зачет
3	4	Текущий контроль	Доклад по теме «Аддитивные технологии в промышленности»	1	15	15 баллов - даны правильные ответы на все три вопроса. 10 баллов - даны правильные ответы на два вопроса. 5 баллов - дан правильный ответ только на один вопрос.	зачет
4	4	Текущий контроль	Разработка типичного workflow-процесса	1	15	15 баллов: предложена структура workflow-процесса, учтены	зачет

			для расчетного отдела машиностроительного предприятия			особенности работы конструкторского и расчетного отдела, промежуточный контроль передаваемых данных. 10 баллов: предложена структура workflow-процесса, учтены особенности работы конструкторского и расчетного отдела, промежуточный контроль передаваемых данных отсутствует. 5 баллов: предложена структура workflow-процесса без дополнительных особенностей, повышающих эффективность работы.	
5	4	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	40	40 баллов: даны правильные ответы на оба вопроса. 20 баллов: дан правильный ответ на один вопрос. Не зачтено: задание не выполнено.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
УК-2	Знает: основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE- , CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий	+		+	+	+
УК-2	Умеет: определять основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE- , CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий	+		+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: разработки алгоритмов контроля и решения научно-технических задач, поставленных перед исполнителями в рамках процессного управления на машиностроительных предприятиях; формулировки цели и задач; обоснования актуальности,значимости, ожидаемых результатов и возможные сферы их применения	+		+	+	+
УК-3	Знает: требования, предъявляемые к оформлению и представлению результатов анализа целесообразности и потенциальной выгоды от внедрения передовых производственных технологий в бизнес-процессы машиностроительного предприятия					+
УК-3	Умеет: структурировать информацию, полученную в ходе аналитического обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации					+
УК-3	Имеет практический опыт: представления в виде доклада, сопровождаемого презентацией, результатов оценки преимуществ, недостатков и сценариев использования передовых производственных технологий на машиностроительном предприятитии					+
ПК-1	Знает: современные технологии ускоренного прототипирования элементов и конструкций на базе 3D-печати и особенности верификации элементов цифровых двойников изделия на этапе проектирования и эксплуатации по результатам испытаний образцов материалов и конструктивно-подобных элементов	+	+	+		

ПК-1	Умеет: определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний полноразмерных прототипов	+	+	+	+		
ПК-1	Имеет практический опыт: разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости и стоимости при создании глобально-конкурентоспособных изделий	+	+	+	+		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Сазонова Н. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учеб. пособие по направлению 15.03.05 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" . Ч. 1 / Н. С. Сазонова, А. А. Кошин ; под ред. А. А. Кошина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 71, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000521870
2. Сазонова Н. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учеб. пособие по направлению 15.03.05 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" . Ч. 2 / Н. С. Сазонова, А. А. Кошин ; под ред. А. А. Кошина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 300, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000521869
3. Каплун А. Б. Ansys в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер.. - М. : URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. : ил.
4. Умное управление проектами : учеб. пособие / С. А. Баркалов и др.; под ред. Д. А. Новикова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Высш. шк. электроники и компьютер. наук, Каф. Информ.-аналит. обеспечение упр. в социал. и экон. системах ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. - 188, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564465

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО. Методы, экосистемы, технологии. Раб. доклад ДКО МШУ СКОЛКОВО, 2017, 86 с
2. Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / научный редактор К.В. Дорофеев, руководитель группы В.Н. Княгинин. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014. – 110 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО. Методы, экосистемы, технологии. Раб. доклад ДКО МШУ СКОЛКОВО, 2017, 86 с
2. Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / научный редактор К.В. Дорофеев, руководитель группы В.Н. Княгинин. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014. – 110 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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
Практические занятия и семинары	328а (2)	Компьютеры, экран, специализированное программное обеспечение
Зачет	328а (2)	Компьтеры, проектор, экран
Лекции	328а (2)	Компьютеры, телевизор