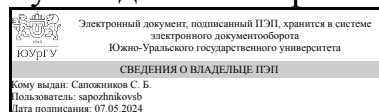


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



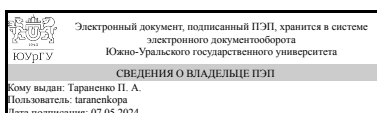
С. Б. Сапожников

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.12 Управление жизненным циклом изделия  
**для направления** 15.04.03 Прикладная механика  
**уровень** Магистратура  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техническая механика

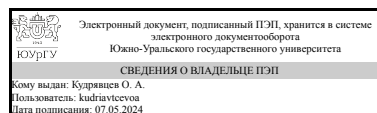
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731

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



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



О. А. Кудрявцев

## 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: 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 выполнения 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
ОПК-3 Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов	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

	<p>полноразмерных прототипов          Имеет практический опыт: разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости, стоимости при создании глобально-конкурентоспособных машиностроительных изделий и конструкций</p>
<p>ОПК-9 Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций</p>	<p>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 предприятии</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>ФД.01 Автоматизированное проектирование композитных конструкций,            1.О.08 Проектирование умных конструкций,            1.О.13 Управление проектами,            ФД.02 Теоретические основы метода конечных элементов и его инженерные приложения,            Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр),            Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр),            Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр),            Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Не предусмотрены</p>

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

Дисциплина	Требования
<p>ФД.02 Теоретические основы метода конечных элементов и его инженерные приложения</p>	<p>Знает: базовые понятия метода конечных элементов, основные численные методы, применяемые в расчётах МКЭ элементов конструкций машин, приводов, оборудования, механических систем          Умеет: применять МКЭ для модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов, выполнять численное моделирование моделей деталей машин,</p>

	<p>приводов, оборудования, механических систем Имеет практический опыт: инженерными подходами КЭ анализа изделий и их элементов, численного моделирования при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, механических систем</p>
1.О.08 Проектирование умных конструкций	<p>Знает: основные требования, предъявляемые к проектной работе, этапы и критерии оценки результатов проектной деятельности, основные методы проектирования; компоненты CAD/CAM/CAE-систем, программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов; физико-математические и вычислительные методы, метод конечных элементов Умеет: разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения, проводить проектирование деталей и узлов с использованием CAD- и CAE-систем; применять встроенные численные алгоритмы для решения прикладных задач, применять современные методы компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях прочности, устойчивости, надежности и долговечности Имеет практический опыт: составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения, применения методов проектирования деталей и узлов конструкций, применения методов решения задач расчета на прочность при упругом деформировании, методов решения задач неупругого деформирования и контактного взаимодействия</p>
ФД.01 Автоматизированное проектирование композитных конструкций	<p>Знает: технологии моделирования МКЭ сложных структур из композитных материалов с использованием Ansys Composite PrePost Умеет: создавать конечно-элементные модели композитных структур и выполнять их инженерный анализ Имеет практический опыт: инженерного анализа изделий из композитных материалов с помощью модуля Composite PrePost пакета прикладных программ Ansys Workbench</p>
1.О.13 Управление проектами	<p>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, основы организационной структуры предприятия, кооперирование его с другими предприятиями, взаимосвязь цехов, отделов,</p>

	<p>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, в качестве руководителя подразделения, лидера группы сотрудников формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотруднику Имеет практический опыт: владения методами управления проектами на производственных предприятиях, способами взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями, владения методами и приемами кооперации с коллегами и работы в коллективе; формирования целей команды, принятия решения в ситуациях риска</p>
<p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)</p>	<p>Знает: знает современные информационно-коммуникационные технологии (научные социальные сети, информационные базы данных, средства видеоконференцсвязи), современные методы исследования, методы оценки и представления результатов выполненной работы, основы ЕСКД, нормативно-правовые документы, регламентирующие выполнение расчетов на прочность и оформление отчетов о НИР, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации Умеет: искать научные публикации в библиотеках, базах данных и в сети интернет; составлять библиографическое описание, анализировать результаты расчетов и экспериментов, формулировать выводы и рекомендации по совершенствованию исследуемого изделия или конструкции, выполнять анализ отчетов о научно-исследовательских работах на предмет соответствия их техническому заданию, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, самостоятельно составлять аналитический обзор литературы по теме выполняемого научного исследования; оценивать свои личностные и временные ресурсы для успешного выполнения порученного задания Имеет практический опыт: составления аналитического обзора литературы по теме выполняемого научного исследования; анализа эффективности, полноты и достоверности информации, использования современных</p>

	<p>конечноэлементных пакетов для исследования основных закономерностей деформирования и разрушения элементов конструкций различного назначения, оформления отчетов о научно-исследовательской работе, представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада, самостоятельного поиска современных литературных источников в отечественных и зарубежных базах данных</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Знает: современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций., современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах, области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности, современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей, современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности Умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; , разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab), применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты, создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ, выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет Имеет практический опыт: использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-</p>

	<p>коммуникативных технологий, самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки, оставления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys, формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы, представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада, поиска и анализа нормативных документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности; оформления отчета о НИР в соответствии с нормативными документами, применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики, подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение)</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр)</p>	<p>Знает: современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов, современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей, современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности, основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций., современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, использующиеся в современных конечноэлементных пакетах Умеет: готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, применять теоретические, расчетные и</p>

	<p>экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР, создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ, выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет, самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; , разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab) Имеет практический опыт: поиска и анализа нормативных документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности; оформления отчета о НИР в соответствии с нормативными документами, представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада, использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий, формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы, применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики, подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение), самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки, оставления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)</p>	<p>Знает: современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности, современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций., современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, использующиеся в современных конечноэлементных пакетах, современные методы математического моделирования в области динамики и прочности</p>



машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей, области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности Умеет: выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; , разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab), создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ, применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты Имеет практический опыт: подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение), использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий, самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки, составления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys, применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики, формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы, представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада, поиска и анализа нормативных документов,

	регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности; оформления отчета о НИР в соответствии с нормативными документами
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 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	
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	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 САД-систем	2
4	3	Анализ и сравнение основных САЕ-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 разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-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. Унта, 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	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Доклад по теме «Основные САД-системы»	1	15	15 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для трех САД-пакетов. 10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух САД-пакетов, для третьего - частично. 5 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для одного САД-пакетов, для второго и третьего - частично.	зачет
2	4	Текущий контроль	Доклад по теме "Основные САЕ-системы"Задание	1	15	15 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для трех САЕ-пакетов. 10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух САЕ-пакетов, для третьего - частично. 5 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для одного САЕ-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 для расчетного отдела машиностроительного предприятия	1	15	15 баллов: предложена структура workflow-процесса, учтены 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.	зачет
5	4	Промежуточная	Зачет	-	40	40 баллов: даны правильные ответы на оба вопроса.	зачет

	аттестация			20 баллов: дан правильный ответ на один вопрос. Не зачтено: задание не выполнено.	
--	------------	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Проводится письменно. К зачету допускаются все студенты. Билет содержит два вопроса. На подготовку отводится 60 минут. В рамках ПА происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 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: 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 выполнения 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					++
ОПК-3	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				+	
ОПК-3	Умеет: определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний полноразмерных прототипов					+
ОПК-3	Имеет практический опыт: разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости, стоимости при создании глобально-конкурентоспособных машиностроительных изделий и конструкций					+
ОПК-9	Знает: требования, предъявляемые к оформлению и представлению результатов анализа целесообразности и потенциальной выгоды от внедрения передовых производственных технологий в бизнес-процессы машиностроительного предприятия	+	+			+
ОПК-9	Умеет: структурировать информацию, полученную в ходе аналитического	+	+			+

	обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации				
ОПК-9	Имеет практический опыт: представления в виде доклада, сопровождаемого презентацией, результатов оценки преимуществ, недостатков и сценариев использования передовых производственных технологий на машиностроительном предприятии	++		+	

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 [Текст] Ч. 2 САПР ТП первого поколения учеб. пособие по направлению 15.03.05 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" 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. электрон. версия
2. Сазонова, Н. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов [Текст] Ч. 1 Алгоритмизация технологического проектирования учеб. пособие по направлению 15.03.05 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" 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. электрон. версия
3. Басов, К. А. ANSYS [Текст] справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.
4. Умное управление проектами [Текст] 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. электрон. версия

#### 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:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено