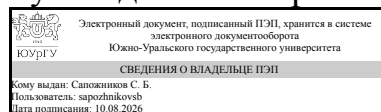


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



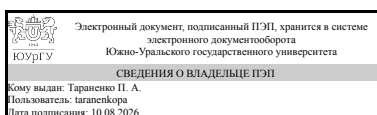
С. Б. Сапожников

## 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

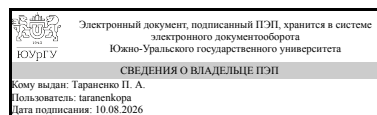
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731

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



П. А. Тараненко

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



П. А. Тараненко

## 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<br>Умеет: основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий<br>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<br>Умеет: определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                    | <p>полноразмерных прототипов</p> <p>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</p> <p>Умеет: структурировать информацию, полученную в ходе аналитического обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации</p> <p>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,</p> <p>1.О.08 Проектирование умных конструкций,</p> <p>1.О.13 Управление проектами,</p> <p>ФД.02 Теоретические основы метода конечных элементов и его инженерные приложения,</p> <p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр),</p> <p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр),</p> <p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр),</p> <p>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.01 Автоматизированное проектирование композитных конструкций</p> | <p>Знает: технологии моделирования МКЭ сложных структур из композитных материалов с использованием Ansys Composite PrePost</p> <p>Умеет: создавать конечно-элементные модели композитных структур и выполнять их инженерный анализ</p> <p>Имеет практический опыт: инженерного анализа изделий из композитных материалов с помощью модуля Composite PrePost</p> |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                  | пакета прикладных программ Ansys Workbench                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1.О.08 Проектирование умных конструкций                                          | <p>Знает: 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, основные требования, предъявляемые к проектной работе, этапы и критерии оценки результатов проектной деятельности</p> <p>Умеет: 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, 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</p> <p>Имеет практический опыт: 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, составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения</p> |
| ФД.02 Теоретические основы метода конечных элементов и его инженерные приложения | <p>Знает: основные численные методы, применяемые в расчётах МКЭ элементов конструкций машин, приводов, оборудования, механических систем, базовые понятия метода конечных элементов</p> <p>Умеет: выполнять численное моделирование моделей деталей машин, приводов, оборудования, механических систем, применять МКЭ для модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов</p> <p>Имеет практический опыт: численного моделирования при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, механических систем, инженерными подходами КЭ анализа изделий и их элементов</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>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p> | <p>Знает: области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов, основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций., современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, использующиеся в современных конечноэлементных пакетах, современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности, современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности Умеет: применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР, самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; , применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab), создавать физико-</p> |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | <p>механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты, выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет Имеет практический опыт: формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы, самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки, использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий, оставления 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, 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, подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение)</p> |
| <p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)</p> | <p>Знает: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, основы ЕСКД, нормативно-правовые документы, регламентирующие выполнение расчетов на прочность и оформление отчетов о НИР, знает современные информационно-коммуникационные технологии (научные социальные сети, информационные базы данных, средства видеоконференцсвязи), современные методы исследования, методы оценки и представления результатов выполненной работы, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций<br/>Умеет: самостоятельно составлять аналитический обзор литературы по теме выполняемого научного исследования; оценивать свои личностные и временные ресурсы для успешного выполнения порученного задания,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | <p>выполнять анализ отчетов о научно-исследовательских работах на предмет соответствия их техническому заданию, 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, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций</p> <p>Имеет практический опыт: самостоятельного поиска современных литературных источников в отечественных и зарубежных базах данных, оформления отчетов о научно-исследовательской работе, составления аналитического обзора литературы по теме выполняемого научного исследования; анализа эффективности, полноты и достоверности информации, использования современных конечноэлементных пакетов для исследования основных закономерностей деформирования и разрушения элементов конструкций различного назначения, представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада</p>                                                                                                                                                                 |
| <p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр)</p> | <p>Знает: современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности, современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности, 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</p> <p>Умеет: выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет, создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических</p> |

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | <p>отчетов и публикаций, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты, 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 Имеет практический опыт: подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение), применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики, 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, поиска и анализа нормативных документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности; оформления отчета о НИР в соответствии с нормативными документами, 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</p> |
| <p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)</p> | <p>Знает: современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности, требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций, 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, области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов, современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей, современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах, основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций. Умеет: готовить сообщения, презентации, доклады, рефераты, статьи, отчеты, оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций, 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, применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab), самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; 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, 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), формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы, использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий, составления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys, самостоятельного составления

|  |                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 28,25 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>                                                 | 24          | 24                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 12          | 12                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 12          | 12                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 43,75       | 43,75                              |
| Самостоятельная работа                                                     | 43,75       | 43.75                              |
| 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 | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Архитектура цифрового производства                                                | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 3         | Цифровое проектирование, новые материалы и аддитивные технологии                  | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 4         | Цифровизация производственных процессов                                           | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 5         | Управление жизненным циклом изделия                                               | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                          | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Промышленные революции. Причины и последствия                                                    | 1            |
| 2        | 1         | Мировые инициативы и программы, направленные на внедрение передовых производственных технологий  | 1            |
| 3        | 2         | Маркетинговые тренды на рынках «бизнес-бизнес» (B2B) и «бизнес-потребитель» (B2C)                | 1            |
| 4        | 2         | Цифровая, Умная и Виртуальная фабрики как основные структурные компоненты цифрового производства | 1            |

|    |   |                                                                                                 |   |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 5  | 3 | Компьютерный инжиниринг. Концепция цифровой фабрики                                             | 1 |
| 6  | 3 | Управление данными об изделии                                                                   | 1 |
| 7  | 3 | Композитные материалы. Метаматериалы, суперсплавы и интерметаллиды                              | 1 |
| 8  | 3 | Аддитивные технологии                                                                           | 1 |
| 9  | 4 | Концепция умной фабрики. Цифровой двойник производства и его связь с цифровым двойником изделия | 1 |
| 10 | 4 | Промышленные роботы. Промышленный Интернет вещей (IoT) и Большие данные (Big data)              | 1 |
| 11 | 5 | Концепция виртуальной фабрики и управления полным жизненным циклом изделия                      | 1 |
| 12 | 5 | PLM-системы, их связь с ERP-, MES-, и CRM-системами                                             | 1 |

## 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 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<br>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       | 43,75        |

## 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 | Семестр | 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.<br>10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух САД-пакетов, для третьего - частично.<br>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.<br>10 баллов - даны правильные ответы на все вопросы для двух САЕ-пакетов, для третьего - частично.<br>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.<br>10 баллов - даны правильные ответы на два вопроса.<br>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.<br>10 баллов: предложена структура workflow-процесса, учтены особенности работы конструкторского и расчетного отдела, промежуточный контроль передаваемых данных отсутствует.<br>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.<br>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. 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
2. Басов, К. А. ANSYS [Текст] справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.
3. 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:

1. 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](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000521869)

#### 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