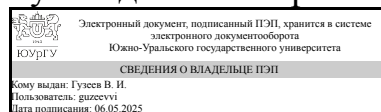


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



В. И. Гузев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.09.М9.03 Моделирование гидравлических и пневматических машин

**для направления** 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

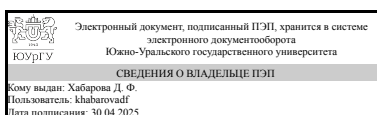
**уровень** Бакалавриат

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

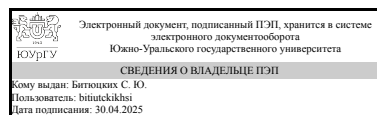
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1044

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. Ю. Битюцкий

## 1. Цели и задачи дисциплины

Научить основам работы с коммерческими решателями на примере программной среды ANSYS Workbench, сформировать у слушателей опыт решения задач в области вычислительной гидрогазодинамики и применить базовые знания слушателей на практике при расчете и исследовании физики рабочего процесса гидравлических и пневматических машин. Основными задачами освоения дисциплины «Моделирование гидравлических и пневматических машин» являются:

- способность корректно ставить задачи в комплексе вычислительной гидрогазодинамики ANSYS FLUENT;
- приобретение навыков проведения вычислительного эксперимента с помощью современных программ вычислительной гидрогазодинамики для расчета задач гидрогазодинамики;
- способность решения практических задач проектирования элементов гидравлического и пневматического оборудования;
- способность правильно выбирать методы решения поставленных задач, физико-математических моделей при решении задач исследования и проектирования гидропневмоаппаратов;
- способность правильно интерпретировать результаты вычислительного эксперимента.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина охватывает теоретические и практические аспекты изучения движения газожидкостных сред в гидравлических и пневматических машинах. Студенты осваивают навыки анализа, моделирования и оптимизации процессов, протекающих в гидрогазодинамических системах. Полученные знания позволят студентам применять теорию на практике и решать реальные инженерные задачи, производить расчет рабочего процесса гидравлических и пневматических машин. Дисциплина способствует развитию комплексного понимания работы систем, в которых происходит движение, а также взаимодействие газов и капельных жидкостей с поверхностями внутренней проточной части технологического оборудования.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | Знает: основы работы и проектирования гидравлических и пневматических машин; методы и инструменты моделирования гидравлических и пневматических машин; нормативная база проектирования гидравлических и пневматических машин<br>Умеет: разработка и анализ моделей гидравлических и пневматических машин; решение задач оптимального проектирования гидравлических и пневматических машин<br>Имеет практический опыт: практическое применение CAD систем при проектировании гидравлических и пневматических машин; практическое применение CFD программ на различных этапах проектирования гидравлических и пневматических машин. |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p> | <p>Знает: основы работы и проектирования гидравлических и пневматических машин; методы и инструменты моделирования гидравлических и пневматических машин; нормативная база проектирования гидравлических и пневматических машин</p> <p>Умеет: разработка и анализ моделей гидравлических и пневматических машин; решение задач оптимального проектирования гидравлических и пневматических машин</p> <p>Имеет практический опыт: практическое применение CAD систем при проектировании гидравлических и пневматических машин; практическое применение CFD программ на различных этапах проектирования гидравлических и пневматических машин.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>ФД.03 Основы корпоративной культуры,<br/>1.Ф.09.М5.02 Системы циклового программного управления,<br/>1.Ф.09.М13.01 Сенсоры и динамические измерения,<br/>1.Ф.09.М2.02 Проектирование линий и поверхностей средствами вычислительной геометрии и компьютерной графики,<br/>1.Ф.09.М10.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного,<br/>1.Ф.09.М15.02 Проектирование деталей машин,<br/>1.Ф.09.М10.02 Культура речевого общения на русском языке как иностранном,<br/>1.Ф.09.М15.01 Цифровое моделирование механизмов,<br/>1.Ф.09.М1.01 Базовые концепции логистического управления,<br/>1.Ф.09.М7.02 Программные комплексы проектирования элементов двигателей,<br/>1.Ф.09.М2.01 Современные методы компьютерного геометрического моделирования,<br/>1.Ф.09.М11.02 Оформление конструкторской документации с использованием систем автоматизированного проектирования,<br/>1.Ф.09.М12.01 Литейные технологии заготовительного производства,<br/>1.Ф.09.М4.02 Основы городского хозяйства и планирования в современном городе,<br/>1.Ф.09.М9.02 Средства вычислительной гидрогазодинамики,<br/>1.Ф.09.М8.02 Управление технологическим стартапом,<br/>1.Ф.09.М4.01 Цифровые методы обработки пространственных данных,<br/>1.Ф.09.М3.02 Самоменеджмент в</p> | <p>1.О.07 Психология</p>                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| профессиональной деятельности,<br>1.Ф.09.М14.01 Конкурентные рыночные<br>структуры и механизмы их обеспечения,<br>1.Ф.09.М17.01 Основы судебно-экспертной<br>деятельности,<br>1.Ф.09.М8.01 Генерация и валидация идей<br>технологического стартапа,<br>1.Ф.09.М16.01 Физические основы<br>электротехники,<br>1.Ф.09.М12.02 Технологии заготовительного<br>производства обработкой металлов давлением,<br>1.Ф.09.М13.02 Электронная и<br>микропроцессорная техника,<br>1.Ф.09.М3.01 Управление коммуникациями,<br>1.Ф.09.М17.02 Антикоррупционная экспертиза<br>нормативных актов и их проектов,<br>1.Ф.09.М7.01 Основы организации рабочих<br>процессов поршневых двигателей,<br>1.Ф.09.М16.02 Цифровые элементы систем<br>управления,<br>1.Ф.09.М11.01 Основы 3D моделирования,<br>1.Ф.09.М5.01 Электронные устройства и<br>средства автоматизации,<br>1.Ф.09.М1.02 Стратегии и принципы<br>транспортной логистики,<br>1.Ф.09.М9.01 Прикладная гидрогазодинамика,<br>1.Ф.09.М14.02 Контрактная система в сфере<br>закупок товаров, работ, услуг,<br>Производственная практика (ориентированная,<br>цифровая) (4 семестр),<br>Учебная практика (технологическая, проектно-<br>технологическая) (2 семестр) |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

| Дисциплина                                     | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.09.М16.01 Физические основы электротехники | Знает: Терминологию, основные определения электронной техники; суть физических процессов, лежащих в основе принципа действия электронных полупроводниковых приборов; свойства различных полупроводниковых приборов и их характеристики; принципы создания моделей полупроводниковых приборов для решения задач профессиональной деятельности<br>Умеет: Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах; правильно интерпретировать экспериментальные данные с теоретическими положениями; подбирать литературные источники для решения задач по тематике данной учебной дисциплины; использовать |

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             | <p>компьютерную технику при оформлении отчетов лабораторных работ; моделировать принципиальные электронные схемы с помощью компьютерной техники Имеет практический опыт: Экспериментальными исследованиями характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами; основными методами организации самостоятельного обучения и самоконтроля; современными техническими средствами и информационными технологиями в профессиональной области; прикладными программами для решения инженерных задач электроники и моделирования электронных схем</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ФД.03 Основы корпоративной культуры                                                                         | <p>Знает: - теоретические и практические знания об основах корпоративной культуры и делового общения, - основы документирования в деловой сфере в сфере и в своей будущей профессиональной деятельности, теоретические и практические знания об основах корпоративной культуры и делового общения<br/>Умеет: вести деловое общение в соответствии с нормами корпоративной культуры организации, - применять основные принципы деловых отношений, применять основные правила этикета проведения корпоративных мероприятий<br/>Имеет практический опыт:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.Ф.09.М2.02 Проектирование линий и поверхностей средствами вычислительной геометрии и компьютерной графики | <p>Знает: Методы проецирования и построения изображений геометрических фигур технологического оборудования, его деталей и узлов с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием и стандартами ЕСКД Умеет: Анализировать форму предметов в натуре и по чертежам на основе методов построения изображений геометрических фигур, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием и стандартами ЕСКД Имеет практический опыт: Владеет решением метрических и позиционных задач, методами проецирования и изображения пространственных объектов при проведении расчётов по типовым методикам; на основе методов построения изображений геометрических фигур может проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием</p> |
| 1.Ф.09.М15.01 Цифровое моделирование механизмов                                                             | <p>Знает: теоретические основы и методы цифрового моделирования механических систем<br/>Умеет: - разрабатывать цифровые модели механических систем по их натурным</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <p>прототипам;- выполнять кинематический, силовой и динамический анализ конструкций;- выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность;- выполнять оптимизацию параметров конструкции Имеет практический опыт: - использования современных программ моделирования твердотельной динамики;- владения современными методами компьютерного моделирования динамических систем- построения и исследования цифровых моделей машин и механизмов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.Ф.09.М17.01 Основы судебно-экспертной деятельности                     | <p>Знает: теоретические основы экспертологии, традиционных криминалистических экспертиз,, особенности назначения и производства экспертиз отдельных видов; Умеет: применять современные методы и возможности судебных экспертиз; Имеет практический опыт: применения полученных знаний в области судебной экспертологии,, классификации судебных экспертиз на роды и виды;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.Ф.09.М10.02 Культура речевого общения на русском языке как иностранном | <p>Знает: стратегии определения целей и задач на русском языке в соответствии с требованиями культуры речевого общения на русском языке, приемы планирования и выстраивания траектории профессионального развития (совершенствования навыков культуры речи на русском языке как иностранном) Умеет: аргументировать выбор поставленной цели проекта и оптимальность способов решения выбранных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, планировать и выстраивать траекторию своего профессионального развития (совершенствования навыков культуры речи на русском языке как иностранном) на основе навыков самоконтроля Имеет практический опыт: аргументирования выбора поставленной цели проекта и оптимальности способов решения выбранных задач, планирования траектории развития и совершенствования своих навыков культуры речи на русском языке как иностранном</p> |
| 1.Ф.09.М8.01 Генерация и валидация идей технологического стартапа        | <p>Знает: понятие и инструменты технологического бизнеса; процесс планирования, проектирования и разработки технологий эффективного производства продуктов технологического предпринимательства; основы дизайн-мышления и методы генерирования идей Умеет: генерировать технологические бизнес-идеи и проводить их маркетинговую валидацию, разрабатывать план процесса customer development; определять подходящие инструменты маркетинга для решения задач рыночного продвижения бизнес-идеи Имеет практический опыт: селекции технологических</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                         | <p>бизнес-идей по различным критериям в условиях ресурсных ограничений, валидации бизнес-идей, проведения маркетинговых исследований</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>1.Ф.09.М11.02 Оформление конструкторской документации с использованием систем автоматизированного проектирования</p> | <p>Знает: Методы проецирования и построения изображений геометрических фигур технологического оборудования, его деталей и узлов с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. Знает требования стандартов ЕСКД на составление и оформление типовой технической документации деталей, сборочных единиц и элементов конструкций Умеет: Анализировать форму предметов в натуре и по чертежам на основе методов построения изображений геометрических фигур, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. Умеет составлять и оформлять типовую техническую документацию на основе использования информационных технологий, в том числе современных средств компьютерной графики, графически отображать геометрические образы изделий Имеет практический опыт: Владеет решением метрических и позиционных задач, методами проецирования и изображения пространственных объектов при проведении расчётов по типовым методикам; на основе методов построения изображений геометрических фигур может проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. В соответствии с требованиями ЕСКД на основе знания графических пакетов умеет применять новые компьютерные технологии при составлении конструкторской документации изделия «3D-модель - 2D-чертёж»</p> |
| <p>1.Ф.09.М15.02 Проектирование деталей машин</p>                                                                       | <p>Знает: - основы проектирования элементов машиностроительных конструкций;- методы расчета кинематических и динамических характеристик элементов машиностроительных конструкций;- методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций;- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, - основы проектирования элементов машиностроительных конструкций;- методы расчета кинематических и динамических характеристик элементов машиностроительных конструкций;- методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций;- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД Умеет: - составлять расчетные схемы;- выбирать материалы деталей;- выполнять силовые расчеты с использованием современных</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | <p>средств компьютерного моделирования;- разрабатывать конструкции различных деталей с применением современных систем автоматизированного проектирования (САПР), - составлять расчетные схемы;- выбирать материалы деталей;- выполнять силовые расчеты с использованием современных средств компьютерного моделирования;- разрабатывать конструкции различных деталей с применением современных систем автоматизированного проектирования (САПР) Имеет практический опыт: - использования современных систем автоматизированного проектирования;- разработки и оформления цифровых параметрических эскизов, деталей, сборочных единиц в современных САПР;- разработки электронной конструкторской документации по электронной модели изделия, - использования современных систем автоматизированного проектирования;- разработки и оформления цифровых параметрических эскизов, деталей, сборочных единиц в современных САПР;- разработки электронной конструкторской документации по электронной модели изделия</p> |
| 1.Ф.09.М12.02 Технологии заготовительного производства обработкой металлов давлением | <p>Знает: Основные способы получения заготовок, классификация заготовок; принцип работы основных агрегатов ОМД Умеет: Проектировать технологический процесс; рассчитывать калибровку инструмента; рассчитывать режимы деформации Имеет практический опыт: Программным обеспечением для проектирования и компьютерного моделирования процессов ОМД.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.Ф.09.М3.01 Управление коммуникациями                                               | <p>Знает: виды ресурсов и ограничений, основные методы оценки разных способов решения профессиональных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; специфику, разновидности, инструменты и возможности современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия Умеет: устанавливать коммуникации, обеспечивающие успешную работу в проектах Имеет практический опыт: владеть методиками разработки цели и задач проекта на основе эффективных коммуникаций; разработки коммуникационной сети для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.Ф.09.М13.02 Электронная и микропроцессорная техника                                | <p>Знает: Основы проектирования аппаратной части микропроцессорных систем основы разработки программного обеспечения основы моделирования робототехнических систем в среде пакетов прикладных программ персонального компьютера. Принципы работы и технические характеристики</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | <p>микропроцессорных систем Умеет: Использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ. Имеет практический опыт: Применения полученной информации при проектировании элементов микропроцессорного управления промышленными робототехническими системами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>1.Ф.09.М3.02 Самоменеджмент в профессиональной деятельности</p>                 | <p>Знает: основные приемы эффективного управления собственным временем; основы построения карьеры; критерии оценки уровня организации своей трудовой деятельности и пути её рационализации; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни Умеет: эффективно планировать и контролировать собственное время; разрабатывать траекторию своего профессионального и карьерного развития; Имеет практический опыт: владеть технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; планирования личностного и профессионального развития; владеть методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни</p>                                           |
| <p>1.Ф.09.М16.02 Цифровые элементы систем управления</p>                           | <p>Знает: Назначение и характеристики типовых технологических установок, отдельных элементов автоматики и их совокупности в составе функциональных блоков, а также ключевые базы данных, где можно найти информацию для решения поставленных задач. Умеет: Анализировать исходные данные на проектирование технических систем и проводить оценку требуемых технических средств, выбирать датчики, исполнительные механизмы и регулирующие органы, отвечающие предъявленным требованиям. Имеет практический опыт: Современными цифровыми программными методами расчетов и проектирования систем управления, выбора технических средств автоматизации и управления для реализации проектируемой системы автоматизации в соответствии с техническим заданием.</p> |
| <p>1.Ф.09.М2.01 Современные методы компьютерного геометрического моделирования</p> | <p>Знает: Методы проецирования и построения изображений геометрических фигур технологического оборудования, его деталей и узлов с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. Знает требования стандартов ЕСКД на составление и оформление типовой технической документации деталей, сборочных единиц и элементов конструкций Умеет: Анализировать</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | <p>форму предметов в натуре и по чертежам на основе методов построения изображений геометрических фигур, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. Умеет составлять и оформлять типовую техническую документацию на основе использования информационных технологий, в том числе современных средств компьютерной графики, графически отображать геометрические образы изделий. Имеет практический опыт: Владеет решением метрических и позиционных задач, методами проецирования и изображения пространственных объектов при проведении расчётов по типовым методикам; на основе методов построения изображений геометрических фигур может проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием. В соответствии с требованиями ЕСКД на основе знания графических пакетов умеет применять новые компьютерные технологии при составлении конструкторской документации изделия «3D-модель - 2D-чертёж»</p> |
| 1.Ф.09.М4.01 Цифровые методы обработки пространственных данных             | <p>Знает: общую классификацию геоинформационных программных комплексов; основные современные виды геодезического и картографического программного обеспечения; возможные направления использования ГИС в качестве источников открытой к использованию информации. Умеет: осуществлять основные виды геодезических измерений с использованием электронных тахеометров, геодезических спутниковых приемников, лазерных дальномеров в области строительства</p> <p>Имеет практический опыт: Обработки данных геодезических измерений с использованием общего универсального и специального инструментального программного обеспечения; выполнять отдельные виды имитационного моделирования средствами ГИС-программных пакетов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.Ф.09.М17.02 Антикоррупционная экспертиза нормативных актов и их проектов | <p>Знает: правовые и организационные основы антикоррупционной экспертизы нормативных правовых актов и их проектов в целях выявления в них коррупциогенных факторов; Умеет: применять методику проведения антикоррупционной экспертизы в органах государственной власти и независимыми экспертами; Имеет практический опыт: анализа института антикоррупционной экспертизы в системе правового мониторинга;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.Ф.09.М5.02 Системы циклового программного управления                     | <p>Знает: Правила разработки технической документации по техническому обеспечению</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>автоматизированной системы управления технологическими процессами Умеет: Применять системы автоматизированного проектирования и программы для написания и модификации документов для разработки технической документации по техническому обеспечению автоматизированной системы управления технологическими процессами Имеет практический опыт: Разработкой вариантов технической документации по техническому обеспечению автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.Ф.09.М13.01 Сенсоры и динамические измерения    | <p>Знает: Методы и средства измерений электрических величин, виды измерительных приборов и принципы их работы, Элементы теории надежности технических систем, задачи, стоящие перед диагностикой и их организацию на предприятиях, стратегии и организацию технического обслуживания и ремонта. Умеет: Составлять измерительные схемы, выбирать средства измерения, Рассчитывать показатели надежности в тех объемах, как это требует нормативно-техническая документация, разрабатывать систему ТОиР и организовывать техническое обслуживание и ремонт мехатронных систем на предприятии Имеет практический опыт: Использования средств измерительной техники, обработки и анализа результатов измерений, Разработки способов/моделей диагностирования мехатронных и робототехнических систем.</p> |
| 1.Ф.09.М9.01 Прикладная гидрогазодинамика         | <p>Знает: основные понятия и законы гидрогазодинамики; основы математического моделирования; принципы работы с вычислительными программными пакетами; физико-математические аспекты моделирования процессов в вычислительных программных пакетах Умеет: применять численные методы для решения задач гидрогазодинамики; анализировать и интерпретировать результаты расчетов; проектировать вычислительные эксперименты; оптимизировать вычислительные процессы Имеет практический опыт: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей</p>                                                                                                                                                                                           |
| 1.Ф.09.М8.02 Управление технологическим стартапом | <p>Знает: понятие затрат/себестоимости продукта, методы учета затрат, анализ затрат, обзор метрик успеха – показателей оценки достижения целей/результатов технологического стартапа, отражение специфики технологий в затратах и показателях достижения целей. Основы управления командой стартапа, проектного управления Умеет: осуществить расчет затрат продуктов стартапа, выбранного в предыдущем</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | <p>семестр; выбрать адекватные специфике стартапа метрики для оценки его успеха/неудач</p> <p>Имеет практический опыт: расчета показателей юнит-экономики; распределения ролей в команде при работе над стартап-проектом, разработки дорожной карты проекта</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>1.Ф.09.М9.02 Средства вычислительной гидрогазодинамики</p> | <p>Знает: основные математические модели гидрогазодинамических процессов; принципы дискретизации уравнений гидрогазодинамики; алгоритмы численных решений; основы построения вычислительных сеток; основы параллельных вычислений и оптимизации вычислительных процессов; принципы обработки визуальных данных , основные математические модели гидрогазодинамических процессов; принципы дискретизации уравнений гидрогазодинамики; алгоритмы численных решений; основы построения вычислительных сеток; основы параллельных вычислений и оптимизации вычислительных процессов; принципы обработки визуальных данных</p> <p>Умеет: формулировать математические модели для конкретных гидрогазодинамических задач; выбирать оптимальные численные методы и алгоритмы для поставленных задач; проводить анализ устойчивости и сходимости численных схем; интерпретировать результаты расчетов; оценивать погрешности моделирования и корректировать вычислительные параметры, формулировать математические модели для конкретных гидрогазодинамических задач; выбирать оптимальные численные методы и алгоритмы для поставленных задач; проводить анализ устойчивости и сходимости численных схем; интерпретировать результаты расчетов; оценивать погрешности моделирования и корректировать вычислительные параметры</p> <p>Имеет практический опыт: навыки работы с CFD программами; постобработка данных: построение графиков, анимаций, изоповерхностей; отладка вычислительных моделей при расхождении решений; использование суперкомпьютерных систем для ресурсоемких расчетов; работы в команде над проектами, навыки работы с CFD программами; постобработка данных: построение графиков, анимаций, изоповерхностей; отладка вычислительных моделей при расхождении решений; использование суперкомпьютерных систем для ресурсоемких расчетов; работы в команде над проектами</p> |
| <p>1.Ф.09.М11.01 Основы 3D моделирования</p>                  | <p>Знает: Методы проецирования и построения изображений геометрических фигур технологического оборудования, его деталей и узлов с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | <p>заданием Умеет: Анализировать форму предметов в натуре и по чертежам на основе методов построения изображений геометрических фигур, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием Имеет практический опыт: Владеет решением метрических и позиционных задач, методами проецирования и изображения пространственных объектов при проведении расчётов по типовым методикам; на основе методов построения изображений геометрических фигур может проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием</p>                                                                                                    |
| 1.Ф.09.М7.01 Основы организации рабочих процессов поршневых двигателей       | <p>Знает: теоретические основы рабочих процессов поршневых двигателей; принципы организации рабочих процессов и методы их расчета Умеет: выполнять подбор необходимых математических моделей и программных комплексов для выполнения расчетов определенных рабочих процессов и определения заданных параметров; решать задачи оптимизации параметров рабочих процессов Имеет практический опыт: выполнения математического моделирования и расчетного определения параметров процессов в рамках заданных ресурсов и ограничений; проведения анализа полученных результатов</p>                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.Ф.09.М4.02 Основы городского хозяйства и планирования в современном городе | <p>Знает: основные принципы технико-экономической оценки объектов недвижимости; основные нормы благоустройства и озеленения городских территорий; особенности территориального планирования городской застройки с использованием проектной градостроительной документации Умеет: определять рациональные способы размещения объектов и элементов городской территории для увеличения градостроительной и экономической ценности; анализировать существующую застройку и уровень ее благоустройства с учетом перспектив развития на основе проектной градостроительной документации Имеет практический опыт: проведения расчета элементов благоустройства городской среды и ресурсной оценки земель с учетом территориального планирования и использованием проектной градостроительной документации</p> |
| 1.Ф.09.М1.01 Базовые концепции логистического управления                     | <p>Знает: теоретические основы логистического управления, принципы организации и управления цепями поставок, методы оптимизации логистических процессов, критерии оценки эффективности логистических</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <p>операций, способы создания ценности для конечного потребителя через логистическое управление Умеет: анализировать логистические процессы в цепях поставок, выявлять проблемы и «узкие места» в логистических операциях, применять базовые концепции логистического управления для оптимизации процессов, рассчитывать ключевые показатели эффективности логистической деятельности, разрабатывать и внедрять меры по повышению эффективности логистических операций Имеет практический опыт: работы с инструментами и методами логистического анализа, планирования и координации логистических операций, принятия решений в условиях неопределённости и изменчивости внешней среды, мониторинга и контроля выполнения логистических планов и задач, взаимодействия с участниками цепи поставок для обеспечения согласованности и эффективности операций</p> |
| 1.Ф.09.М12.01 Литейные технологии заготовительного производства          | <p>Знает: Виды, особенности и оптимальные способы технологических операций литья Умеет: Осуществлять подбор технологической оснастки и оборудования для выполнения технологических операций литья Имеет практический опыт: Разработкой литейных технологий заготовительного производства</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.Ф.09.М7.02 Программные комплексы проектирования элементов двигателей   | <p>Знает: номенклатуру и функциональные возможности существующих программных комплексов для проектирования элементов двигателей; принципы работы и основные алгоритмы, используемые в программных комплексах для решения задач проектирования Умеет: решать прикладные задачи с использованием специализированных программных комплексов; интерпретировать результаты расчётов и моделирования, полученные с помощью программных комплексов Имеет практический опыт: решения прикладных задач с применением специализированных программных комплексов с учетом заданных ресурсов и ограничений</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.Ф.09.М14.01 Конкурентные рыночные структуры и механизмы их обеспечения | <p>Знает: основные формы рыночной концентрации, признаки недобросовестной конкуренции, доминирующего положения на рынке; функции и полномочия антимонопольных органов, инструменты реализации государственной конкурентной политики Умеет: анализировать процессы концентрации производства и деятельности естественных монополий; выявлять формы злоупотребления доминирующим положением на рынке, риски, угрозы, ограничения конкуренции Имеет практический опыт: владения методами анализа состояния конкурентной среды на товарных рынках; оценки экономических мер</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | господдержки развития конкуренции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.Ф.09.М1.02 Стратегии и принципы транспортной логистики                | <p>Знает: принципы и методы разработки стратегий транспортной логистики, основные показатели эффективности транспортных процессов и современные технологии и инновации в транспортной логистике</p> <p>Умеет: анализировать транспортные потоки и определять оптимальные маршруты доставки, рассчитывать и оптимизировать затраты на транспортировку, внедрять и адаптировать современные технологии и инновации в процессы транспортной логистики, оценивать эффективность реализованных стратегий и вносить коррективы при необходимости</p> <p>Имеет практический опыт: работы с программными продуктами для планирования и оптимизации транспортных маршрутов, навыка анализа данных и принятия решений на основе полученных результатов, координации и взаимодействия с участниками транспортных процессов, мониторинга и контроля выполнения логистических операций</p>                                                |
| 1.Ф.09.М10.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного   | <p>Знает: приемы планирования и выстраивания траектории профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном), способы формулировки цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка</p> <p>Умеет: планировать и выстраивать траекторию своего профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном) на основе навыков самоконтроля, формулировать цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка, а также исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>Имеет практический опыт: планирования траектории развития и совершенствования своих грамматических навыков на русском языке как иностранном, формулирования целей и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка</p> |
| 1.Ф.09.М14.02 Контрактная система в сфере закупок товаров, работ, услуг | <p>Знает: нормативно-законодательные акты, регламентирующие государственные закупки; принципы, состав и структуру контрактов на закупку продукции для государственных нужд</p> <p>Умеет: составлять пакет конкурсной документации, аукционной документации на закупку продукции для государственных нужд; проводить оценку конкурсных предложений на основе официального методического обеспечения; составлять основные элементы контракта на закупку продукции для государственных нужд</p> <p>Имеет практический</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                     | <p>опыт: оценки эффективности и анализа, влияющих на государственные и муниципальные закупки, функциональности применения инструментов управления государственными и муниципальными закупками</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>1.Ф.09.М5.01 Электронные устройства и средства автоматизации</p> | <p>Знает: Терминологию, основные определения; принципы действия и математического описания электронных элементов систем автоматизации; методы расчета электрических цепей аналоговых и цифровых электронных устройств; методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования электрических схем; основы конструирования радиоэлектронной аппаратуры включая разработку печатных плат; условные графические обозначения электронных приборов и устройств; цифровые и аналоговые устройства электронной техники; способы представления информации; основы дискретной математики и алгебры логики; государственные стандарты правил выполнения электрических схем; основы цифровой и импульсной техники; устройства сопряжения с объектом для цифровых систем; современную элементную базу электроники; информационную и библиографическую культуру в области электронной техники. Умеет: Решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области электронной техники; проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств; вести расчеты электрических цепей аналоговых и цифровых электронных устройств; применять методы моделирования процессов и систем; выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями; проектировать и разрабатывать печатные платы простейших электронных устройств систем автоматизации; составлять схемы замещения различных электронных устройств; проводить исследования электронных схем с использованием средств схемотехнического моделирования подбирать литературные источники для решения задач по тематике данной учебной дисциплины с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. Имеет практический опыт: Настройкой и отладкой электронных устройств; методиками расчета и экспериментального определения параметров электронных устройств, синтезом логических схем; современными техническими средствами и информационными технологиями в профессиональной области;</p> |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | прикладными программами для решения инженерных задач электроники и моделирования электронных схем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр) | <p>Знает: - Основные программные средства, применяемые при решении конструкторско-технологических задач; - Основные принципы работы в современных CAD-системах; - Современные CAD-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий; - Возможности развития собственного образования и совершенствования в производственно-технологической сфере; Умеет: - Использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности; - Использовать CAD- системы для оформления технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий; – Определять и использовать собственный потенциал в производственно-технологической области; Имеет практический опыт: - Использования прикладных программных средств при решении конструкторско-технологических задач; - Разработки решений прикладных задач в программной среде Mathcad; - Разработки с применением CAD-систем унифицированных конструкторско-технологических решений; - Организации собственного времени в процессе выполнения производственных заданий;</p> |
| Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)        | <p>Знает: основные прикладные программные средства, применяемые в профессиональной деятельности при решении конструкторско-технологических задач, знать их принципы работы и функциональные возможности, основные принципы разработки алгоритмов, применяемых в компьютерных программах при решении конструкторско-технологических задач Умеет: определять круг задач в рамках поставленной цели., использовать современные информационные технологии и основные прикладные программные средства, применяемые в профессиональной деятельности при решении конструкторско-технологических задач, разрабатывать алгоритмы, применяемые в компьютерных программах для решения конструкторско-технологических задач Имеет практический опыт: выбора оптимальных способов решения поставленных задач исходя из имеющихся средств и ограничений., применения основных прикладных программных средств, используемых в профессиональной деятельности при решении конструкторско-технологических задач, проектирования алгоритмов для решения</p>                                                                                                                                                       |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 5                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 64                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 71,5        | 71,5                       |
| Выполнение индивидуального проекта                                         | 71,5        | 71,5                       |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                        |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | диф.зачет                  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                     | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                      | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Построение проточной области. Экспорт геометрии                                                      | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Неструктурированные сетки Tetra                                                                      | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 3         | Структурированные сетки Hexa                                                                         | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 4         | Построение расчётной сетки в Workbench. Модуль для построения лопаточных машин                       | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 5         | Знакомство с ANSYS Fluent                                                                            | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 6         | Нестационарный расчёт в ANSYS Fluent                                                                 | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 7         | Расчет задач турбомашиностроения, (осевого ротора-статора)                                           | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 8         | Расчёт переноса пассивной механической примеси в потоке жидкости, (сепаратора механических примесей) | 12                                        | 6 | 6  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Построение проточной области. Экспорт геометрии. Параметрическое конструирование. Прямое моделирование. Экспорт и импорт геометрии.                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 2        | 2         | Неструктурированные сетки Tetra. Знакомство с сеточным генератором meshing. Основные инструменты. Модуль Geometry. Построение сетки. Построение пространственных неструктурированных расчетных сеток. Глобальный размер элемента. Измельчение сетки на границах. Проверка на ошибки. Неструктурированные расчётные сетки. Настройка параметров | 4            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | разбиения модели. Глобальный и локальные размеры. Создание областей локального сгущения.                                                                                                                                                                                    |   |
| 3 | 3 | Структурированные сетки Неха. Расчётная сетка. Разбиение рёбер на заданное количество узлов. Обзор основных критериев качества сетки.                                                                                                                                       | 4 |
| 4 | 4 | Модуль для построения лопаточных машин. Автоматическая генерация расчётной сетки. Количество узлов и элементов. Размер элементов. Измельчение расчётной сетки.                                                                                                              | 4 |
| 5 | 5 | Общее описание и интерфейс ANSYS Fluent. Импорт расчётной сетки. Дерево модели. Переменные. Выражения. Функции. Основные параметры задачи. Граничные условия. Стационарный расчёт.                                                                                          | 4 |
| 6 | 6 | Нестационарный расчёт в ANSYS Fluent. Время расчёта и шаг по времени. Невязки. Начальные условия. Графики. Анимация. Запись промежуточных результатов.                                                                                                                      | 4 |
| 7 | 7 | Расчет задач турбомашиностроения. Задание периодических границ. Типы интерфейсов: периодичность, интерфейс между рабочим колесом и направляющим аппаратом. Вращение области. Анализ результатов расчёта в постпроцессоре.                                                   | 4 |
| 8 | 8 | Расчёт переноса пассивной механической примеси в потоке жидкости, (сепаратора механических примесей). Lagrangian Particle Transport. Силы, действующие на твердые частицы. Моделирование в поле силы тяжести. Расчёт инерционного сепаратора частиц. Коэффициент сепарации. | 6 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                              | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Работа в оболочке ANSYS Workbench.                                                                                                                                                                                                                               | 1            |
| 2         | 1         | Построение проточной области. Экспорт геометрии                                                                                                                                                                                                                  | 1            |
| 3         | 2         | Построение геометрических объектов. Построение неструктурированной расчётной сетки. Настройка параметров разбиения модели. Глобальный и локальные размеры. Создание областей локального сгущения                                                                 | 2            |
| 4         | 2         | Построение структурированной гексагональной расчётной сетки. Создание сетки. Проверка качества сетки.                                                                                                                                                            | 2            |
| 5         | 3         | Моделирование течения в перемешивающей трубе. Знакомство с ANSYS Fluent. Импорт расчётной сетки. Задание граничных условий. Задание основных параметров решателя. Расчёт течения в перемешивающей трубе. Изучение основных способов и инструментов визуализации. | 4            |
| 6         | 4         | Построение расчётной сетки для осевой ступени.                                                                                                                                                                                                                   | 2            |
| 7         | 4         | Построение расчётной сетки с периодическими границами. Призматический слой. Безразмерный параметр $y^+$                                                                                                                                                          | 2            |
| 8         | 5         | Моделирование течения в перемешивающей трубе. Знакомство с ANSYS Fluent. Импорт расчётной сетки. Задание граничных условий. Задание основных параметров решателя. Расчёт течения в перемешивающей трубе. Изучение основных способов и инструментов визуализации. | 2            |
| 9         | 5         | Методы расчета несжимаемых и сжимаемых течений. Расчет вязкого течения в проточной части гидроаппаратуры.                                                                                                                                                        | 2            |
| 10        | 6         | Расчёт в ANSYS течения Пуазейля. Сравнение с аналитическим решением задачи                                                                                                                                                                                       | 4            |
| 11        | 7         | Моделирование течения в осевом роторе и статоре (Axial Rotor/Stator из ANSYS Fluent). Типы интерфейсов: периодичность, интерфейс между рабочим колесом и направляющим аппаратом. Вращение области. Анализ результатов расчёта в постпроцессоре.                  | 2            |

|    |   |                                                                                                                                          |   |
|----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 12 | 7 | Расчёт осевой ступени. Определение напора и КПД ступени                                                                                  | 2 |
| 13 | 8 | Моделирование сепарации твёрдых частиц. Lagrangian Particle Transport. Силы, действующие на твердые частицы                              | 3 |
| 14 | 8 | Моделирование сепарации твёрдых частиц. Моделирование в поле силы тяжести. Расчёт инерционного сепаратора частиц. Коэффициент сепарации. | 3 |

### 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 |
| Выполнение индивидуального проекта | см. Информационное обеспечение                                             | 5       | 71,5         |

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

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

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия   | Вес  | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Учитывается в ПА         |
|------|----------|------------------|-------------------------------------|------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 5        | Текущий контроль | Моделирование течения гидроаппарата | 0,25 | 100        | Баллы начисляются по следующей системе:<br>1 Импорт сетки -10 баллов<br>2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов<br>3 Создание выражений -10 баллов<br>4 Создание граничных условий - 10 баллов<br>5 Настройки начальных значений -10 баллов<br>6 Настройки параметров адаптации сетки -10 баллов<br>7 Настройки параметров решателя -10 баллов<br>8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent - 10 баллов<br>9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |                                                        |      |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|---|---|--------------------------|--------------------------------------------------------|------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |                                                        |      |     | CFXPost -10 баллов<br>10 Создание векторного графика скорости -10 баллов.<br>Баллы суммируются.<br>Рейтинг = суммарный балл * 1%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
| 2 | 5 | Текущий контроль         | Моделирование течения лопастной машины                 | 0,25 | 100 | Баллы начисляются по следующей системе:<br>1 Импорт сетки -10 баллов<br>2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов<br>3 Создание выражений -10 баллов<br>4 Создание граничных условий - 10 баллов<br>5 Настройки начальных значений -10 баллов<br>6 Настройки параметров адаптации сетки -10 баллов<br>7 Настройки параметров решателя -10 баллов<br>8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent - 10 баллов<br>9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS CFXPost -10 баллов<br>10 Создание векторного графика скорости -10 баллов.<br>Баллы суммируются.<br>Рейтинг = суммарный балл * 1% | дифференцированный зачет |
| 3 | 5 | Промежуточная аттестация | Зачет                                                  | -    | 100 | Зачет выставляется по текущему рейтингу.<br>Зачтено: 60-100% Не зачтено: 0-59%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | дифференцированный зачет |
| 4 | 5 | Текущий контроль         | Выполнение индивидуального проекта. Создание геометрии | 0,1  | 100 | Баллы начисляются по следующей системе:<br>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования;                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями;</p> <p>продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.</p> <p>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно:</p> <p>продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</p> <p>продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы;</p> <p>допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены</p> |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |   |                  |                                                                            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                                            |     | <p>ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p>                                                       |                          |
| 5 | 5 | Текущий контроль | <p>Выполнение индивидуального проекта.</p> <p>Создание расчетной сетки</p> | 0,1 | 100 <p>Баллы начисляются по следующей системе:</p> <p>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа</p> | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>на рассматриваемые вопросы.</p> <p>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого</p> |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |   |                  |                                                                                              |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                                                              |     |     | вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
| 6 | 5 | Текущий контроль | Выполнение индивидуального проекта.<br>Создание расчетной модели<br>проведение моделирования | 0,1 | 100 | <p>Баллы начисляются по следующей системе:<br/>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.<br/>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано</p> | дифференцированный зачет |

|   |   |         |            |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |
|---|---|---------|------------|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|   |   |         |            |     |     | <p>усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p> |                    |
| 7 | 5 | Текущий | Выполнение | 0,1 | 100 | Баллы начисляются по                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | дифференцированный |

|  |  |                                                                             |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|  |  | контроль индивидуального проекта.<br>Постобработка и анализ данных расчета. |  |  | <p>следующей системе:<br/>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.</p> <p>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> | зачет |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

|   |   |                  |                                                          |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                          |     |     | 74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.<br>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены. |                          |
| 8 | 5 | Текущий контроль | Выполнение индивидуального проекта.<br>Оформление отчета | 0,1 | 100 | Баллы начисляются по следующей системе:<br>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями;</p> <p>продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.</p> <p>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно:</p> <p>продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</p> <p>продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы;</p> <p>допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены</p> |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p> |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| дифференцированный зачет     | <p>Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> формуле: <math>R_d = R_{тек}</math>, где <math>R_{тек} = 0,25 KМ2 + 0,25 KМ3 + 0,1 KМ4 + 0,1 KМ5 + 0,1 KМ6 + 0,1 KМ7</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе улучшить свой результат при сдании промежуточной аттестации. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - <math>R_k = 85 \dots 100\%</math>; «Хорошо» - <math>R_k = 75 \dots 84\%</math>; «Удовлетворительно» - <math>R_k = 60 \dots 74\%</math>; «Неудовлетворительно» - <math>R_k = 0 \dots 59\%</math>.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                          | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                              | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| УК-2        | Знает: основы работы и проектирования гидравлических и пневматических машин; методы и инструменты моделирования гидравлических и пневматических машин; нормативная база проектирования гидравлических и пневматических машин | +    |   |   | + | + | + | + | + |
| УК-2        | Умеет: разработка и анализ моделей гидравлических и пневматических машин; решение задач оптимального проектирования гидравлических и                                                                                         | +    |   |   | + | + | + | + | + |



## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы                                           | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | ЭБС издательства Лань                    | Метод сопряженных градиентов. Многосеточный метод : учебно- методическое пособие / составители Р. К. Нариманов [и др.]. — Томск : ТГУ, 2019. — 19 с. — Текст : электронный <a href="https://e.lanbook.com/book/148671">https://e.lanbook.com/book/148671</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(04.02.2024)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.       | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 114-1<br>(2) | компьютер                                                                                                                                        |
| Лекции                          | 905<br>(36)  | компьютер, проектор                                                                                                                              |