

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.03.2026 23:20:25
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e9948801e21e110c29ac17679875407



**Образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора международного
инженерного института

_____ А. А. Панарин

«17» декабря 2025г

**Рабочая программа дисциплины
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

**Направление подготовки
24.03.02 Системы управления движением и навигация
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов»**

Форма обучения: очная, очно-заочная

Рабочая программа дисциплины «Расчет и конструирование гироскопических приборов». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 23с.

Рабочая программа дисциплины высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 февраля 2018 г. № 72 (с изменениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021г.); Профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<u>В. Н. Назаров, к. т. н.</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры систем управления движением и навигации 17.12.2025г., протокол №6

Заведующий кафедрой _____ /Е.А. Зибиров
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____ / О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Расчет и конструирование гироскопических приборов» является: привитие студентам навыков по формированию структуры, проведению расчетов элементов и разработке конструкций современных гироскопических приборов с использованием существующих компьютерных средств.

Основные задачи дисциплины: научить студентов составлять обобщенную математическую модель гироскопических приборов и проводить ее анализ; привить навыки по формированию структурной схемы гироскопического прибора в соответствии с требованиями технического задания; дать знания по расчету основных элементов гироскопического прибора; привить навыки обоснованного выбора элементов по соответствующим каталогам нормалей; привить навыки конструирования с использованием компьютерных программ.

Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ПК-4	Способен участвовать в работах по расчету и конструированию деталей и узлов блоков и приборов систем ориентации, стабилизации и навигации	ПК-4.1 Знает принцип работы блоков и приборов систем управления движением; средства создания трехмерных моделей ПК-4.2 Умеет выполнять расчет параметров блоков и приборов систем управления движением; создавать трехмерные модели деталей и сборочных единиц ПК-4.3 Владеет методиками расчета параметров конструкций; программными продуктами для разработки трехмерных моделей

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Расчет и конструирование гироскопических приборов» изучается в 7, 8 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)», образовательной программы по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов».

Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)

Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
7 семестр							
4	144	32	32		71		9 зачет с оценкой
8 семестр							
5	180	28	28		88		36 экзамен
Итого по дисциплине							
9	324	60	60		159		45

на очно-заочной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
7 семестр							
4	144	8	12		115		9 зачет с оценкой
8 семестр							
5	180	12	12		120		36 экзамен
Итого по дисциплине							
9	324	20	24		235		45

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
7 семестр						
Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы. Отчетная конструкторская документация.	4	4	10			18
Тема 2. Особенности работы гиросприборов на летательных аппаратах	4	4	10			18
Тема 3. Общие технические требования	4	4	10			18
Тема 4. Математические модели гиросприборов и их анализ	4	4	10			18
Тема 5. Погрешности гироскопических приборов	4	4	10			18
Тема 6. Расчет и выбор элементов гиросприбора	6	6	10			22
Тема 7. Разработка конструкции гиросприборов	6	6	11			23
зачет с оценкой					9	9
итого за 7 семестр	32	32	71		9	144
8 семестр						
Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов	4	4	14			22
Тема 9. Валы, оси и опоры гиросприборов	4	4	14			22
Тема 10. Опоры гиросприборов	4	4	14			22
Тема 11. Редукторы	4	4	14			22
Тема 12. Конструкция как объект производства	6	6	16			28

Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации	6	6	16			28
экзамен					36	36
итого за 8 семестр	28	28	88		36	180
Итого по дисциплине	60	60	159		45	324

Очно-заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
7 семестр						
Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы. Отчетная конструкторская документация.	2	2	7			11
Тема 2. Особенности работы гиросприборов на летательных аппаратах		2	7			9
Тема 3. Общие технические требования	2	2	7			11
Тема 4. Математические модели гиросприборов и их анализ		2	7			9
Тема 5. Погрешности гироскопических приборов	2	2	8			12
Тема 6. Расчет и выбор элементов гиросприбора		2	8			10
Тема 7. Разработка конструкции гиросприборов	2		8			10
зачет с оценкой					9	9
итого за 7 семестр	8	12	115		9	144
8 семестр						
Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов	2	2	20			24
Тема 9. Валы, оси и опоры гиросприборов	2	2	20			24
Тема 10. Опоры гиросприборов	2	2	20			24
Тема 11. Редукторы	2	2	20			24
Тема 12. Конструкция как объект производства	2	2	20			24
Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации	2	2	20			24
экзамен					36	36
итого за 8 семестр	12	12	120		36	180
Итого по дисциплине	20	24	235		45	324

Наименование разделов и тем	Содержание темы
7 семестр	
Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы. Отчетная конструкторская документация.	Этапы жизненного цикла технической системы: от идеи до внедрения. Виды проектной документации: техническое задание, технический проект, рабочая документация. Нормативно-техническая база: ГОСТы, стандарты ЕСКД и ЕСТД. Состав отчетной и конструкторской документации. Примеры оформления технического задания на разработку гироскопического прибора.
Тема 2. Особенности работы гироскопов на летательных аппаратах	Назначение гироскопических приборов в системах управления БПЛА. Условия эксплуатации: перегрузки, вибрации, температурные колебания. Влияние динамики движения ЛА на работу гироскопа. Требования к надежности, точности и массогабаритам в авиационной технике. Классификация гироскопов по принципу действия (механические, лазерные, MEMS и др.).
Тема 3. Общие технические требования	Формирование совокупности требований к гироскопическим приборам. Тактико-технические и эксплуатационные характеристики. Методы перевода общих требований в проектные ограничения. Анализ требований по точности, быстродействию, помехоустойчивости. Примеры формулирования технических требований для конкретного применения.
Тема 4. Математические модели гироскопов и их анализ	Основные уравнения динамики гироскопов. Моделирование поведения двухстепенных и трехстепенных гироскопов. Анализ реакции гироскопа на внешние воздействия. Методы линеаризации и переход к передаточным функциям. Использование программных средств для анализа моделей.
Тема 5. Погрешности гироскопических приборов	Классификация погрешностей: систематические, случайные, методические. Причины возникновения дрейфа, эффекты трения, неуравновешенности. Влияние конструктивных особенностей на уровень погрешностей. Методы компенсации и коррекции показаний. Примеры расчета погрешностей для реальных конструкций.
Тема 6. Расчет и выбор элементов гироскопа	Классификация чувствительных элементов: механические, лазерные, волоконно-оптические, MEMS. Подбор электронных компонентов: усилители, преобразователи, датчики угловых скоростей. Расчет нагрузок и условий работы элементов. Учет влияния внешних факторов на работоспособность элементов. Практические рекомендации по выбору элементной базы.
Тема 7. Разработка конструкции гироскопов	Процесс создания эскизного, технического и рабочего проектов. Принципы компоновки и размещения элементов внутри корпуса. Выбор материалов и технологий изготовления деталей. Тепловой и прочностной расчёт конструкции. Создание чертежей и сборочных единиц в САД-системах.
8 семестр	

Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов	Назначение привода вращения ротора гироскопа. Типы двигателей, применяемых в гироскопических устройствах (двигатели постоянного тока, синхронные, шаговые, бесколлекторные). Основные параметры выбора: момент инерции, скорость вращения, точность управления, массогабаритные характеристики. Условия эксплуатации и их влияние на выбор двигателя. Методика расчёта потребной мощности и момента двигателя. Примеры реализации в современных системах БПЛА.
Тема 9. Валы, оси и опоры гироскопических приборов	Функциональное назначение валов и осей в конструкции гироскопа. Конструктивные особенности валов: форма, материал, метод крепления. Расчёт валов на прочность, жёсткость, устойчивость вращения. Особенности работы валов в условиях вибраций, перегрузок, экстремальных температур. Понятие о балансировке вращающихся частей. Подшипники и способы крепления на валу.
Тема 10. Опоры гироскопических приборов	Классификация опор: подшипники качения, скольжения, магнитные, гидростатические, газовые. Основные характеристики опор: трение, износ, долговечность, нагрузочная способность. Особенности применения опор в условиях микрогравитации, вибраций и перегрузок. Методы компенсации зазора и люфта. Расчёт допустимых нагрузок и долговечности опор. Современные технологии снижения потерь на трение.
Тема 11. Редукторы	Назначение редукторов в гироскопических приборах. Классификация редукторов: цилиндрические, конические, планетарные, волновые. Передаточные отношения и их расчет. Требования к точности, КПД, массе и габаритам. Особенности применения в условиях ограниченного пространства и высокой надежности. Проектирование малоинерционных передач. Примеры использования в стабилизирующих платформах и системах ориентации.
Тема 12. Конструкция как объект производства	Понятие технологичности конструкции. Анализ технологичности деталей и узлов гироскопических приборов. Современные производственные технологии: фрезерование, токарная обработка, литьё, 3D-печать. Использование стандартных и унифицированных компонентов. Экономическая целесообразность изготовления. Автоматизация процессов сборки и контроля.
Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации	Основные требования к конструкции: надежность, ремонтпригодность, доступность обслуживания. Влияние условий эксплуатации на работоспособность конструкции: температура, давление, влага, вибрации. Защита от внешних воздействий: герметизация, амортизация, защитные покрытия. Диагностика состояния узлов и прогнозирование отказов. Примеры типовых неисправностей и методов их устранения. Жизненный цикл изделия и этапы технического обслуживания.

(Практические занятия)

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы.

Отчетная конструкторская документация.

1. Изучение этапов жизненного цикла технической системы.
2. Анализ начальных требований к изделию.
3. Работа с ГОСТами на разработку технического задания (ТЗ).
4. Подготовка структуры отчетной и конструкторской документации.
5. Практическая работа: составление ТЗ на проектируемый гироскопический прибор.

Тема 2. Особенности работы гироскопов на летательных аппаратах

1. Анализ условий эксплуатации гироскопических систем в составе БПЛА.
2. Влияние внешних факторов: перегрузки, вибрации, температурные колебания.
3. Учет особенностей движения ЛА при выборе типа гироскопа.
4. Практическая работа: анализ воздействующих факторов для конкретного типа БПЛА.

Тема 3. Общие технические требования

1. Формирование совокупности требований к гироскопическим приборам.
2. Критерии оценки качества: точность, надежность, массогабаритные показатели.
3. Методика перевода тактико-технических требований в проектные ограничения.
4. Практическая работа: формулирование технических требований к гироскопу для конкретного применения.

Тема 4. Математические модели гироскопов и их анализ

1. Получение уравнений движения чувствительных элементов гироскопов.
2. Моделирование динамики двухстепенных и трехстепенных гироскопов.
3. Аналитический расчет реакции гироскопа на внешнее воздействие.
4. Практическая работа: моделирование поведения гироскопического прибора.

Тема 5. Погрешности гироскопических приборов

1. Виды погрешностей: систематические, случайные, методические.
2. Причины возникновения дрейфа, эффекты неидеальности конструкции.
3. Методы компенсации и минимизации погрешностей.
4. Практическая работа: анализ влияния параметров конструкции на уровень погрешностей.

Тема 6. Расчет и выбор элементов гироскопа

1. Выбор типов чувствительных элементов (механические, лазерные, волоконно-оптические, MEMS).
2. Расчет нагрузок на подвижные части.
3. Подбор электронных компонентов: датчиков, усилителей, преобразователей.

4. Практическая работа: выбор и обоснование элементной базы для проектируемого гироскопического устройства.

Тема 7. Разработка конструкции гироскопических приборов

1. Проектирование общего вида и компоновки гироскопического прибора.
2. Выбор материалов, технологий изготовления, способов крепления.
3. Проработка тепловых режимов, защиты от внешних воздействий.
4. Практическая работа: создание эскизного проекта гироскопического прибора с оформлением чертежей в САД-системе.

Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов

1. Анализ требований к приводу вращения ротора гироскопа.
2. Критерии выбора двигателей: момент, скорость, точность, массогабаритные показатели.
3. Расчёт потребной мощности двигателя с учетом нагрузки.
4. Практическая работа: подбор электродвигателя для заданного режима работы.

Тема 9. Валы, оси и опоры гироскопических приборов

1. Определение конструктивных особенностей валов и осей в гироскопах.
2. Расчёт валов на прочность, жёсткость и устойчивость вращения.
3. Особенности установки и центровки валов в условиях вибрации и перегрузок.
4. Практическая работа: выполнение эскизного чертежа вала с указанием допусков и посадок.

Тема 10. Опоры гироскопических приборов

1. Классификация опор: подшипники качения, скольжения, газовые, магнитные.
2. Оценка влияния зазора, трения и износа на точность гироскопа.
3. Подбор опор по условиям эксплуатации (температура, вибрация, долговечность).
4. Практическая работа: расчёт долговечности подшипника качения при заданных нагрузках.

Тема 11. Редукторы

1. Назначение и виды редукторов в гироскопических системах.
2. Расчёт передаточного отношения и усилий в зубчатых зацеплениях.
3. Особенности проектирования малоинерционных и компактных редукторов.
4. Практическая работа: разработка простой зубчатой передачи с расчетом основных параметров.

Тема 12. Конструкция как объект производства

1. Технологичность конструкции: анализ с точки зрения изготовления и сборки.
2. Выбор технологий обработки деталей (токарная, фрезерная, литье, 3D-печать).
3. Применение стандартных и унифицированных компонентов.
4. Практическая работа: анализ технологичности конструкции одного узла гироскопического прибора.

Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации

1. Учет условий эксплуатации при проектировании: доступность обслуживания, ремонтпригодность, надежность.
2. Защита от внешних воздействий: пыль, влага, вибрации, перепады температур.
3. Методы диагностики и контроля состояния конструкции.
4. Практическая работа: разработка рекомендаций по техническому обслуживанию спроектированного узла.

Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается

конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
<p>Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы. Отчетная конструкторская документация.</p> <p>Тема 2. Особенности работы гиросприборов на летательных аппаратах</p> <p>Тема 3. Общие технические требования</p> <p>Тема 4. Математические модели гиросприборов и их анализ</p> <p>Тема 5. Погрешности гироскопических приборов</p> <p>Тема 6. Расчет и выбор элементов гиросприбора</p> <p>Тема 7. Разработка конструкции гиросприборов</p>	<p>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</p> <p>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</p> <p>- выполнение творческих работ;</p> <p>- участие в проведении научных экспериментов, исследований</p>
<p>Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов</p> <p>Тема 9. Валы, оси и опоры гиросприборов</p> <p>Тема 10. Опоры гиросприборов</p> <p>Тема 11. Редукторы</p> <p>Тема 12. Конструкция как объект производства</p> <p>Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации</p>	<p>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</p> <p>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</p> <p>- выполнение творческих работ;</p> <p>- участие в проведении научных экспериментов, исследований</p>

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль гироскопических приборов в современных системах навигации БПЛА
2. Эволюция гироскопических приборов: от механических до MEMS-гироскопов
3. Особенности проектирования гироскопических приборов для экстремальных условий эксплуатации
4. Проблема погрешностей в гироскопических системах и пути их минимизации
5. Выбор электродвигателей для приводов гироскопических приборов: компромисс между надежностью и массой
6. Значение опор и валов в обеспечении стабильной работы гироскопа
7. Современные тенденции в разработке редукторов для высокоточных гироскопических систем
8. Технологичность как важнейший фактор при конструировании гироскопических приборов
9. Конструкция гироскопического прибора с точки зрения ремонтпригодности и эксплуатационной устойчивости

¹ Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

10. Интеграция гироскопических приборов в цифровые системы управления беспилотными летательными аппаратами
11. Перспективы применения новых материалов и технологий (например, 3D-печати) в производстве гироскопов
12. Влияние требований стандартизации и унификации на процесс проектирования гироскопических систем
13. Влияние массогабаритных характеристик гироскопического прибора на выбор конструктивного исполнения в БПЛА
14. Сравнительный анализ различных типов опор в гироскопических устройствах: преимущества и недостатки
15. Особенности теплового расчета конструкции гироскопического прибора
16. Значение балансировки вращающихся частей в обеспечении стабильной работы гироскопа
17. Проблема совместимости элементов в составе гироскопического прибора: электрическая, тепловая, механическая
18. Экологические аспекты при проектировании и производстве гироскопических устройств
19. Использование CAD/CAE-систем в процессе разработки гироскопических приборов
20. Анализ отказов в гироскопических системах и пути повышения их надежности
21. Перспективы интеграции гироскопических приборов с инерциальными измерительными блоками (IMU)
22. Влияние требований заказчика на этапы проектирования гироскопического прибора
23. Гироскопические приборы в гражданских и военных системах: различия в требованиях и конструктивных решениях
24. Автоматизация процессов контроля и диагностики гироскопических приборов на этапе эксплуатации

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Тип задания
7 семестр	
Тема 1. Основные этапы проектирования новой технической системы. Отчетная конструкторская документация.	Изучить этапы жизненного цикла технической системы. Подготовить структуру ТЗ на проектирование гироскопического прибора (по ГОСТ). Привести примеры отчетной документации: технический отчет, паспорт изделия, инструкция по эксплуатации. Выполнить анализ нормативно-технической документации (ГОСТы ЕСКД/ЕСТД).
Тема 2. Особенности работы гироскопов на летательных аппаратах	Описать условия эксплуатации гироскопов в составе БПЛА. Провести анализ влияния перегрузок, вибраций и температур на работу прибора. Привести примеры применения различных типов гироскопов в авиационной технике. Подготовить краткое описание систем ориентации с использованием гироскопов.
Тема 3. Общие технические требования	Сформулировать совокупность требований к гироскопическому прибору: точность, надежность, массогабариты, энергопотребление. Перевести тактико-технические требования в проектные ограничения. Привести примеры количественных показателей для конкретного типа гироскопа. Выполнить ранжирование требований по степени важности.
Тема 4. Математические модели гироскопов и их анализ	Вывести уравнения движения чувствительного элемента двухстепенного гироскопа. Построить модель поведения гироскопа. Проанализировать реакцию на внешнее угловое воздействие. Исследовать влияние параметров конструкции на динамику прибора.

Тема 5. Погрешности гироскопических приборов	Классифицировать виды погрешностей: систематические, случайные, методические. Рассчитать уровень дрейфа гироскопа под действием трения и неидеальности опор. Предложить способы компенсации основных погрешностей. Привести примеры расчета погрешности для реального устройства.
Тема 6. Расчет и выбор элементов гироскопа	Выбрать тип чувствительного элемента (механический, MEMS, лазерный) для заданных условий. Подобрать электронные компоненты: усилители, преобразователи, датчики. Рассчитать нагрузки на конструктивные элементы. Обосновать выбор материалов и технологии изготовления.
Тема 7. Разработка конструкции гироскопа	Выполнить эскизный проект одного из узлов гироскопического прибора. Определить материал деталей и технологию изготовления. Выполнить тепловой и прочностной расчёт конструкции. Создать чертежи в САД-системе
8 семестр	
Тема 8. Выбор электродвигателей гироскопических приборов	Изучить типы двигателей, применяемых в гироскопах. Рассчитать потребляемую мощность и момент двигателя. Выбрать двигатель по каталогам производителей. Обосновать выбор с учетом массогабаритных и энергетических характеристик.
Тема 9. Валы, оси и опоры гироскопов	Выполнить расчет вала на прочность и жёсткость. Определить допуски и посадки для соединений. Выбрать тип подшипников и обосновать выбор. Привести рекомендации по балансировке вращающихся частей.
Тема 10. Опоры гироскопов	Классифицировать опоры по типу и назначению. Рассчитать долговечность подшипника качения. Объяснить влияние зазора и трения на точность измерений. Привести примеры использования магнитных или газовых опор.
Тема 11. Редукторы	Определить передаточное отношение редуктора. Рассчитать усилия в зубчатых зацеплениях. Выбрать тип редуктора для заданных условий работы. Привести примеры использования волновых и планетарных редукторов в гироскопах.
Тема 12. Конструкция как объект производства	Выполнить анализ технологичности конструкции. Определить способы обработки деталей (токарная, фрезерная, 3D-печать). Привести примеры унифицированных компонентов. Обосновать экономическое преимущество того или иного технологического решения.
Тема 13. Конструкция как объект эксплуатации	Определить основные факторы, влияющие на надежность конструкции. Привести рекомендации по диагностике и обслуживанию. Разработать мероприятия по защите от внешних воздействий. Подготовить перечень возможных отказов и способов их устранения.

Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
ПК-4 Способен участвовать в работах по расчету и конструированию деталей и узлов блоков и приборов систем ориентации, стабилизации и навигации		
ПК-4.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-4.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-4.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

6.2. Типовые вопросы и задания

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (к экзамену 7 семестр)

1. Жизненный цикл технической системы.
2. Этапы проектирования гироскопического прибора.
3. Требования к разработке технического задания по ГОСТ.
4. Виды отчетной конструкторской документации.
5. Нормативно-техническая база при проектировании (ЕСКД, ЕСТД).
6. Функциональное назначение гироскопических приборов в БПЛА.
7. Условия эксплуатации гироскопов на летательных аппаратах.
8. Влияние перегрузок, вибраций и температурных колебаний.
9. Классификация гироскопов по принципу действия.
10. Требования к надежности и точности в авиационной технике.
11. Тактико-технические характеристики гироскопических приборов.
12. Перевод общих требований в проектные ограничения.
13. Показатели качества гироскопических систем.
14. Требования по точности, быстродействию и помехоустойчивости.
15. Методы анализа соответствия конструкции заданным требованиям.
16. Основные уравнения динамики гироскопа.
17. Моделирование поведения двухстепенного гироскопа.
18. Анализ реакции гироскопа на внешнее воздействие.
19. Линеаризация моделей для инженерных расчетов.
20. Использование программных средств для моделирования гироскопов.
21. Классификация погрешностей гироскопов.
22. Причины возникновения дрейфа гироскопа.
23. Влияние трения, неуравновешенности и люфтов.
24. Способы компенсации систематических погрешностей.
25. Методы минимизации случайных и методических ошибок.
26. Типы чувствительных элементов гироскопов.
27. Подбор электронных компонентов для гироскопической системы.
28. Расчёт нагрузок на конструктивные элементы.
29. Влияние внешних факторов на работоспособность элементов.

30. Рекомендации по выбору элементной базы для БПЛА.
31. Этапы создания эскизного проекта гироскопического прибора.
32. Принципы компоновки и размещения элементов.
33. Выбор материалов и технологий изготовления деталей.
34. Тепловой расчёт конструкции.
35. Прочностной расчёт основных узлов.

**Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации
(к экзамену 8 семестр)**

1. Типы двигателей, применяемых в приводах гироскопов.
2. Критерии выбора двигателя: момент, скорость, массогабариты.
3. Расчёт потребной мощности двигателя.
4. Особенности применения бесколлекторных и синхронных двигателей.
5. Учет условий эксплуатации при выборе привода.
6. Конструктивные особенности валов и осей в гироскопах.
7. Расчёт валов на прочность и жёсткость.
8. Влияние балансировки вращающихся частей на точность.
9. Допуски и посадки при сборке валов.
10. Методы снижения влияния люфта и зазора.
11. Классификация опор: подшипники качения, скольжения, магнитные.
12. Влияние трения и износа на долговечность опор.
13. Расчёт долговечности подшипников качения.
14. Применение магнитных и газовых опор в высокоточных системах.
15. Компенсация зазора и вибрации в опорах.
16. Назначение редукторов в гироскопических устройствах.
17. Классификация редукторов: цилиндрические, планетарные, волновые.
18. Расчёт передаточного отношения редуктора.
19. Влияние редуктора на точность и быстродействие.
20. Применение малоинерционных передач в БПЛА.
21. Понятие технологичности конструкции.
22. Современные технологии изготовления деталей.
23. Использование стандартных и унифицированных компонентов.
24. Экономическая целесообразность изготовления конструкции.
25. Автоматизация процессов сборки и контроля.
26. Основные требования к конструкции с точки зрения надежности и долговечности.
27. Влияние условий эксплуатации на работоспособность конструкции гироскопического прибора.
28. Методы обеспечения ремонтпригодности и доступности обслуживания конструкции.
29. Защита гироскопических приборов от воздействия внешних факторов (температура, влага, пыль).
30. Применение герметизации и амортизации в конструкции гироскопических устройств.
31. Диагностика состояния узлов гироскопического прибора в процессе эксплуатации.
32. Прогнозирование отказов и планирование технического обслуживания.
33. Критерии оценки работоспособности конструкции в условиях эксплуатации.
34. Влияние вибраций и ударных нагрузок на долговечность элементов конструкции.
35. Особенности проектирования конструкций для работы в условиях перепадов температур.
36. Ремонтпригодность как фактор, влияющий на стоимость жизненного цикла изделия.
37. Требования к защите от электромагнитных помех в конструкции гироскопических приборов.
38. Анализ влияния конструктивных особенностей на простоту замены износившихся деталей.
39. Жизненный цикл гироскопического прибора и его этапы.
40. Современные подходы к повышению устойчивости конструкции к внешним воздействиям.

6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ПК-4	<p>1. Какой из перечисленных этапов относится к начальному этапу проектирования гироскопического прибора?</p> <p>А) Изготовление опытного образца Б) Выбор материала деталей В) Разработка технического задания Г) Настройка датчиков в составе системы</p> <p>2. Что не относится к основным требованиям, предъявляемым к гироскопическим приборам?</p> <p>А) Точность измерений Б) Массогабаритные характеристики В) Степень автоматизации управления Г) Эстетичный внешний вид</p> <p>3. Какой тип двигателя наиболее часто используется в приводах роторов гироскопов?</p> <p>А) Асинхронный двигатель Б) Шаговый двигатель В) Бесколлекторный двигатель постоянного тока Г) Двигатель внутреннего сгорания</p> <p>4. Какой параметр определяет долговечность подшипника качения?</p> <p>А) Угол наклона оси Б) Радиальная и осевая нагрузка В) Цвет покрытия Г) Плотность смазки</p> <p>5. Для чего выполняется тепловой расчет конструкции гироскопического прибора?</p> <p>А) Для определения стоимости производства Б) Для снижения массы устройства В) Для предотвращения деформаций от перегрева Г) Для увеличения скорости вращения</p> <p>6. Какое уравнение применяется для анализа динамики двухстепенного гироскопа?</p> <p>А) Уравнение Лагранжа второго рода Б) Уравнение Навье-Стокса В) Уравнение состояния идеального газа Г) Уравнение теплопроводности</p> <p>7. Какой тип погрешности вызван трением в опорах гироскопа?</p> <p>А) Случайная Б) Методическая В) Систематическая Г) Температурная</p> <p>8. Какой материал чаще всего используется для изготовления валов гироскопов?</p> <p>А) Алюминиевые сплавы Б) Углеродистые стали В) Полимеры</p>

	<p>Г) Керамика</p> <p>9. Какой фактор наиболее сильно влияет на точность MEMS-гироскопа?</p> <p>А) Цвет корпуса</p> <p>Б) Вибрации</p> <p>В) Форма упаковки</p> <p>Г) Тип программного обеспечения</p> <p>10. Какой вид редуктора обеспечивает минимальный люфт и высокую точность передачи?</p> <p>А) Цилиндрический</p> <p>Б) Червячный</p> <p>В) Волновой</p> <p>Г) Конический</p> <p>11. Какой метод используется для балансировки вращающихся частей гироскопа?</p> <p>А) Тепловая обработка</p> <p>Б) Статическая и динамическая балансировка</p> <p>В) Увеличение массы</p> <p>Г) Повышение жесткости корпуса</p> <p>12. Что понимается под технологичностью конструкции?</p> <p>А) Простота внешнего вида</p> <p>Б) Возможность быстрого демонтажа</p> <p>В) Обеспечение минимальной себестоимости при производстве</p> <p>Г) Совместимость с цифровыми системами управления</p> <p>13. Какой документ определяет состав и содержание требований к изделию на начальном этапе разработки?</p> <p>А) Паспорт изделия</p> <p>Б) Техническое задание</p> <p>В) Чертеж общего вида</p> <p>Г) Спецификация материалов</p> <p>14. Какой вид защиты используется для предотвращения воздействия влаги на элементы гироскопического прибора?</p> <p>А) Анодирование</p> <p>Б) Герметизация</p> <p>В) Порошковое покрытие</p> <p>Г) Термоусадочная изоляция</p> <p>15. Какой критерий не учитывается при выборе материала для деталей гироскопа?</p> <p>А) Коррозионная стойкость</p> <p>Б) Удельная стоимость</p> <p>В) Цвет металла</p> <p>Г) Тепловое расширение</p>
--	--

6.4. Оценочные шкалы

6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	<p>обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.
9. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания контрольной работы и эссе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;

	продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.4.4. Тестирование

Шкала оценивания

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену.

УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованные собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение

аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература²

1. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В.Ю. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2024. — 504 с. — ISBN 978-5-93808-417-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132914.html>

² Из ЭБС

2. Мещерин, В. Н. Детали машин и основы конструирования: учебно-методическое пособие / В. Н. Мещерин, В. И. Скуль. — Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 89 с. — ISBN 978-5-7264-3418-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140470.html>

Дополнительная литература³

1. Ганин Н. Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС–3DV12[Электронный ресурс]/Галкин Н.Б.–электронные текстовые данные. -М.: ДМК Пресс, 2010- 360 с.- Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/7996-> ЭБС «IPRbooks» по паролю

2. Янгулов, В. С. Детали машин. Волновые и винтовые механизмы и передачи: учебное пособие / В. С. Янгулов. — 2-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 183 с. — ISBN 978-5-4497-1242-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147250.html>

8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

³ Из ЭБС

2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p><u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стула, доска аудиторная навесная), стол преподавателя, стул преподавателя.</p> <p><u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер; мультимедийное оборудование (проектор, экран); стенд «Электрические Машины и Электропривод»; манипулятор «Электроника НЦТМ-01» с комплектом технической документации; автоматизированный привод ДПУ-120 с комплектом технической документации; установка по исследованию шагового двигателя DYNASIN 4SHG-023A 39S</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета</p>