

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.07.2025 20:59:29
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e1b9498e14fbb2f5eb80e294b6c17613985447



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

ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ, ЛИДЕРСТВА И МЕНЕДЖМЕНТА

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
международной экономики,
лидерства и менеджмента
_____/А. А. Панарин
«20» июня 2025г.

Рабочая программа дисциплины

ГИРОСТАБИЛИЗАТОРЫ ОПТИЧЕСКИХ 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

Москва

Рабочая программа дисциплины «Гиростабилизаторы оптических приборов». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, направленность (профиль): «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 24с.

Рабочая программа 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 2021 г.); 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:

В. Н. Назаров, к. т. н.

Ответственный рецензент:

О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент
кафедры Дистанционного зондирования и цифровой
картографии, ФГБОУ ВО «Государственный
университет по землеустройству»

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры цифровой экономики и инновационной деятельности 20.06.2025г., протокол №9

Заведующий кафедрой

_____/А. А. Панарин, д. э. н., профессор
(подпись)

Согласовано от библиотеки

_____/О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гиростабилизаторы оптических приборов» является изучение области применения, принципов построения и функционирования гиростабилизаторов оптических приборов.

Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- изучение области применения гиростабилизаторов оптических приборов и систем при многовариантном подходе к способам реализации чувствительных элементов и отдельных блоков;
- овладение принципами построения и функционирования гиростабилизаторов оптических приборов;
- формирование навыков расчета характеристик и параметров типовых гиростабилизаторов оптических приборов.

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-2	Способен разрабатывать математические модели узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации	ПК-2.1 Знает методы построения математических моделей; Знает математические модели метрологического обеспечения узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации; принципы построения систем ориентации и навигации; методы анализа и синтеза параметров систем управления движением и навигации ПК-2.2 Умеет проводить расчет параметров математических моделей; разрабатывать модели погрешностей навигационных систем; моделировать алгоритмы инерциальных систем ориентации и навигации; проводить расчет параметров систем управления движением и навигации ПК-2.3 Владеет навыками составления математических моделей и структурных схем; навыками проектирования систем управления движением и навигации

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гиростабилизаторы оптических приборов» изучается в 7 семестре, относится части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)», образовательной программы по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация (уровень бакалавриат), направленность (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.	Итог о	Ле кц ии	Лабо ратор ные занят ия	Практи ческие заняти я	Семи нары	Курсово е проекти рование	Самосто ятельная работа под руковод ством препода вателя	Самосто ятельная работа	Теку щий контр оль	Контроль, промежуточ ная аттестация
Семестр 7										
3	108	16		16				72		Зачет 4

**Тематический план дисциплины
Очная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практиче ские занятия	Самостоя тельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежут очная аттестаци я	Всего часов
Семестр 7						
Раздел 1. Элементы теории предела.						
Тема 1. Принципы работы гиростабилизаторов и их роль в оптических системах	2	2	9			13
Тема 2. Типы и конструкции гироскопических датчиков для оптических приборов	2	2	9			13
Тема 3. Сенсоры и исполнительные механизмы в гиростабилизационных системах	2	2	9			13
Тема 4. Системы управления гиростабилизаторами оптических приборов	2	2	9			13
Тема 5. Математическое моделирование динамики	2	2	9			13

гиростабилизированных платформ						
Тема 6. Методы повышения точности и скорости работы гиростабилизаторов	2	2	9			13
Тема 7. Практическое применение гиростабилизаторов в современных оптико-электронных и робототехнических системах	2	2	9			13
Тема 8. Техническое обслуживание и диагностика неисправностей гиростабилизационных систем	2	2	9			13
Зачет					4	4
Итого	16	16		72	4	108

Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание темы
Семестр 1		
Раздел 1. Элементы теории предела.		
1	Тема 1. Принципы работы гиростабилизаторов и их роль в оптических системах	Изучение физических принципов гиростабилизации, основных задач и требований к системам оптической стабилизации.
2	Тема 2. Типы и конструкции гироскопических датчиков для оптических приборов	Анализ классических и современных типов гироскопов: механические, лазерные, волоконно-оптические, МЭМС-гироскопы.
3	Тема 3. Сенсоры и исполнительные механизмы в гиростабилизационных системах	Изучение приводов, электромеханических и пьезоэлектрических исполнительных устройств, а также принципов обратной связи.
4	Тема 4. Системы управления гиростабилизаторами оптических приборов	Принципы построения механических и электронных систем управления, алгоритмы стабилизации.
5	Тема 5. Математическое моделирование динамики гиростабилизированных платформ	Построение математических моделей и проведение численного моделирования работы стабилизированных платформ.
6	Тема 6. Методы повышения точности и скорости работы гиростабилизаторов	Способы компенсации помех и искажений, оптимизация алгоритмов управления и фильтрации данных.

7	Тема 7. Практическое применение гиросtabilизаторов в современных оптико-электронных и робототехнических системах	Разбор конкретных примеров из авиастроения, робототехники, мобильных платформ и беспилотных летательных аппаратов.
8	Тема 8. Техническое обслуживание и диагностика неисправностей гиросtabilизационных систем	Методики тестирования, основные виды неисправностей, требования к обслуживанию и ремонту.

Занятия семинарского типа (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.

1. Физические основы и принципы гиросtabilизации. Основные задачи и требования к системам оптической стабилизации

- Понятие гиросtabilизации: цели и сферы применения
- Физические принципы работы гироскопа
- Основные задачи гиросtabilизирующих систем в оптических приборах
- Требования к точности, быстродействию, надежности
- Климатические, механические и эксплуатационные требования
- Влияние внешних воздействий: вибрации, удары, температура
- Роль стабилизации в качестве изображения и точности измерений
- Современные тенденции развития оптической стабилизации

2. Анализ типов гироскопов: механические, лазерные, волоконно-оптические, МЭМС-гироскопы

- Классификация гироскопов по принципу действия
- Устройство и работа механических гироскопов
- Лазерные гироскопы: принципы функционирования и достоинства
- Волоконно-оптические гироскопы: особенности и сферы применения
- МЭМС-гироскопы: конструкция и принципы работы
- Сравнительный анализ характеристик различных типов
- Критерии выбора гироскопа для определённых задач
- Перспективы развития и внедрения новых технологий

3. Привода, исполнительные устройства и системы обратной связи

- Классификация приводов для гиросtabilизации
- Электромеханические приводы: моторы, схемы включения, управление

- Пьезоэлектрические исполнительные устройства: принцип работы, преимущества, ограничения
- Применение гидравлических и других видов приводов
- Основные виды датчиков обратной связи: угловые, линейные, инерциальные
- Организация систем обратной связи для стабилизации, программная и аппаратная реализации
- Влияние характеристик исполнительных устройств на качество стабилизации
- Примеры компоновки приводных систем в приборостроении

4. Принципы построения механических и электронных систем управления, алгоритмы стабилизации

- Архитектура систем управления гиросtabilизаторами
- Организация управления вращением и удержанием платформы
- Общие алгоритмы стабилизации: П, ПИ, ПИД-регуляторы и адаптивные методы
- Особенности программной реализации алгоритмов стабилизации
- Аппаратное обеспечение систем управления
- Принципы построения резервируемых и отказоустойчивых систем
- Роль систем диагностики и предотвращения сбоев
- Современные тенденции развития управляющих систем

5. Математическое моделирование и численное моделирование стабилизированных платформ

- Основы построения математических моделей гиросtabilизированных платформ
- Кинематические, динамические модели и их параметры
- Моделирование нелинейных и стохастических процессов
- Выбор методов численного моделирования (методы Эйлера, Рунге-Кутты и др.)
- Проведение компьютерных экспериментов, анализ устойчивости
- Оценка влияния внешних помех и ошибок датчиков
- Использование пакетов MATLAB/Simulink и других САПР
- Оформление и интерпретация результатов моделирования

6. Методы компенсации помех, оптимизация алгоритмов управления и фильтрация данных

- Классификация помех, влияющих на работу гиросtabilизаторов
- Аппаратные и программные методы борьбы с помехами
- Адаптивные фильтры, цифровая обработка сигналов (DSP)
- Применение фильтра Калмана и его модификаций
- Оптимизация алгоритмов управления под условия внешних воздействий
- Методы подавления вибраций и дрейфа
- Интеграция фильтрации и управления в реальном времени
- Примеры повышения эффективности стабилизации за счёт оптимизации алгоритмов

7. Применение гиросtabilизаторов: примеры из авиастроения, робототехники, мобильных платформ и БПЛА

- Исторический обзор развития гиросtabilизаторов в различных областях
- Авиастроение: системы стабилизации для аэрофотосъёмки и навигации
- Робототехника: обеспечение точности навигации и управления
- Мобильные платформы: использование в автомобильной технике, морских судах
- Беспилотные летательные аппараты: особенности построения гиросtabilизаторов
- Разбор конкретных инженерных решений на примерах промышленных изделий
- Современные применения в гражданских и военных сферах
- Технологические вызовы и тенденции развития отрасли

8. Тестирование, эксплуатация, обслуживание и ремонт гиросtabilизированных систем

- Основные методы и этапы тестирования гиросtabilизированных платформ
- Диагностика неисправностей: аппаратная и программная
- Типовые неисправности и причины их возникновения
- Методы устранения неисправностей и профилактические меры
- Основные требования к техническому обслуживанию систем
- Документация и стандарты на техническое обслуживание
- Практические аспекты эксплуатации в различных условиях
- Рекомендации по повышению надёжности и безопасности эксплуатации

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
Тема 1. Принципы работы гиросtabilизаторов и их роль в оптических системах	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 2. Типы и конструкции гироскопических датчиков для оптических приборов	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 3. Сенсоры и исполнительные механизмы в гиросtabilизационных системах	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 4. Системы управления	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
гиростабилизаторами оптических приборов	учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 5. Математическое моделирование динамики гиростабилизированных платформ	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 6. Методы повышения точности и скорости работы гиростабилизаторов	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 7. Практическое применение гиростабилизаторов в современных оптико-электронных и робототехнических системах	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 8. Техническое обслуживание и диагностика неисправностей гиростабилизационных систем	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований

5.1 Примерная тематика эссе¹

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

1. Физические основы работы гиростабилизаторов: от простого гироскопа к современным системам.
2. Роль гиростабилизации в повышении точности оптических приборов.
3. Исторический обзор развития гиростабилизации в оптике.
4. Влияние гиростабилизированных платформ на качество изображений.
5. Сравнительный анализ механических и оптических гироскопов.
6. Современные MEMS-гироскопы: преимущества и недостатки в оптике.
7. Влияние конструктивных особенностей гироскопических датчиков на эффективность стабилизации.
8. Перспективные направления развития гироскопических сенсоров для оптики.
9. Использование датчиков положения и скорости в гиростабилизационных платформах.
10. Электромеханические исполнительные механизмы: шаговые двигатели и сервоприводы.
11. Особенности проектирования приводных систем для гиростабилизаторов.
12. Интеграция современных сенсоров в гиростабилизационные системы.
13. Алгоритмы управления гиростабилизированной платформой.
14. Роль цифровой обработки сигналов в системах управления гиростабилизацией.
15. Использование методов адаптивного управления в гиростабилизаторах.
16. Проблемы и решения при реализации систем управления высокого быстродействия.
17. Построение математических моделей гиростабилизированных систем.
18. Методы расчёта динамических характеристик гиростабилизаторов.
19. Роль компьютерного моделирования в проектировании гиростабилизированных объектов.
20. Использование Matlab/Simulink для моделирования гиростабилизационных платформ.
21. Современные подходы к повышению точности гиростабилизации.
22. Аппаратные и программные методы компенсации ошибок гиростабилизаторов.
23. Вклад алгоритмов цифровой фильтрации в улучшение характеристик гиростабилизаторов.
24. Влияние внешних факторов на точность и скорость работы, и методы их компенсации.
25. Применение гиростабилизаторов в аэрокосмических оптико-электронных системах.
26. Использование гиростабилизации в наземных и морских робототехнических комплексах.
27. Роль гиростабилизаторов в военной и гражданской наблюдательной технике.
28. Перспективы внедрения гиростабилизации в бытовую и мобильную электронику.
29. Организация технического обслуживания гиростабилизаторов.
30. Основные методы диагностики и поиска неисправностей в гиростабилизационных системах.
31. Автоматизация процесса технического обслуживания гиростабилизированных платформ.
32. Особенности ремонта современных гиростабилизаторов.

5.2 Примерные задания для самостоятельной работы

1. Исследовать работу гироскопических стабилизаторов на неподвижном основании и качающемся объекте. Проанализировать особенности поведения стабилизаторов в зависимости от используемого чувствительного элемента. Уделить внимание вопросам устойчивости гиростабилизаторов и погрешностям их работы.
2. Изучить устройство, принцип действия и свойства двухстепенного гироскопа на примере датчика угловых скоростей. Зарисовать схему скоростного гироскопа и определить направление прецессии, зарисовать схему лабораторной установки и записать принцип её работы.
3. Рассмотреть гиростабилизатор ЗГСП, предназначенный для угловой стабилизации оптических приборов по трём координатам. Описать особенности его конструкции,

например, автономность и использование внутреннего карданова подвеса гантельного типа.

4. Изучить гиростабилизатор 4ГСП, предназначенный для угловой стабилизации кино- и телеаппаратуры по трём координатам. Описать его конструкцию, например, трехосную индикаторную гиростабилизированную платформу с волоконно-оптическими гироскопами и оригинальный карданов подвес в виде рам из лёгкого материала.
5. Рассмотреть гиростабилизатор на трёхстепенном астатическом гироскопе. Описать его технические характеристики, например, диаметр — 200 мм, длину — 210 мм, массу ГС и полезной нагрузки — 6 кг, погрешность стабилизации — не более 1 угл.мин при перегрузках.
6. Рассмотреть малогабаритные ГС оптической аппаратуры на миниатюрных чувствительных элементах (волоконно-оптических гироскопах, динамически настраиваемом гироскопе, микромеханических гироскопах).
7. Изучить системы ориентирования гиростабилизаторов.
8. Рассмотреть кинематику систем стабилизации и наведения, установленных в двухосных кардановых подвесах. Они обеспечивают стабилизацию качки основания и наведение оптической ЛВ.

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-2 Способен разрабатывать математические модели узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации		
ПК-2.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-2.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-2.3	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 зачету)

1. Опишите основные физические принципы работы гиростабилизаторов.
2. Для чего применяются гиростабилизаторы в оптических системах?
3. Как гиростабилизация влияет на эксплуатационные характеристики оптико-электронных систем?

4. Перечислите основные типы гироскопических датчиков и опишите принцип их работы.
5. В чем различие между классическим механическим, волоконно-оптическим и MEMS-гироскопами?
6. Почему важен выбор типа гироскопа для конкретной оптической задачи?
7. Какие типы сенсоров используются в гиросtabilизационных системах?
8. Опишите основные исполнительные механизмы, применяемые для управления стабилизируемыми платформами.
9. Как обеспечивается обратная связь в гиросtabilизационных системах?
10. Опишите структуру системы управления гиросtabilизатором.
11. Какие задачи решаются с помощью обратной связи в системах стабилизации?
12. Что такое устойчивость системы управления гиросtabilизатором?
13. Какие уравнения описывают динамику гиросtabilизированной платформы?
14. Как учитываются внешние возмущения при моделировании системы?
15. Для чего необходимо математическое моделирование при разработке гиросtabilизаторов?
16. Перечислите основные методы повышения точности гиросtabilизаторов.
17. Как повысить быстродействие системы стабилизации?
18. Какие ошибки гиросtabilизаторов считаются основными и как их компенсировать?
19. Приведите примеры применения гиросtabilизаторов в робототехнике.
20. Как гиросtabilизация повышает эффективность оптико-электронных систем?
21. К каким результатам может привести отсутствие гиросtabilизации в технике?
22. Какие виды профилактического обслуживания применяются к гиросtabilизационным системам?
23. Как осуществляется диагностика неисправностей гиросtabilизатора?
24. Назовите типичные признаки неисправности гиросtabilизационной системы.

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-2	1. Какова основная функция гиросtabilизатора в оптических системах? a) Увеличение яркости изображения b) Стабилизация положения оптической системы c) Усиление сигнала датчиков d) Снижение энергопотребления 2. На каком физическом принципе основана работа гиросtabilизатора? a) Электромагнитной индукции b) Сохранения углового момента c) Электростатического притяжения d) Теплового расширения 3. Как гиросtabilизатор влияет на качество изображения в движущихся системах? a) Уменьшает разрешение b) Устраняет дрожание и вибрации c) Увеличивает шумы

	d) Замедляет обработку изображения 4. Какой тип гироскопа наиболее часто используется в оптических приборах? a) Волоконно-оптический гироскоп b) Механический гироскоп с ротором c) Электростатический гироскоп d) Магнитный гироскоп 5. Что является основным преимуществом волоконно-оптических гироскопов? a) Высокая механическая прочность b) Отсутствие движущихся частей c) Низкая стоимость производства d) Простота конструкции 6. Какой параметр является ключевым для оценки качества гироскопического датчика? a) Масса датчика b) Угловая чувствительность c) Цвет корпуса d) Потребляемая мощность 7. Какую функцию выполняют сенсоры в гиросtabilизационных системах? a) Управляют электропитанием b) Измеряют угловые скорости и положения c) Усиливают сигнал управления d) Охлаждают систему 8. Какой исполнительный механизм чаще всего используется для коррекции положения платформы? a) Гидравлический привод b) Электромагнитный привод c) Пневматический привод d) Механический рычаг 9. Что обеспечивает обратная связь в гиросtabilизационной системе? a) Сенсоры положения и скорости b) Источник питания c) Корпус устройства d) Кабель связи 10. Какой тип управления чаще всего применяется в современных гиросtabilизаторах? a) Открытый контур b) Замкнутый контур с обратной связью c) Ручное управление d) Импульсное управление 11. Что является основным элементом системы управления гиросtabilизатором? a) Микроконтроллер или процессор b) Источник света c) Механический рычаг d) Аккумулятор 12. Какой параметр системы управления влияет на быстродействие гиросtabilизатора? a) Время отклика b) Цвет корпуса c) Вес устройства
--	---

	d) Длина кабеля 13. Какой метод чаще всего используется для математического моделирования динамики гиросtabilизированных платформ? a) Метод конечных элементов b) Метод Монте-Карло c) Дифференциальные уравнения движения d) Метод проб и ошибок 14. Что описывает уравнение динамики гиросtabilизированной платформы? a) Электрические характеристики системы b) Взаимодействие сил и моментов, действующих на платформу c) Цвет и форма платформы d) Потребление энергии
--	---

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 5/3 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 6/3 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	обучающийся должен: - 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	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

6.4.2. 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	Обучающийся должен: - 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	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

6.4.3. 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: - 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: - 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: - 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: - 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 организованное 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 последствий 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 готовиться 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 зрениями 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. Варданян, В. А. Полупроводниковая фотоника в телекоммуникациях (полупроводниковые лазеры, оптические усилители) : учебное пособие для СПО / В. А. Варданян. — Саратов : Профобразование, 2025. — 111 с. — ISBN 978-5-4488-2482-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/150115.html>

2. Казаков, В. Д. Моделирование электрических схем. Приборы с программным обеспечением : учебное пособие / В. Д. Казаков. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-2081-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144654.html>

Дополнительная литература³

4. Фотоника и оптоинформатика: волоконно-оптические квантовые генераторы : учебно-методическое пособие / Ю.А. Конин [и др.]. — Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-398-03187-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/151529.html>

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

5. Шушнова Т.В. Оптические интерфейсы передачи данных. Ч.1 : учебное пособие / Шушнова Т.В., Шушнов М.С.. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024. — 93 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/149526.html>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

Интернет-ресурсы

URL: <https://www.IPRsmarthop.ru/> – электронно-библиотечная система IPRsmart.

Информационно-справочные и поисковые системы

Справочная правовая система «КонсультантПлюс»: <http://www.con-sultant.ru>

Современные профессиональные базы данных

URL:<http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование»

URL:<http://www.prilib.ru> – Президентская библиотека

URL:<http://www.rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека

URL:<http://elibrary.rsl.ru/> – сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)

URL:<http://elib.gnpbu.ru/> – сайт Научной педагогической электронной библиотеки им. К.Д. Ушинского

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Комплект лицензионного программного обеспечения

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Antivirus Business Edition договор № ИС00-006348 от 14.10.2022 г. (срок действия до 13.10.2025 г.)

Программное обеспечение «Мираполис» система вебинаров - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, от 27.06.2024 г., срок действия с 01.07.2024 по 31.07.2025 г.)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Программное обеспечение отечественного производства:

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Электронно-библиотечная система:

Электронная библиотечная система (ЭБС): <http://www.iprbookshop.ru/>

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стула, доска аудиторная навесная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 1; мультимедийное оборудование (проектор, экран), демонстрационная модель «Углы Эйлера» ТМ-ДМ-УЭ-014, одноосевой электромеханический блок, комплект измерительных блоков с гироскопическими датчиками (MEMS акселерометр; MEMS гироскоп), беспроводной маршрутизатор, комплект силовых кабелей и соединительных проводов, комплект электронных плакатов «Навигационные системы. Гироскопы».
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета