

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.03.2026 23:20:01
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e0948301121e10e29ac017679875407



**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
ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ И ИНТЕГРИРОВАННЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**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 «Инерциальные и интегрированные навигационные системы». 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 «Инерциальные и интегрированные навигационные системы» является: получение студентами необходимых сведений по принципиальным аспектам построения и алгоритмам функционирования автономных инерциальных навигационных систем платформенного и бесплатформенного типов; освоение знаний, умений и навыков в использовании интегрированных навигационных систем, применяя современные средства вычислительной техники.

Основные задачи дисциплины: ознакомление с методами инерциальной навигации, изучение физико-теоретических основ современных систем управления движением и навигации на основе платформенных и бесплатформенных инерциальных навигационных систем; изучение методов построения алгоритмов ориентации и навигации; формирование умения разрабатывать математические модели ошибок инерциальных датчиков и системы в целом; формирование навыков моделирования и построения алгоритмов обработки информации для инерциальных навигационных систем авиационных, морских, наземных и других подвижных объектов; развитие логического мышления при решении проектных задач; освоение передового отечественного и зарубежного опыта в области теоретических основ работы навигационных систем; освоение современных методов фильтрации и управления; умение учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности; получение опыта построения математических и компьютерных моделей систем навигации и управления, а также их составных частей; формирование умения работы с пакетами прикладных программ в методах исследования навигационных систем.

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 «Инерциальные и интегрированные навигационные системы» 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		44		36 экзамен
8 семестр							
4	144	28	28		52		36 экзамен
Итого по дисциплине							
8	288	60	60		96		72

на очно-заочной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
7 семестр							
4	144	12	20		76		36 экзамен
8 семестр							
4	144	12	20		76		36 экзамен
Итого по дисциплине							
8	288	24	40		152		72

**Тематический план дисциплины
Очная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
7 семестр						
Раздел 1. Инерциальные навигационные системы						
Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным навигационным системам	4	4	4			12
Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода счисления	4	4	6			14
Тема 1.3. Автономные платформенные инерциальные системы навигации (ИСН)	4	4	6			14

Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС	4	4	6			14
Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС	4	4	6			14
Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС)	4	4	6			14
Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС	4	4	6			14
Тема 1.8. Модель ошибок БИНС	4	4	4			12
экзамен					36	36
итого за 7 семестр	32	32	44		36	144
8 семестр						
Раздел 2. Интегрированные навигационные системы						
Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы.	7	7	13			27
Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы.	7	7	13			27
Тема 2.3. Постобработка навигационной информации	7	7	13			27
Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.	7	7	13			27
экзамен					36	36
итого за 8 семестр	28	28	52		36	144
Итого по дисциплине	60	60	96		72	288

Очно-заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
7 семестр						
Раздел 1. Инерциальные навигационные системы						
Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным	2	2	9			13

навигационным системам						
Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода счисления	2	2	9			13
Тема 1.3. Автономные платформенные инерциальные системы навигации (ИСН)	2	2	9			13
Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС	2	2	9			13
Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС	2	2	9			13
Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС)	2	2	9			13
Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС		4	10			14
Тема 1.8. Модель ошибок БИНС		4	10			14
экзамен					36	36
итого за 7 семестр	12	20	76		36	144
8 семестр						
Раздел 2. Интегрированные навигационные системы						
Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы.	2	4	64			70
Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы.	2	4	66			72
Тема 2.3. Постобработка навигационной информации	4	6	66			76
Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.	4	6	66			76
экзамен					36	36
итого за 8 семестр	12	20	76		36	144
Итого по дисциплине	24	40	152		72	288

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Раздел 1. Инерциальные навигационные системы	
Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным навигационным системам	Определение навигации и её виды. Классификация инерциальных систем навигации (платформенные и бесплатформенные). Анализ требований к точности, надёжности, времени автономной работы. Примеры применения ИНС в БПЛА, подводных аппаратах, наземной технике.
Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода исчисления	Инерциальный способ определения координат местоположения объекта. Инерциальная навигация на плоской поверхности. Навигация на сферической Земле. Маятник, не возмущаемый ускорениями точки подвеса. Период Шулера. Акселерометр. Особенности измерения ускорения. Фигура Земли. Географические координаты.
Тема 1.3. Автономные платформенные инерциальные системы навигации (ИСН)	Виды координат. Принципы построения ИНС. ИНС полуаналитического типа. ИНС геометрического типа. Классификация платформенных ИСН. Уравнения, функциональные и структурные схемы ИНС.
Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС	Методики получения моделей ошибок ИНС. Методические и инструментальные составляющие ошибок ИНС. Уравнения ошибок инерциальных навигационных систем. Определение при помощи ИНС ориентации корпуса объекта.
Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС	Методы начальной выставки. Общая постановка задачи коррекции. Краткий обзор методов оптимального и субоптимального оценивания линейных систем. Калибровка и выставка инерциальных навигационных систем. Основные виды навигационной информации, дополнительной по отношению к инерциальной. Формирование сигналов коррекции.
Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС)	БИНС с акселерометрами и ДУС. Акселерометрические БИНС. БИНС на неуправляемых гироскопах БИНС на акселерометрах и ДУС БИНС с углами Эйлера- Крылова.
Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС	Уравнение Пуассона. БИНС с двумя уравнениями Пуассона. БИНС с одним уравнением Пуассона. БИНС с параметрами Родрига – Гамильтона. Кватернионы. Кватернионные матрицы. Кинематическое уравнение для кватерниона. Анализ алгоритмов БИНС. Начальная выставка БИНС.
Тема 1.8. Модель ошибок БИНС	Элементарный анализ ошибок БИНС. Векторная модель ошибок БИНС. Скалярная модель ошибок БИНС. Уравнения ошибок БИНС в определении параметров ориентации.
Раздел 2. Интегрированные навигационные системы	
Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы.	Основные понятия и определения интегрированных навигационных систем. Архитектура и классификация. Принципы построения комплексных систем навигации. Методы формализованного описания

	структур. Виды взаимодействия измерительных каналов в составе интегрированной навигационной системы. Критерии выбора архитектуры интегрированной системы.
Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы.	Характеристики основных типов навигационных измерительных приборов (ИНС, СНС, датчики скорости, высотомеры и др.). Модели погрешностей инерциальных измерительных блоков (гироскопов и акселерометров). Модели погрешностей спутниковых навигационных систем. Методы сравнительного анализа точностных характеристик измерительных приборов. Влияние моделей погрешностей на эффективность фильтрации в ИНС
Тема 2.3. Постобработка навигационной информации.	Концепция постобработки: цель, этапы, применяемые инструменты. Методы уточнения траектории после завершения полёта или движения. Объединение данных от разных датчиков в единую модель. Практические примеры постобработки: БПЛА, наземные роботы, мобильные картографические системы. Оценка качества постобработки: сравнение с эталонными данными, вычисление среднеквадратических отклонений.
Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.	Основы функционирования спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou). Режимы работы СРНС: автономный, дифференциальный, кинематический, RTK и т.д. Особенности применения СРНС в составе интегрированных систем. Модели погрешностей спутниковых измерений: ошибки эфемерид, ионосферные и тропосферные задержки, многолучевость. Алгоритмы обработки сигналов спутниковых систем в условиях ограниченной видимости.

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.

Раздел 1. Инерциальные навигационные системы

Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным навигационным системам

1. Исторические аспекты развития систем навигации
2. Требования к инерциальным навигационным системам

3. Особенности инерциальных систем для беспилотных устройств
4. Современные тенденции и перспективы развития

Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода счисления

1. Принцип измерения линейного ускорения и угловой скорости.
2. Интегрирование ускорений для получения скорости и координат.
3. Влияние погрешностей на точность вычислений.
4. Гравитационная и инерционная составляющие ускорения.

Тема 1.3. Автономные платформенные инерциальные системы навигации (ИСН)

1. Устройство платформенной ИНС: гироскопы, акселерометры, карданный подвес.
2. Режимы стабилизации платформы.
3. Преимущества и недостатки платформенных систем.
4. Примеры современных конструкций.

Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС

1. Источники погрешностей: несовершенство ДУС и акселерометров, трение, температурный дрейф.
2. Модели ошибок: константа, случайное блуждание, марковский процесс.
3. Методы коррекции ошибок.

Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС

1. Задачи начальной выставки: определение начального положения и ориентации.
2. Алгоритмы самообучения.
3. Методы калибровки датчиков: статическая и динамическая.
4. Обработка экспериментальных данных.

Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС)

1. Отличия БИНС от платформенных систем.
2. Математическая стабилизация вместо механической.
3. Роль кватернионов и матриц направляющих косинусов.
4. Особенности программной реализации.

Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС

1. Архитектура БИНС: ИМУ, процессор, программное обеспечение.
2. Формирование уравнений движения.
3. Численные методы интегрирования.
4. Проблемы дрейфа и накопления ошибок.

Тема 1.8. Модель ошибок БИНС

1. Источники ошибок в БИНС: дрейф гироскопа, смещение акселерометра, шумы.
2. Модели ошибок состояния и наблюдения.
3. Влияние ошибок на точность траектории.
4. Подходы к компенсации ошибок.

Раздел 2. Интегрированные навигационные системы

Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы.

1. Определение интегрированной навигационной системы.
2. Компоненты: ИНС, СНС, одометр, магнитометр, барометр, видеоданные.
3. Модели состояния и наблюдений.
4. Архитектуры интеграции: слабосвязанная / тесносвязанная / сверхтесносвязанная.

Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы.

1. Сравнение моделей погрешностей: гироскопы, акселерометры, GPS, одометрия.
2. Стохастические и детерминированные модели.
3. Выбор модели для конкретного фильтра (Калмана, частиц и др.).
4. Влияние модели на качество оценки.

Тема 2.3. Постобработка навигационной информации.

1. Концепция постобработки: цель и этапы.
2. Использование данных после завершения полёта/движения.
3. Программное обеспечение: RTKLIB, Python.
4. Оценка качества: сравнение с эталоном, среднеквадратичная ошибка.

Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.

1. Режимы работы СНС.
2. Модели погрешностей: ионосферная и тропосферная задержки, многолучевость, ошибки часов.
3. Коррекция ошибок с использованием двухчастотных сигналов.
4. Особенности использования в составе интегрированных систем.

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
Раздел 1. Инерциальные навигационные системы Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным навигационным системам Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода исчисления Тема 1.3. Автономные платформенные инерциальные системы навигации (ИСН) Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС Тема 1.8. Модель ошибок БИНС	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно-методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Раздел 2. Интегрированные навигационные системы	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно-

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы. Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы. Тема 2.3. Постобработка навигационной информации. Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.	методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль инерциальных навигационных систем в обеспечении автономности беспилотных летательных аппаратов
2. Сравнительный анализ платформенных и бесплатформенных инерциальных систем
3. Проблема дрейфа в бесплатформенных инерциальных системах и пути её решения
4. Модели ошибок инерциальных измерительных блоков: от теории к практике
5. Начальная выставка как ключевой этап подготовки ИНС к работе
6. Кватернионы в задачах описания ориентации: почему они важны?
7. Перспективы использования MEMS-гироскопов в высокоточных навигационных системах
8. Как ИНС помогает в условиях отсутствия спутниковых сигналов?
9. Значение интеграции ИНС и СНС в современных системах навигации
10. Фильтр Калмана: золотой стандарт обработки данных в интегрированных системах
11. Модели ошибок в интегрированных системах: от простого к сложному
12. Режимы работы GPS/ГЛОНАСС и их применение в составе интегрированных систем
13. Постобработка навигационной информации: почему она важна для исследовательских задач
14. Интеграция IMU с видеосенсорами: будущее навигации без GPS
15. Особенности построения интегрированных систем для наземных, воздушных и подводных аппаратов
16. Применение машинного обучения для исправления ошибок в интегрированных навигационных системах
17. Интеграция ИНС с одометрией: преимущества и ограничения
18. Интеграция магнитометра и барометра в единую систему навигации
19. Беспилотные автомобили и дроны: что общего в их навигационных системах?
20. ИНС и безопасность: как повысить отказоустойчивость навигационных систем
21. Изучение применения гироскопов и акселерометров в системах виртуальной реальности.
22. Этика использования автономных систем: кто несет ответственность за ошибки в навигации?

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Тип задания
Раздел 1. Инерциальные навигационные системы Тема 1.1. Понятие навигации. Требования к инерциальным навигационным системам Тема 1.2. Принципиальные основы инерциального метода исчисления Тема 1.3. Автономные платформенные	1. Дать определение понятию «навигация». Привести классификацию навигационных систем (инерциальные, спутниковые, радиотехнические и др.). Перечислить ключевые требования к ИНС: точность, надежность, автономность, отказоустойчивость. Подготовить сравнительную таблицу различных типов навигационных систем по указанным параметрам.

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

<p>инерциальные системы навигации (ИСН) Тема 1.4. Модели ошибок автономных платформенных ИНС Тема 1.5. Начальная выставка и калибровка ИНС Тема 1.6. Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) Тема 1.7. БИНС на акселерометрах и ДУС Тема 1.8. Модель ошибок БИНС</p>	<p>2. Объясните принцип измерения линейного ускорения и угловой скорости. Вывести формулы перехода от ускорений к скорости и координатам. Опишите влияние погрешностей акселерометра и гироскопа на точность вычисления траектории. Выполнить численное интегрирование модельных данных и проанализировать рост ошибки во времени. 3. Описать устройство платформенной ИСН: карданный подвес, гироскопы, акселерометры. Объясните принцип стабилизации платформы относительно инерциальной системы координат. Проанализировать достоинства и недостатки платформенных систем. Составить схему взаимодействия компонентов платформенной ИСН. 4. Перечислите основные источники погрешностей в платформенных ИСН. Опишите модели ошибок: константа, случайное блуждание, марковский процесс. Построить график зависимости ошибки положения от времени при различных моделях дрейфа. Предложить способы исправления ошибок в платформенных системах. 5. Опишите этапы начальной выставки ИНС: определение начального положения и ориентации. Объясните алгоритмы самостоятельной работы. Реализовать простую программу калибровки акселерометра по данным с нескольких позиций. Выполнить имитацию начальной выставки ИНС в условиях покоя.</p>
<p>Раздел 2. Интегрированные навигационные системы Тема 2.1. Формализация структуры интегрированной навигационной системы. Тема 2.2. Сравнение моделей погрешностей навигационных измерителей интегрированной навигационной системы. Тема 2.3. Постобработка навигационной информации. Тема 2.4. Спутниковые навигационные системы. Режимы работы. Модели погрешностей.</p>	<p>1. Дать определение интегрированной навигационной системе. Перечислите основные компоненты: ИНС, СНС, одометр, магнитометр, барометр. Создать формальную запись модели состояния и наблюдения. Изобразить структурную схему ИНС + GPS и описать обмен данными. 2. Сравнить модели погрешностей: гироскопы, акселерометры, GPS, одометрия. Определить наиболее подходящую модель для конкретного фильтра (например, Калмана). Провести анализ влияния различных моделей на качество оценки состояния. Составить сравнительную таблицу по сложности реализации и эффективности. 3. Опишите этапы постобработки: сбор данных, фильтрация, коррекция, анализ. Построить графики траекторий до и после коррекции. Вычислить среднеквадратичную ошибку и сравнить результаты с эталонными данными. 4. Перечислите основные источники погрешностей: ионосфера, тропосфера, многолучевость. Объясните способы исправления ошибок с помощью двухчастотных сигналов. Провести сравнительный анализ режимов GPS по точности на основе реальных данных.</p>

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 экзамену 7 семестр)

1. Принципы построения инерциальных навигационных систем
2. Классификация инерциальных навигационных систем по конструктивным особенностям
3. Абсолютный метод определения параметров движения
4. Основные элементы инерциального измерительного модуля
5. Устройство и принцип действия акселерометров
6. Устройство и принцип действия гироскопических датчиков
7. Методы измерения угловых скоростей в инерциальных системах
8. Системы координат, используемые при моделировании инерциальных навигационных систем
9. Математическая модель функционирования бесплатформенной инерциальной навигационной системы
10. Уравнения относительного движения в инерциальной системе координат
11. Уравнения пересчёта координат между различными системами отсчёта
12. Алгоритмы вычисления курса, тангажа и крена
13. Особенности функционирования маятниковых акселерометров
14. Волоконно-оптические и лазерные гироскопы: устройство и особенности
15. Погрешности инерциальных измерительных блоков
16. Дрейф гироскопов как источник ошибки в инерциальных системах
17. Смещение нуля акселерометров и его влияние на точность
18. Нелинейность и масштабный коэффициент датчиков
19. Температурные погрешности инерциальных датчиков
20. Методы калибровки инерциальных измерительных модулей
21. Ошибки начальной выставки инерциальной системы
22. Причины и последствия ошибок начальной ориентации
23. Методы начальной выставки инерциальных систем
24. Связь между ошибками измерений и их распространением в выходных параметрах

25. Уравнения ошибок инерциальной навигационной системы
26. Решение уравнений ошибок для случая горизонтальной навигации
27. Оценка влияния погрешностей датчиков на точность определения положения и скорости
28. Возможности коррекции инерциальных систем с помощью внешних источников информации
29. Особенности применения инерциальных систем на подвижных объектах
30. Обработка сигналов в цифровых инерциальных системах
31. Использование инерциальных систем в составе бортового оборудования беспилотных аппаратов
32. Требования к инерциальным системам в условиях ограниченного энергопотребления
33. Перспективы развития инерциальных технологий
34. Использование MEMS-датчиков в современных инерциальных системах
35. Сравнение характеристик различных типов инерциальных измерительных модулей

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

1. Концепция комплексирования в навигационных системах
2. Архитектура интегрированной навигационной системы
3. Принципы построения интегрированных навигационных систем
4. Виды взаимодействия каналов измерителей в составе ИНС
5. Структуры автономной, спутниковой и инерциальной навигации
6. Формализация структур интегрированных навигационных систем
7. Критерии выбора архитектуры интегрированной системы
8. Модели состояния в задачах фильтрации
9. Модели наблюдений в интегрированных навигационных системах
10. Уравнения состояния дискретной и непрерывной систем
11. Принцип работы фильтра Калмана в интегрированных системах
12. Расширенный фильтр Калмана (EKF) и его применение
13. Упрощённые алгоритмы фильтрации в реальном времени
14. Устойчивость и сходимости процесса оценивания
15. Корреляционные свойства шумов в моделях ИНС
16. Методы формирования матриц ковариаций процесса и измерений
17. Выбор входных возмущений и их влияние на точность фильтрации
18. Проблемы линеаризации в расширенном фильтре Калмана
19. Построение информационного обеспечения интегрированных систем
20. Оценка достоверности и целостности навигационной информации
21. Спутниковые радионавигационные системы как источник коррекции
22. Режимы работы спутниковых систем в составе ИНС
23. Особенности применения GPS/ГЛОНАСС в составе интегрированных систем
24. Дифференциальные режимы спутниковых систем
25. RTK-технологии и их интеграция с ИНС
26. Использование спутниковых данных в условиях ограниченной видимости
27. Модели погрешностей спутниковых измерений
28. Ионосферные и тропосферные задержки в спутниковых сигналах
29. Многолучевое распространение сигнала как источник ошибок
30. Методы обнаружения и исключения аномальных измерений (RAIM)
31. Использование дополнительных датчиков в интегрированных системах
32. Датчики воздушной скорости, высотомеры, магнитометры
33. Модели погрешностей дополнительных датчиков
34. Способы интеграции измерений от одометра или доплеровского лага
35. Комбинирование информации от нескольких источников
36. Анализ точностных характеристик интегрированной системы
37. Методы сравнения эффективности различных архитектур ИНС
38. Оценка влияния качества внешних измерений на общую точность

39. Эффективность использования инерциальной системы в качестве основы комплексированной системы
40. Сравнение характеристик автономных и интегрированных навигационных систем
41. Особенности применения ИНС в условиях ограниченной доступности внешних источников
42. Постобработка навигационной информации
43. Двухпроходные алгоритмы фильтрации
44. Применение фильтра Калмана с обратным временем
45. Программные средства для постобработки навигационных данных
46. Стандарты обмена навигационной информацией (RINEX, NMEA и др.)
47. Анализ и интерпретация результатов постобработки
48. Методы верификации и тестирования интегрированных систем
49. Стендовые испытания навигационных систем
50. Летные испытания комплексированных систем
51. Методы анализа точности и надежности ИНС
52. Использование ИНС в составе бортового оборудования БПЛА
53. Требования к интегрированным системам на борту беспилотных аппаратов
54. Особенности навигации БПЛА в городской застройке и закрытых помещениях
55. Перспективы развития интегрированных навигационных технологий
56. Применение искусственного интеллекта в задачах навигации и фильтрации
57. Многосенсорная фузия информации в навигационных системах
58. Проблемы согласования шкал времени и синхронизации датчиков
59. Современные программные пакеты моделирования ИНС (например, MATLAB/Simulink, ROS)
60. Методы имитационного моделирования интегрированных навигационных систем
61. Техническая реализация интегрированных систем на базе одноплатных компьютеров
62. Энергоэффективные решения в построении ИНС
63. Обеспечение отказоустойчивости в интегрированных навигационных системах
64. Применение ИНС в гражданских и военных беспилотных системах
65. Перспективы создания полностью автономных систем навигации

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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какой тип инерциальной системы не требует использования платформы? <ol style="list-style-type: none"> А) Гироскопическая В) Бесплатформенная С) Азимутальная Д) Кольцевая 2. Что измеряет акселерометр в инерциальной системе? <ol style="list-style-type: none"> А) Угловую скорость В) Линейное ускорение С) Магнитное поле Д) Высоту над уровнем моря 3. Какой фильтр наиболее часто используется в интегрированных навигационных системах для оценки состояния? <ol style="list-style-type: none"> А) Фильтр Чебышёва В) Фильтр Баттерворта С) Фильтр Калмана Д) Медианный фильтр

4. Что описывает модель ошибок инерциальной системы?
- A) Траекторию движения объекта
 - B) Изменение атмосферного давления
 - C) Влияние внешних возмущений на показания датчиков
 - D) Дрейф гироскопов и смещение акселерометров
5. Какой режим спутниковой системы позволяет достигать сантиметровой точности?
- A) Автономный
 - B) Дифференциальный
 - C) RTK
 - D) SBAS
6. Что такое RAIM в контексте спутниковых навигационных систем?
- A) Режим автоматической идентификации маяков
 - B) Алгоритм увеличения скорости передачи данных
 - C) Метод обнаружения и исключения аномальных спутниковых сигналов
 - D) Протокол связи между модулями ИНС
7. Какой датчик может быть использован для коррекции курса БПЛА при слабом сигнале GPS?
- A) Барометрический высотомер
 - B) Магнитометр
 - C) Одометр
 - D) Лазерный дальномер
8. Что представляет собой бесплатформенная инерциальная система?
- A) Система с механической стабилизированной платформой
 - B) Система, использующая только GPS
 - C) Система без выделенной физической платформы, где датчики установлены непосредственно на объекте
 - D) Система с оптическими датчиками
9. Какой параметр влияет на точность фильтра Калмана при оценке состояния ИНС?
- A) Цвет корпуса датчика
 - B) Температура окружающей среды
 - C) Ковариационные матрицы процесса и шума измерений
 - D) Уровень заряда батареи
10. Какой стандарт используется для хранения и обмена данными спутниковых измерений?
- A) ASCII
 - B) NMEA
 - C) RINEX
 - D) JSON
11. Что происходит с точностью инерциальной системы при отсутствии внешней коррекции?
- A) Точность остаётся постоянной
 - B) Ошибки растут линейно со временем
 - C) Ошибки растут квадратично со временем
 - D) Система автоматически переключается на аварийный режим
12. Какой из следующих факторов наиболее сильно влияет на погрешности GPS в городской застройке?
- A) Солнечная активность

	<p>В) Многолучевость С) Влажность воздуха D) Температура</p> <p>13. Какой подход используется для повышения точности после завершения навигационного сеанса? А) Онлайн-фильтрация В) Постобработка С) Предварительная калибровка D) Статическая выставка</p> <p>14. Какой из следующих элементов не является частью инерциального измерительного блока (IMU)? А) Акселерометр В) Гироскоп С) GPS-приёмник D) Микроконтроллер</p> <p>15. Какой вид комплексирования предполагает объединение информации от нескольких датчиков в единую модель состояния? А) Параллельное В) Последовательное С) Центральное D) Все вышеперечисленные</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;

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 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. Самойлова, Е. М. Интегрированные системы проектирования и управления. Цифровое управление инженерными данными и жизненным циклом изделия: учебное пособие / Е. М. Самойлова. — 2-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 283 с. — ISBN 978-5-4497-3420-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142073.html>

2. Попова, Н. В. Микропроцессорная техника: учебное пособие / Н. В. Попова, А. Э. Сидорова, В. Ф. Сватов. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. — 88 с. — ISBN 978-5-9961-3155-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145127.html>

Дополнительная литература³

1. Гаврющенко, А. П. Автоматизированные интегрированные системы управления процессами деятельности авиапредприятия: учебник / А. П. Гаврющенко. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 244 с. — ISBN 978-5-4486-0149-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72793.html>

2. Электромеханические и программные системы рулевого управления электрической беспилотной сельскохозяйственной платформы: монография / Е. О. Гаранин, И. В. Гурин, Г. М. Израелян [и др.]. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 106 с. — ISBN 978-5-7890-2180-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144966.html>

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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)
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**

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; мультимедийное оборудование (проектор, экран); стенд МЭМС-датчики (микроэлектромеханические системы); плакаты: инерциальные МЭМС-модули.
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета