

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шамрай-Курбатова Лидия Викторовна
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2026 10:08:49
Уникальный программный ключ:
b1e4399771b07e18f31755456972d73b2ccfc531

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Основы аэронавигации БАС

(Наименование дисциплины)

09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Экономики и управления

Год набора

2026

| Вид учебной деятельности | Трудоемкость (объем) дисциплины | |
|---|---------------------------------|--------------------|
| | Очная форма | Очно-заочная форма |
| | д | в |
| Зачетные единицы | 3 | 3 |
| Общее количество часов | 108 | 108 |
| Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями: | 32 | 16 |
| – Лекционные (Л) | 16 | 8 |
| – Практические (ПЗ) | 16 | 8 |
| – Лабораторные (ЛЗ) | | |
| – Семинарские (СЗ) | | |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРО) | 40 | 56 |
| К (Р-Г) Р (П) (+;-) | | |
| Тестирование (+;-) | | |
| ДКР (+;-) | | |
| Зачет (+;-) | | |
| Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов)) | | |
| Экзамен (+;- (Кол-во часов)) | 36 | 36 |

Волгоград 2026

Содержание

| | |
|---|----|
| Раздел 1. Организационно-методический раздел..... | 3 |
| Раздел 2. Тематический план..... | 5 |
| Раздел 3. Содержание дисциплины | 7 |
| Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся..... | 12 |
| Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся..... | 14 |
| Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами) | 19 |
| Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 19 |
| Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии..... | 25 |
| Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 27 |

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Основы авионавигации БАС» входит в часть дисциплин Б1.В.07, формируемых участниками образовательных отношений подготовки обучающихся по направлению Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект».

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-2. Способен разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие

Дескрипторы профессиональных компетенций:

ПК-2.1. - Способен формализовать требования и разрабатывать технические спецификации программных компонентов, включая компоненты анализа данных и искусственного интеллекта

ПК-2.2. - Способен разрабатывать и согласовывать спецификации взаимодействия программных компонентов и интерфейсов, включая API интеллектуальных сервисов

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения **индикаторов компетенций**:

| Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция | Код и наименование дескриптора компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС) |
|---|--|--|
| | ПК-2.1. Способен формализовывать требования и разрабатывать технические спецификации программных компонентов, включая компоненты анализа данных и искусственного интеллекта ПК-2.2. Способен разрабатывать и согласовывать спецификации взаимодействия программных компонентов и интерфейсов, включая API интеллектуальных сервисов | Знает: ИД-1 ПК 2.1. Методы и приемы формализации задач D/02.6 ИД-2 ПК 2.2. Методы и средства проектирования программных интерфейсов D/02.6 Умеет: ИД-3 ПК 2.1. Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений D/02.6 ИД-4 ПК 2.2. Осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами D/02.6 Имеет навыки и (или) опыт: ИД-5 ПК 2.1. Осуществление контроля выполнения заданий D/02.6 ИД-6 ПК 2.2. Осуществление обучения и наставничества D/02.6 |

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки «09.03.03 Прикладная информатика», направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»**

| № | Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно) | Последующие дисциплины |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Учебная практика (Технологическая (проектно-технологическая) практика) | Прикладной искусственный интеллект в БАС |
| 2 | Учебная практика (Эксплуатационная практика) | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 3 | Основы аэродинамики и динамики полетов БАС | Производственная практика (Технологическая (проектно-технологическая) практика) |
| 4 | | Производственная практика (Эксплуатационная практика) |
| 5 | | Производственная практика (Преддипломная практика) |
| 6 | | |

Последовательность формирования компетенций в указанных дисциплинах может быть изменена в зависимости от формы и срока обучения, а также преподавания с использованием дистанционных технологий обучения.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **09.03.03 Прикладная информатика**;
- Учебного плана направления подготовки **09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»** 2026 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

| № | Тема дисциплины | Трудоемкость | | | | Код индикатора и дескриптора достижения компетенций |
|---|---|--------------|--------------------|-------------|-----|--|
| | | Всего | Аудиторные занятия | | СРО | |
| | | | Л | ПЗ (ЛЗ, СЗ) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | 7 | 2 | | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | 9 | 2 | 2 | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | 7 | 2 | | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | 11 | 2 | 4 | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру | 9 | 2 | 2 | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | 7 | 2 | | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики. | 7 | 2 | | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |

| | | | | | | |
|--|--|------------|-----------|-----------|-----------|--|
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | 15 | 2 | 8 | 5 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| Вид промежуточной аттестации (Эк-замен) | | 36 | | | | |
| Итого | | 108 | 16 | 16 | 40 | |

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

| № | Тема дисциплины | Трудоемкость | | | | Код индикатора и дескриптора достижения компетенций |
|---|---|--------------|--------------------|-------------|-----|--|
| | | Всего | Аудиторные занятия | | СРО | |
| | | | Л | ПЗ (ЛЗ, СЗ) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | 7 | | | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | 7 | | | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | 9 | 2 | | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | 11 | 2 | 2 | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру | 9 | 2 | | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая | 9 | | 2 | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 |

| | | | | | | |
|--|---|------------|----------|----------|-----------|--|
| | история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | | | | | ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики | 7 | | | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | 13 | 2 | 4 | 7 | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| Вид промежуточной аттестации (Эк-замен) | | 36 | | | | |
| Итого | | 108 | 8 | 8 | 56 | |

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации

Аэронавигация как наука, основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации: системы координат, измерение времени.

Тема 2. Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС

Понятие карты, картографической проекции. Виды аэронавигационных карт: полетные, маршрутно-полетные и пр. Основные условные обозначения, используемые в аэронавигации. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС: система подачи планов полетов (СППИ), Небосвод и др

Тема 3. Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра

Аэронавигационные понятия и элементы: полет, траектория полета, линия пути, высота полета, заданная и фактическая линия пути, магнитный путевой угол и др. Метеорологическое и навигационное направление ветра, магнитное склонение.

Тема 4. Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей

Навигационный треугольник скоростей. Скорость ветра, воздушная и путевая скорость летательного аппарата. Угловые параметры навигационного треугольника скоростей: угол сноса, магнитный путевой угол, магнитный курс, угол ветра и др. Основные зависимости навигационного треугольника скоростей. Порядок расчета навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей.

Тема 5. Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру

Классификация высот полета: истинная, относительная, абсолютная, барометрическая. Понятие эшелона полета. Полуциркулярная система эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру. Прочие технические средства измерения высоты полета. Понятие потолка полета. Практический, теоретический, динамический потолок полета.

Тема 6. Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС

Комплекс средств аэронавигации: общая классификация и характеристика (ГНСС, ДГНСС, инерциальная система, системы на основе компьютерного зрения, радиотехнические средства навигации). Характеристика, принципы работы ГНСС и ДГНСС. Описание автоматизированных систем управления БПЛА на основе ГНСС.

Тема 7. Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики

Инерциальная измерительная единица (IMU): понятие, общая характеристика, возможности и ограничения измерений. Состав и основные характеристики датчиков инерциальной системы (гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометрический высотомер, оптический, радиотехнические и пр. датчики). Эксплуатационные аспекты использования инерциальной системы БАС (особенности перевозки и хранения, калибровка IMU).

Тема 8. Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта

Автоматизированные системы навигации БАС на основе компьютерного зрения. Алгоритмы вычисления навигационных параметров на основе ОФК (оптимального фильтра Кальмана). Нейросетевые технологии оценки погрешностей инерциальных навигационных систем (ИНС) и прогноза навигационных параметров.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

| № | Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия |
|----------|---|
| 1 | 2 |
| ПЗ 1 | Решение практических задач по определению координат точек на поверхности земли на основе системы геодезических координат WGS-84, определению времени на основе UTC. |
| ПЗ 2 | Работа в автоматизированные информационных системах обеспечения полетов БАС: СППИ, Небосвод и др. |
| ПЗ 3 | Решение задач на вычисление метеорологического и навигационного направления ветра, пересчета угловых навигационных параметров с учетом магнитного склонения |
| ПЗ 4 | Решение задач на основе навигационного треугольника скоростей: вычисление угла сноса и путевой скорости на основе заданной истинной скорости, направления и скорости ветра, определение требуемой истинной скорости и угла сноса на основе заданного времени полета воздушного судна. |
| ПЗ 5 | Расчет высоты полета на основе барометрической модели, решение задач по определению требуемого эшелона полета воздушных судов |
| ПЗ 6 | Работа с беспилотными летательными аппаратами в автоматических режимах полета с использованием ГНСС (формирование автоматических миссий, использование функции RTN и пр.) |
| ПЗ 7 | Работа с инерциальной системой БПЛА: калибровка, настройка системы. Рас- |

| | |
|------|--|
| | смотрение примеров вычислений навигационных параметров на основе данных инерциальных датчиков |
| ПЗ 8 | Программирование и управление полетом БАС с использованием ИИ-технологий и компьютерного зрения (работа с БАС с модулем ИИ, машинного зрения, программирования Python и автономных сценариев, например, Геоскан Пионер Мини 2) |

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

| № | Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия |
|------|---|
| 1 | 2 |
| ПЗ 4 | Решение задач на основе навигационного треугольника скоростей: вычисление угла сноса и путевой скорости на основе заданной истинной скорости, направления и скорости ветра, определение требуемой истинной скорости и угла сноса на основе заданного времени полета воздушного судна. |
| ПЗ 6 | Работа с беспилотными летательными аппаратами в автоматических режимах полета с использованием ГНСС (формирование автоматических миссий, использование функции RTN и пр.) |
| ПЗ 8 | Программирование и управление полетом БАС с использованием ИИ-технологий и компьютерного зрения (работа с БАС с модулем ИИ, машинного зрения, программирования Python и автономных сценариев, например, Геоскан Пионер Мини 2) |

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

| № | Тема занятия | Вид учебного занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | % учебного времени |
|---|---|----------------------|---|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |

| | | | | |
|-------|---|----|---|------------|
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотемеру | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| Итого | | | | 25% |

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

| № | Тема занятия | Вид учебного занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | % учебного времени |
|----------|--|----------------------|---|--------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интел- | ПЗ | Групповое решение задач, Работа в малых группах, Взаимооценка результатов | 25 |

| | | | |
|-------|-------|--|------------|
| | лекта | | |
| Итого | | | 25% |

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

| № | Тема дисциплины | № во-просов | № рекомендуе-мой литературы |
|---|---|-------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | 1-2 | 1, 2 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | 3-6 | 1, 2 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | 7-8 | 1, 2 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | 9-13 | 1, 2 |
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру | 14-17 | 1, 2 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | 18-19 | 4 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики | 20-22 | 4 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | 23-25 | 3 |

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Аэронавигация как наука, основные задачи аэронавигации
2. Геоинформационные основы аэронавигации: системы координат, измерение времени.
3. Понятие карты, картографической проекции.
4. Виды аэронавигационных карт: полетные, маршрутно-полетные и пр.
5. Основные условные обозначения, используемые в аэронавигации.
6. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС: система подачи планов полетов (СППИ), Небосвод и др
7. Аэронавигационные понятия и элементы: полет, траектория полета, линия пути, высота полета, заданная и фактическая линия пути, магнитный путевой угол и др.
8. Метеорологическое и навигационное направление ветра, магнитное склонение.
9. Навигационный треугольник скоростей.
10. Скорость ветра, воздушная и путевая скорость летательного аппарата.
11. Угловые параметры навигационного треугольника скоростей: угол сноса, магнитный путевой угол, магнитный курс, угол ветра и др.
12. Основные зависимости навигационного треугольника скоростей.
13. Порядок расчета навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей.

14. Классификация высот полета: истинная, относительная, абсолютная, барометрическая.
15. Понятие эшелона полета. Полуциркулярная система эшелонирования в РФ.
16. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру. Прочие технические средства измерения высоты полета.
17. Понятие потолка полета. Практический, теоретический, динамический потолок полета.
18. Комплекс средств аэронавигации: общая классификация и характеристика (ГНСС, ДГНСС, инерциальная система, системы на основе компьютерного зрения, радиотехнические средства навигации).
19. Характеристика, принципы работы ГНСС и ДГНСС. Описание автоматизированных систем управления БПЛА на основе ГНСС.
20. Инерциальная измерительная единица (ИМУ): понятие, общая характеристика, возможности и ограничения измерений.
21. Состав и основные характеристики датчиков инерциальной системы (гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометрический высотомер, оптический, радиотехнические и пр. датчики).
22. Эксплуатационные аспекты использования инерциальной системы БАС (особенности перевозки и хранения, калибровка ИМУ).
23. Автоматизированные системы навигации БАС на основе ИИ и компьютерного зрения.
24. Алгоритмы вычисления навигационных параметров на основе ОФК (оптимального фильтра Кальмана).
25. Нейросетевые технологии оценки погрешностей инерциальных навигационных систем (ИНС) и прогноза навигационных параметров.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе учебно-методического комплекса по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Очная форма обучения (полный срок)

| № | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Оценочные средства | | | |
|---|---|--------------------|-------------|-----|--|
| | | Л | ПЗ (ЛЗ, СЗ) | СРО | Код индикатора и дескриптора достижения компетенций |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эшелонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Гло- | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 |

| | | | | | |
|---|---|----|----|-----|--|
| | бальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | | | | ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

| № | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Оценочные средства | | | |
|---|---|--------------------|-------------|-----|--|
| | | Л | ПЗ (ЛЗ, СЗ) | СРО | Код индикатора и дескриптора достижения компетенций |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Аэронавигация как наука. Основные задачи аэронавигации. Геоинформационные основы аэронавигации | | | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 2 | Аэронавигационные карты: виды, основные условные обозначения. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС | | | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 3 | Основные аэронавигационные понятия и элементы. Метеорологическое и навигационное направление ветра | УО | | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 4 | Навигационный треугольник скоростей. Расчет навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 5 | Классификация высот полета. Потолок полета. Понятие эшелона полета, система полукругового эше- | УО | | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 |

| | | | | | |
|---|--|----|----|-----|--|
| | лонирования в РФ. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру | | | | ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 6 | Комплекс средств аэронавигации. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): краткая история развития, принципы работы, использование в управлении БАС | | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 7 | Инерциальная система навигации БАС: состав, основные характеристики | | | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |
| 8 | Системы навигации БАС с использованием искусственного интеллекта | УО | 33 | ПРВ | ИД-1 ПК-1.1 ИД-2 ПК-1.2 ИД-3 ПК-1.1 ИД-4 ПК-1.2 ИД-5 ПК-1.1 ИД-6 ПК-1.2 |

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

33 – защита выполненных заданий (творческих, расчетных и т.д.), представление презентаций;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

Д – Дискуссия, полемика, диспут, дебаты;

МП – Метод проектов.

5.2. Пример практических задач для самостоятельной работы студентов

1. Определите навигационное направление ветра, если метеорологическое направление ветра составляет 200° . Укажите значение цифрой.

Ответ: 20

Решение: навигационное направление ветра определяется по формуле:

$$\delta_n = \delta \pm 180^{\circ}$$

δ_n - навигационное направление ветра, δ - метеорологическое направление ветра

Если метеорологическое направление ветра $0 - 180^{\circ}$, то в выражении выше прибавляется 180° , если метеорологическое направление ветра $181-360^{\circ}$, то в выражении выше вычитается 180° .

Таким образом, если метеорологическое направление ветра составляет 200° , то навигационное направление ветра составит: $\delta_n = \delta - 180^{\circ} = 200^{\circ} - 180^{\circ} = 20^{\circ}$.

2. Определите навигационное направление ветра, если метеорологическое направление ветра составляет 30° . Укажите значение цифрой.

Ответ: 210

Решение: навигационное направление ветра определяется по формуле:

$$\delta_n = \delta \pm 180^{\circ}$$

δ_n - навигационное направление ветра, δ - метеорологическое направление ветра

Если метеорологическое направление ветра $0 - 180^{\circ}$, то в выражении выше прибавляется 180° , если метеорологическое направление ветра $181-360^{\circ}$, то в выражении выше вычитается 180° .

Таким образом, если метеорологическое направление ветра составляет 30° , то навигационное направление ветра составит: $\delta_n = \delta + 180^{\circ} = 30^{\circ} + 180^{\circ} = 210^{\circ}$.

3. Определите путевую скорость летательного аппарата (W) в км/час. Истинная воздушная скорость воздушного судна (V) составляет 700 км/ч, скорость ветра (U) составляет 40 км/ч, УС составляет 20° , УВ составляет 70° , ФМПУ 50° (в задачи соотношения углов принято условно), метеорологическое направление ветра $\delta = 280^{\circ}$. В расчетах значения округлять до 2-х знаков после запятой.

Ответ: 671,60

Решение: путевая скорость летательного аппарата (W) определяется на основании выражения:

$$W = V \cos \text{УС} \pm U \cos \text{УВ}, \text{ где}$$

«+» - для попутного, попутно-бокового ветра

«-» - для встречного, встречно-бокового ветра

Таким образом, путевая скорость воздушного судна составит (для встречно-бокового ветра, что видно по ФМПУ и δ):

$$\begin{aligned} W &= 700 \cos 20 + 40 \cos 70 = 700 * 0,94 + 40 * 0,34 = \\ &= 658 + 13,6 = 671,60 \text{ км/час} \end{aligned}$$

4. Определите угол сноса летательного аппарата (УС) в градусах. Истинная воздушная скорость воздушного судна (V) составляет 600 км/ч, скорость ветра (U) составляет 20 км/ч, УВ составляет 60° , ФМПУ 50° , метеорологическое направление ветра $\delta = 270^{\circ}$ (в задачи соотношения углов принято условно). В расчетах значения округлять до 2-х знаков после запятой.

Ответ: 1,72

Решение: УС (DA – Drift Angle) – угол сноса. Углом сноса называется угол между продольной осью воздушного судна и линией пути. Отсчитывается от продольной оси ВС до линии пути вправо со знаком (+) и влево со знаком (-);

Определим длину отрезка AC:

$$AC = U \cdot \sin \gamma_{UB} = 20 \cdot \sin 60 = 20 \cdot 0,87 = 17,40$$

Определим синус УС:

$$\sin \gamma_{UC} = AC/V = 17,4 / 600 = 0,03 \text{ (при округлении до 2-х знаков после запятой).}$$

Для синуса 0,03 $\gamma_{UC} = 1,72^{\circ}$ (определяем арксинус с помощью онлайн калькулятора).

5.3. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену:

1. Аэронавигация как наука, основные задачи аэронавигации
2. Геоинформационные основы аэронавигации: системы координат, измерение времени.
3. Понятие карты, картографической проекции.
4. Виды аэронавигационных карт: полетные, маршрутно-полетные и пр.
5. Основные условные обозначения, используемые в аэронавигации.
6. Автоматизированные информационные системы обеспечения полетов БАС: система подачи планов полетов (СППИ), Небосвод и др
7. Аэронавигационные понятия и элементы: полет, траектория полета, линия пути, высота полета, заданная и фактическая линия пути, магнитный путевой угол и др.
8. Метеорологическое и навигационное направление ветра, магнитное склонение.
9. Навигационный треугольник скоростей.
10. Скорость ветра, воздушная и путевая скорость летательного аппарата.
11. Угловые параметры навигационного треугольника скоростей: угол сноса, магнитный путевой угол, магнитный курс, угол ветра и др.
12. Основные зависимости навигационного треугольника скоростей.
13. Порядок расчета навигационных параметров на основе навигационного треугольника скоростей.
14. Классификация высот полета: истинная, относительная, абсолютная, барометрическая.
15. Понятие эшелона полета. Полуциркулярная система эшелонирования в РФ.
16. Определение барометрической высоты полета по барометрическому высотомеру. Прочие технические средства измерения высоты полета.
17. Понятие потолка полета. Практический, теоретический, динамический потолок полета.
18. Комплекс средств аэронавигации: общая классификация и характеристика (ГНСС, ДГНСС, инерциальная система, системы на основе компьютерного зрения, радиотехнические средства навигации).
19. Характеристика, принципы работы ГНСС и ДГНСС. Описание автоматизированных систем управления БПЛА на основе ГНСС.
20. Инерциальная измерительная единица (IMU): понятие, общая характеристика, возможности и ограничения измерений.
21. Состав и основные характеристики датчиков инерциальной системы (гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометрический высотомер, оптический, радиотехнические и пр. датчики).

22. Эксплуатационные аспекты использования инерциальной системы БАС (особенности перевозки и хранения, калибровка IMU).

23. Автоматизированные системы навигации БАС на основе ИИ и компьютерного зрения.

24. Алгоритмы вычисления навигационных параметров на основе ОФК (оптимального фильтра Кальмана).

25. Нейросетевые технологии оценки погрешностей инерциальных навигационных систем (ИНС) и прогноза навигационных параметров.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. В гражданской авиации для задач определения координат точек на поверхности земли применяется:

+ эллипсоид всемирной геодезической системы

- сфера Каврайского

- эллипсоид географической системы

Ответ: эллипсоид всемирной геодезической системы

Решение: В гражданской авиации для задач определения координат точек на поверхности земли применяется эллипсоид всемирной геодезической системы 1984 года (WGS-84 – World Geodetic System – 1984).

2. Угол между плоскостью экватора и направлением нормали (перпендикуляра) к поверхности Земли в данной точке:

+ широта

- долгота

- меридиан

- параллель

Ответ: широта

Решение: угол между плоскостью экватора и направлением нормали (перпендикуляра) к поверхности Земли в данной точке (А) или длина дуги меридиана, выраженная в градусах между экватором и параллелью данной точки называется широтой.

3. Двугранный угол между плоскостями начального меридиана и меридиана данной точки:

- широта

+ долгота

- меридиан

- параллель

Ответ: долгота

Решение: двугранный угол между плоскостями начального меридиана и меридиана данной точки (А), или длина дуги экватора, выраженная в градусах между начальным меридианом и меридианом данной точки называется долготой.

4. Укажите основные виды аэронавигационных карт, используемых для решения навигационных задач:

+ полетная

+ маршрутно-полетная

- синоптическая

- метеорологическая

Решение: По своему назначению аэронавигационные карты, применяемые для решения навигационных задач, делятся на полетные, маршрутно-полетные, бортовые, карты целей, специальные и справочные.

5. К системам автоматизированного согласования полетов БПЛА, используемых для регистрации БПЛА, согласования полетов, определения параметров зон для полетов относятся:

- Небосвод (<https://skyarc.ru/>)
- Система предоставления планов полетов (СППИ) (<https://sppi.ivprf.ru>)
- Флайдрон (<https://flydrone.ru>)
- + все перечисленные

6. Угол между северным направлением меридиана, принятого за начало отсчёта, и линией пути воздушного судна называется ... угол (введите в именительном падеже):

Ответ: путевой

Решение: Угол между северным направлением меридиана, принятого за начало отсчёта, и линией пути воздушного судна называется путевой угол.

7. Угол, заключённый между северным направлением магнитного меридиана и направлением в точку, куда дует ветер:

- метеорологическое направление ветра
- + навигационное направление ветра
- магнитный курс воздушного судна

Ответ: навигационное направление ветра

Решение: Навигационное направление ветра (НВ) - угол, заключённый между северным направлением магнитного меридиана и направлением в точку, куда дует ветер. Измеряется по часовой стрелке от 0^0 до 360^0 . Навигационный ветер необходим экипажу для корректировки маршрута и выполнения навигационных расчётов. Определяется на основании метеорологического направления ветра: $\delta_n = \delta_i \pm 180^0$

8. Навигационный треугольник скоростей образуют вектора:

- скорости ветра
- истинной воздушной скорости ЛА
- ... скорости ЛА

Введите название недостающей скорости:

Ответ: путевой

Решение: Воздушная скорость, путевая скорость, направление и скорость ветра образуют треугольник, называемый навигационным треугольником скоростей.

9. Углом сноса (УС) летательного аппарата называется:

- угол между северным направлением меридиана и линией пути
- угол между северным направлением меридиана и направлением ветра
- + угол между продольной осью ЛА в воздушном потоке и линией фактического пути

Решение: УС (DA – Drift Angle) – угол сноса. Углом сноса называется угол между продольной осью воздушного судна и линией фактического пути. Отсчитывается от продольной оси ВС до линии пути вправо со знаком (+) и влево со знаком (-).

10. Углом ветра (УВ) называется угол:

- угол между северным направлением меридиана и линией пути
- угол между северным направлением меридиана и направлением ветра
- + угол между линией фактического пути ЛА и навигационным направлением ветра

Решение: Углом ветра (УВ) называется угол между линией фактического пути ЛА и навигационным направлением ветра.

11. Основные системы навигации БПЛА, используемые в настоящий момент:

- + глобальные навигационные спутниковые системы
- + инерциальные системы
- системы визуального позиционирования
- радионавигационные средства

Решение: в настоящий момент в качестве основных средств навигации для БПЛА используется комплекс из системы спутниковой навигации и инерциальной системы.

12. Основные составляющие инерциальной системы БПЛА, используемых для непрерывного вычисления по точному счету положения, ориентации и скорости (направления и скорости движения) движущегося объекта без необходимости внешних ориентиров:

- + акселерометр
- + гироскоп
- магнитометр
- барометр
- лидар
- сонар

Решение: Инерциальная навигационная система (ИНС) - это навигационное устройство, которое использует компьютер, датчики движения (акселерометры) и датчики вращения (гироскопы) для непрерывного вычисления по точному счету положения, ориентации и скорости (направления и скорости движения) движущегося объекта без необходимости внешних ориентиров. Часто инерциальные датчики дополняются барометрическим высотомером, а иногда магнитными датчиками (магнитометрами) и/или устройствами измерения скорости.

13. Функция на беспилотниках предоставляющая возможность автоматического возвращения беспилотного аппарата на базовую точку или точку взлета (введите аббревиатуру заглавными буквами на английском языке):

Ответ: RTH

Решение: Функция «Возврат домой» (Return to home, или RTH) на беспилотниках представляет собой возможность автоматического возвращения беспилотного аппарата на базовую точку или точку взлета. Эта функция позволяет беспилотнику самостоятельно вернуться в заданную точку без участия оператора. Она является одной из ключевых функций, которая обеспечивает безопасность и удобство использования беспилотных аппаратов. Функция Домой основана на системе GPS, которая определяет текущие координаты и отслеживает перемещение беспилотника. Когда активируется функция Домой, беспилотник автоматически начинает движение к заданной точке с использованием предустановленной траектории.

14. Наиболее подверженный внешним воздействиям электромагнитных полей агрегат беспилотника, требующий калибровки:

- + магнитометр
- инерциальная система (IMU)
- барометрический высотомер
- лидар

Решение: Датчик магнитного поля (он же компас) — самый подверженный помехам датчик. В разных полётных территориях естественное магнитное поле может быть разным, на него могут влиять и посторонние магнитные поля, например, от высоковольтных линий электропередач или даже от бортовой электроники самого квадрокоптера, что делает целесообразным калибровку компаса перед полетом на новой территории, отстоящей более чем на 50км от предыдущего места полетов, после продолжительного времени, когда БПЛА не использовался и др. случаях, когда компас мог сбиться.

15. Рекомендуется калибровка инерциальной системы (IMU) в следующих случаях:

- если дрон наклоняется в одну сторону при зависании
 - при первом открытии/использовании дрона
 - каждый раз, когда запускается дрон в новом месте
 - при запуске дрона за пределами радиуса 50 км от последнего места полетов;
 - при получении предупреждения о помехах IMU в приложении;
 - если при запуске дрон начинает мигать желтым и красным светом
- + во всех перечисленных случаях

16. Определите навигационное направление ветра, если метеорологическое направление ветра составляет 200° . Укажите значение цифрой.

Ответ: 20

Решение: навигационное направление ветра определяется по формуле:

$$\delta_n = \delta \pm 180^{\circ}$$

δ_n - навигационное направление ветра, δ - метеорологическое направление ветра

Если метеорологическое направление ветра $0 - 180^{\circ}$, то в выражении выше прибавляется 180° , если метеорологическое направление ветра $181-360^{\circ}$, то в выражении выше вычитается 180° .

Таким образом, если метеорологическое направление ветра составляет 200° , то навигационное направление ветра составит: $\delta_n = \delta - 180^{\circ} = 200^{\circ} - 180^{\circ} = 20^{\circ}$.

17. Определите навигационное направление ветра, если метеорологическое направление ветра составляет 30° . Укажите значение цифрой.

Ответ: 210

Решение: навигационное направление ветра определяется по формуле:

$$\delta_n = \delta \pm 180^{\circ}$$

δ_n - навигационное направление ветра, δ - метеорологическое направление ветра

Если метеорологическое направление ветра $0 - 180^{\circ}$, то в выражении выше прибавляется 180° , если метеорологическое направление ветра $181-360^{\circ}$, то в выражении выше вычитается 180° .

Таким образом, если метеорологическое направление ветра составляет 30° , то навигационное направление ветра составит: $\delta_n = \delta + 180^{\circ} = 30^{\circ} + 180^{\circ} = 210^{\circ}$.

18. Определите путевую скорость летательного аппарата (W) в км/час. Истинная воздушная скорость воздушного судна (V) составляет 700 км/ч, скорость ветра (U) составляет 40 км/ч, УС составляет 20° , УВ составляет 70° , ФМПУ 50° (в задачи соотношения углов принято условно), метеорологическое направление ветра $\delta = 280^{\circ}$. В расчетах значения округлять до 2-х знаков после запятой.

Ответ: 671,60

Решение: путевая скорость летательного аппарата (W) определяется на основании выражения:

$$W = V \cos \text{УС} \pm U \cos \text{УВ}, \text{ где}$$

«+» - для попутного, попутно-бокового ветра

«-» - для встречного, встречно-бокового ветра

Таким образом, путевая скорость воздушного судна составит (для встречно-бокового ветра, что видно по ФМПУ и δ):

$$\begin{aligned} W &= 700 \cos 20 + 40 \cos 70 = 700 * 0,94 + 40 * 0,34 = \\ &= 658 + 13,6 = 671,60 \text{ км/час} \end{aligned}$$

19. Определите угол сноса летательного аппарата (УС) в градусах. Истинная воздушная скорость воздушного судна (V) составляет 600 км/ч, скорость ветра (U) составляет 20 км/ч, УВ составляет 60° , ФМПУ 50° , метеорологическое направление ветра $\delta = 270^{\circ}$ (в

задачи соотношения углов принято условно). В расчетах значения округлять до 2-х знаков после запятой.

Ответ: 1,72

Решение: UC (DA – Drift Angle) – угол сноса. Углом сноса называется угол между продольной осью воздушного судна и линией пути. Отсчитывается от продольной оси ВС до линии пути вправо со знаком (+) и влево со знаком (-);

Определим длину отрезка AC:

$$AC = U \cdot \sin \gamma_{UB} = 20 \cdot \sin 60 = 20 \cdot 0,87 = 17,40$$

Определим синус UC :

$$\sin \gamma_{UC} = AC/V = 17,4 / 600 = 0,03 \text{ (при округлении до 2-х знаков после запятой).}$$

Для синуса 0,03 $UC = 1,72^\circ$ (определяем арксинус с помощью онлайн калькулятора).

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Сарайский Ю.Н., Алешков И.И. Аэронавигация. Часть I. Основы навигации и применение геотехнических средств: Учебное пособие.- СПб:СПбГУГА, 2010,- 302 с.
2. Сарайский Ю.Н., Липин А.В., Либерман Ю.И. Аэронавигация. Часть II. Радионавигация в полете по маршруту: Учебное пособие. /Университет ГА.С-Петербург,2013, 298 с.
3. Балабанов, П. В. Программирование беспилотного летательного аппарата мультироторного типа : учебное пособие / П. В. Балабанов, А. Г. Дивин, Д. А. Любимова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023. — 85 с. — ISBN 978-5-8265-2689-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROF образование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/141076> (дата обращения: 31.05.2026).

7.2. Дополнительная литература

4. Аэронавигация беспилотных летательных аппаратов (курс "Введение в специальность") : учебное пособие / Малкин В. Ю., Победа Т. В., Сыровой Г. В., Комраз С. Р. ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Луганский государственный университет имени Владимира Даля", Институт гражданской защиты. — Луганск : Орехов Д. А., 2024. — 171 с. : ил. : 21 см.; ISBN 978-5-6052742-8-5.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Фонд развития инфраструктуры воздушного транспорта «Партнер гражданской авиации» <http://www.aviafond.ru/>

Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы аэронавигации БАС» включает в себя учебные аудитории для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных технологий обучения. Специфика реализации дисциплины с применением дистанционных технологий обучения устанавливается дополнением к рабочей программе. В части не противоречащей специфике, изложенной в дополнении к программе, применяется настоящая рабочая программа.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине с применением дистанционных образовательных технологий включает в себя:

Компьютерная техника, расположенная в учебном корпусе Института (ул. Качинцев, 63, кабинет Центра дистанционного обучения):

1. Intel i 3 3.4Ghz\O3Y 4Gb\500GB\RadeonHD5450
2. Intel PENTIUM 2.9GHz\O3Y 4GB\500GB

3 личные электронные устройства (компьютеры, ноутбуки, планшеты и иное), а также средства связи преподавателей и студентов.

Информационные технологии, необходимые для осуществления образовательного процесса по дисциплине с применением дистанционных образовательных технологий включают в себя:

- система дистанционного обучения (СДО) (Learning Management System) (LMS) Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment);
- электронная почта;
- система компьютерного тестирования;
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART;
- система интернет-связи skype;
- телефонная связь;
- ПО для организации конференций.

Обучение обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется посредством применения специальных технических средств в зависимости от вида нозологии.

При проведении учебных занятий по дисциплине используются мультимедийные комплексы, электронные учебники и учебные пособия, адаптированные к ограничениям здоровья обучающихся.

Лекционные аудитории оборудованы мультимедийными кафедрами, подключенными к звуковым колонкам, позволяющими усилить звук для категории слабослышащих обучающихся, а также проекционными экранами, которые увеличивают изображение в несколько раз и позволяют воспринимать учебную информацию обучающимся с нарушениями зрения.

При обучении лиц с нарушениями слуха используется усилитель слуха для слабослышащих людей Cyber Ear модель НАР-40, помогающий обучаемым лучше воспринимать учебную информацию.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья, обеспечены печатными и

электронными образовательными ресурсами (программы, учебники, учебные пособия, материалы для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла;

для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина включает практические занятия, самостоятельную работу обучающегося.

В ходе изучения дисциплины «Основы аэронавигации БАС» перед обучающимися стоит задача не только закрепить знания о сложных информационных явлениях, о чем свидетельствует содержание тематического плана, глубоко разобраться в объемном учебном материале, но и сформировать у себя на основе полученных компьютерных знаний соответствующие профессионально важные качества.

Практические занятия – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых обучающиеся учатся творчески работать с различной информацией, являются также действенной формой активизации самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является закрепление полученных в ходе лекций, а также в ходе самостоятельной работы над учебной и специальной литературой, знаний, умений и навыков. На практических занятиях особо обращается внимание на умение обучающихся проявлять элементы творчества в процессе самостоятельной работы, применять полученные знания на практике.

Практические занятия занимают центральное место в учебном процессе, так как позволяют на завершающем этапе усвоения материала, после прослушанной лекции и самостоятельного поиска дополнительных сведений по рассматриваемой проблематике, окончательно уточнить, сформировать свои позиции в ходе работы в составе учебной группы.

Основное в подготовке и проведении практикума – это самостоятельная работа обучающегося над изучением темы лекционного материала. Практические занятия проводятся по специальным планам – заданиям, которые содержатся в материалах, подготовленных на кафедре. Обучающийся обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему.

При подготовке к практическим занятиям следует чаще обращаться к справочной литературе, полнее использовать консультации (групповые и индивидуальные, устные и письменные) с преподавателями, которые читают лекции и проводят практикумы.

Таким образом, в процессе подготовке к практическому занятию рекомендуется:

- ознакомиться с вопросами плана;
- прочитать конспект лекции по изучаемой теме;
- прочитать соответствующие главы учебников, статьи;
- просмотреть перечень научных источников, предлагаемых в рабочей программе,

выбрав несколько из них для углубленного изучения данной темы.

По каждому практическому заданию обучающиеся отчитываются преподавателю, оформляя письменный отчет, в котором сохраняют результаты своей работы в виде файлов. Результаты выполнения практических заданий оцениваются с учетом теоретических знаний по соответствующим вопросам дисциплины и уровнем владения практическими навыками при работе на компьютере.

Для углубленного изучения и освоения материала целесообразно выполнение практических работ, наряду с другими различными формами обучения обучающихся: тесты, задачи, упражнения, которые используются при проведении практических занятий, выполнении контрольных и аудиторных работ, а также при самостоятельном изучении данной дисциплины.

Одним из наиболее интенсивных способов изучения дисциплины является самостоятельное выполнение практических работ, на которых вырабатываются навыки по дисциплине «Компьютерное зрение».

СРО позволяет глубже освоить теоретические и практические вопросы, понять принципы дисциплины «Основы аэронавигации БАС».

Основными задачами организации процесса самостоятельной работы по дисциплине являются:

- приобретение знаний по теоретическим основам дисциплины «Компьютерное зрение», являющихся дополнением к материалу лекционных аудиторных за-

нятий;

- приобретение практических навыков по дисциплине «Компьютерное зрение».

Основные формы реализации СРО – изучение учебно-методической литературы по дисциплине «Основы аэронавигации БАС». В качестве базовой литературы можно использовать учебники и учебные пособия, согласно приведенному списку в разделе 6 рабочей программы, а также любые другие источники информации, такие как электронные учебники, обучающие и энциклопедические сайты, публикации журналов и конференций.

Обучающийся допускается к зачетному занятию по результатам успешного выполнения всех практических заданий и самостоятельной работы.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Основы аэронавигации БАС

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Николаев Юрий Николаевич

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)