



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ
А.А. НОВИКОВА»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский /

«30 мая 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аэронавигация

Направление подготовки
25.03.03. Аэронавигация

Направленность программы (профиль)
«Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Квалификация (степень) выпускника: **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Санкт-Петербург
2023

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются: формирование у студентов теоретических знаний на современном научно-техническом уровне по теории и практике вождения воздушных судов с использованием различных технических средств в различных условиях аэронавигационной обстановки.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологической профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аэронавигация» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 (дисциплины, модули).

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Высшая математика».

Дисциплина «Аэронавигация» является обеспечивающей для дисциплины «Аэронавигационное обеспечение полетов».

Данная дисциплина изучается в 2, 3 и 4 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Код компетенции / индикатора | Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ИД ¹ _{УК1} | Осуществляет поиск информации об объекте, определяет достоверность полученной информации, формирует целостное представление об объекте, а также о сущности и последствиях его функционирования. |
| ПК-1 | Организация подготовки к летной эксплуатации БАС |
| ИД ¹ _{ПК1} | На основе знания и понимания концепции процессного управления определяет типы процессов и оценивает эффективность организации подготовки к летной эксплуатации БАС |
| ПК-5 | Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку БАС в производственных условиях |
| ИД ¹ _{ПК5} | Принимает решение о выполнении полета БАС с учетом анализа метеорологической, аэронавигационной обстановки, |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код компетенции / индикатора | Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции |
| | технического состояния воздушного судна |
| ИД ² _{ПК5} | Умеет оформлять полетное задание на БАС и ПН с учетом специфики выполняемых авиационных работ |
| ПК-6 | Организовывать и осуществлять эксплуатацию БАС с использованием дистанционно пилотируемых ВС и автономных ВС и их функциональных систем в ожидаемых условиях эксплуатации и особых ситуациях |
| ИД ¹ _{ПК6} | Уметь составлять полетные программы с учетом особенностей функционального оборудования полезной нагрузки, установленного на беспилотном воздушном судне и характера перевозимого внешнего груза |

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные правила навигации;
- методы определения навигационных элементов положения и движения воздушного судна;
- методы решения основных навигационных задач;
- правила комплексного применения навигационных средств;
- технологию навигационной деятельности экипажа при подготовке к полету и в полете;
- особенности аэронавигации в различных условиях;
- возможности и современных навигационных средств, систем и комплексов;
- особенности применения технических средств навигации в различных условиях аэронавигационной обстановки.

Уметь:

- рассчитывать навигационные элементы положения и движения воздушного судна;
- выбирать и использовать оптимальные методы и средства навигации;
- осуществлять навигационную подготовку к полету;
- производить необходимые навигационные измерения и расчёты;
- правильно оценивать аэронавигационную обстановку;
- выбирать наиболее рациональные средства и методы решения навигационных задач с учётом аэронавигационной обстановки;
- выполнять навигацию в полете по маршруту и в районе аэродрома в соответствии с установленными правилами.

Владеть:

- навыками пересчета навигационных величин в различные единицы измерения;
- навыками определения навигационных параметров и контроля их правильности;
- навыками определения положения и движения воздушного судна по показаниям навигационных средств.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц - 288 академических часов.

| Наименование | Всего часов | Семестры | | |
|------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| | | 2 | 3 | 4 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 288 | 108 | 72 | 108 |
| Контактная работа | 113,5 | 36,5 | 42,5 | 28,5 |
| лекции | 48 | 18 | 14 | 16 |
| практические занятия | 62 | 18 | 28 | 16 |
| семинары | - | - | - | - |
| лабораторные работы | - | - | - | - |
| курсовой проект (работа) | - | - | - | - |
| Самостоятельная работа студента | 124 | 63 | 21 | 40 |
| Промежуточная аттестация: | 54 | 9 | 9 | 36 |
| контактная работа | 3,5 | 0,5 | 0,5 | 2,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к зачётам и экзаменам | 50,5 | 8,5 Зачет с оценкой | 8,5 Зачет с оценкой | 33,5 экзамен |

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|------|------|----------------------------|--------------------|
| | | УК-1 | ПК-1 | ПК-5 | ПК-6 | | |
| Тема 1. Введение | 4 | + | | | | ВК, Л, СР | У |
| Тема 2. Основные навигационные понятия | 14 | + | + | + | | Л, ЛВ, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Тема 3. Влияние ветра на полет воздушного судна | 26 | | + | + | | Л, ПЗ, КС, СР | У, КЗ |
| Тема 4. Измерение курса воздушного судна | 21 | | + | + | | Л, ЛВ, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Тема 5. Измерение воздушной скорости и высоты полета | 20 | | + | + | | Л, ЛВ, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Тема 6. Счисление пути | 14 | | + | + | | Л, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Тема 7. Аэронавигация в полете по маршруту | 8 | | + | + | + | Л, ЛВ, КС, СР | У |
| Тема 8. Теоретические основы радионавигации | 8 | | + | + | | Л, СР | У |
| Тема 9. Применение угломерных и дальномерных радионавигационных систем | 29 | | + | + | | Л, ПЗ, КС, СР | У, КЗ |
| Тема 10. Применение спутниковых навигационных систем | 18 | | + | + | + | Л, ЛВ, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Тема 11. Маневрирование в районе аэродрома | 26 | | + | + | + | Л, ПЗ, КС, СР | У, КЗ |
| Тема 12. Применение наземных радиолокационных станций и пеленгаторов | 8 | | + | + | | Л, ПЗ, КС, СР | У, КЗ |
| Тема 13. Аэронавигационное обеспечение безопасности полетов | 20 | | | + | + | Л, ПЗ, СР | У, КЗ |

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|--------------------------------------------|------------------|-------------|------|------|------|----------------------------|--------------------|
| | | УК-1 | ПК-1 | ПК-5 | ПК-6 | | |
| Тема 14. Навигационная подготовка к полету | 18 | | + | + | + | Л, ПЗ, СР | У, КЗ |
| Итого по дисциплине | 234 | | | | | | |
| Промежуточный контроль | 54 | | | | | | |
| Всего по дисциплине | 288 | | | | | | |

Сокращения: ВК – входной контроль, Л–лекция, ЛВ– лекция-визуализация, ПЗ – практическое задание, У – устный опрос, КЗ – контроль выполнения практического задания, СР – самостоятельная работа студента, КС – компьютерная симуляция

5.2 Темы дисциплины и виды занятий

| Наименование раздела и темы дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СР | КР | Всего часов |
|------------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|----|-------------|
| 2 семестр | | | | | | | |
| Тема 1. Введение | 2 | | - | - | 2 | - | 4 |
| Тема 2. Основные навигационные понятия | 4 | 2 | - | - | 8 | - | 14 |
| Тема 3. Влияние ветра на полет воздушного судна | 4 | 6 | - | - | 16 | - | 26 |
| Тема 4. Измерение курса воздушного судна | 2 | 4 | - | - | 15 | - | 21 |
| Тема 5. Измерение воздушной скорости и высоты полета | 4 | 4 | - | - | 12 | - | 20 |
| Тема 6. Счисление пути | 2 | 2 | - | - | 10 | - | 14 |
| Итого за 1 семестр | 18 | 18 | - | - | 63 | - | 99 |
| Промежуточный контроль | | | | | | | 9 |
| Всего за семестр | | | | | | | 108 |
| 3 семестр | | | | | | | |
| Тема 7. Аэронавигация в полете по маршруту | 2 | 4 | - | - | 2 | - | 8 |
| Тема 8. Теоретические основы радионавигации | 2 | 2 | - | - | 4 | - | 8 |
| Тема 9. Применение угломерных и дальномерных радионавигационных систем | 6 | 14 | - | - | 9 | - | 29 |
| Тема 10. Применение спутниковых навигационных систем | 4 | 8 | - | - | 6 | - | 18 |
| Итого за 2 семестр | 14 | 28 | - | - | 21 | - | 63 |
| Промежуточный контроль | | | | | | | 9 |
| Всего за семестр | | | | | | | 72 |
| 4 семестр | | | | | | | |
| Тема 11. Маневрирование в районе аэродрома | 6 | 6 | - | - | 14 | - | 26 |
| Тема 12. Применение наземных радиолокационных станций и пеленгаторов | 2 | 2 | - | - | 4 | - | 8 |
| Тема 13. Аэронавигационное обеспечение безопасности полетов | 4 | 4 | - | - | 12 | - | 20 |
| Тема 14. Навигационная подготовка к полету | 4 | 4 | - | - | 10 | - | 18 |

| Наименование раздела и темы дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СР | КР | Всего часов |
|----------------------------------------|----|----|---|----|----|----|-------------|
| Итого за 4 семестр | 16 | 16 | - | - | 40 | - | 72 |
| Промежуточный контроль | | | | | | | 36 |
| Всего за семестр | | | | | | | 108 |
| Всего по дисциплине | | | | | | | 288 |

Условные сокращения: ЛР – лабораторная работа, С – семинар, КР – курсовая работа

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Предмет аэронавигации. Основные исторические этапы развития аэронавигации. Значение дисциплины для профессиональной подготовки пилота. Структура курса.

Тема 2. Основные навигационные понятия

Основные линии и точки траектории: траектория, пространственное место самолёта, место самолёта, линия пути. Системы координат, применяемые в навигации: географическая, полярная, ортодромическая. Линейное боковое уклонение, пройденное и оставшееся расстояние. Измерение направлений на земной поверхности. Направление магнитного меридиана. Магнитное склонение. Правило учёта поправок в навигации. Задание траектории полёта: маршрут, пункты маршрута, линия заданного пути, профиль полёта. Заданный путевой угол. Навигационные элементы положения (координаты). Навигационные элементы движения. Истинная воздушная скорость. Курс ВС. Полная скорость. Вертикальная скорость. Путевая скорость. Направление вектора путевой скорости. Условие движения воздушного судна по линии заданного пути. Радиус, время и линейное упреждение разворота. Счётный штурманский инструмент.

Тема 3. Влияние ветра на полёт воздушного судна

Ветер и его характеристики: метеорологическое и навигационное направление ветра, скорость ветра и единицы её измерения, понятие об изменчивости ветра. Навигационный треугольник скоростей и его элементы. Связи между элементами навигационного треугольника скоростей. Зависимость навигационных элементов от угла ветра. Частные случаи (попутный, встречный, боковой ветер). Типовые задачи навигационного треугольника скоростей и способы их решения. Эквивалентный ветер и его применение.

Тема 4. Измерение курса воздушного судна

Физические принципы измерения курса. Виды курсовых приборов. Основные сведения о магнитном поле Земли: вектор напряженности, магнитное склонение и наклонение, магнитный меридиан. Принцип действия магнитных компасов, чувствительные элементы, индикаторы. Понятие о девиации. Учёт девиации в полёте. Гироскоп и его свойства. Уход гироскопа за счёт вращения Земли и его компенсация. Понятие об ортодромичности курсового гироскопа. Понятие о погрешностях гироскопических курсовых приборов. Опорный меридиан. Ортодромический курс. Азимутальная поправка и условное магнитное склонение. Преобразование курсов.

Тема 5. Измерение воздушной скорости и высоты полёта

Понятие об атмосфере. Изменение температуры, давления, плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера. Изобарическая поверхность. Барометрическая ступень. Высота. Классификация высот полёта: истинная, абсолютная, относительная высота. Основные понятия о радиовысотомерах. Принцип работы барометрического высотомера. Барометрическая высота. Уровни начала отсчёта высоты на различных этапах полёта. Минимальное приведенное давление. Вертикальное эшелонирование. Правила установки шкалы барометрического высотомера. Высота и эшелон перехода. Расчёт набора и снижения. Погрешности барометрического высотомера: инструментальная, аэродинамическая, методическая температурная. Учёт погрешностей высотомера в полёте. Основные сведения о термометрах наружного воздуха. Принцип действия указателя скорости. Скоростной напор. Приборная скорость. Погрешности указателя скорости: инструментальные, аэродинамические, за изменение сжимаемости, методическая температурная. Классификация скоростей (приборная, индикаторная земная, индикаторная, истинная скорости).

Тема 6. Счисление пути

Два принципа определения координат. Абсолютные и относительные координаты. Понятие о счислении пути. Полная прокладка. Штилевая прокладка. Понятие об обратной прокладке. Принцип автоматизированного счисления координат. Погрешности счисления координат и необходимость коррекции. Инерциальный способ счисления пути. Понятие о счислении пути в сферической системе координат. Структура и состав ИНС. Выставка, горизонтирование и гирокомпасирование. Информация, выдаваемая ИНС. Бесплатформенные ИНС. Базы аэронавигационных данных. Особенности погрешностей счисления в инерциальных навигационных системах.

Тема 7. Аэронавигация в полете по маршруту

Понятие о навигационной деятельности экипажа. Аэронавигационная и метеорологическая обстановка. Основные правила навигации. Понятие о комплексном применении навигационных средств в полёте. Контроль и исправление пути. Определение путевой скорости и угла сноса на контрольном этапе. Визуальная ориентировка. Технология навигационной работы экипажа в полёте по маршруту: в наборе, горизонтальном полёте и на снижении.

Тема 8. Теоретические основы радионавигации

Обобщенный метод линий положения. Навигационный параметр. Поверхность и линия положения. Основные виды линий положения и их прокладка на карте. Классификация радионавигационных систем по виду навигационного параметра. Основные сведения из теории погрешностей. Понятие о точности измерения навигационных параметров и определения места самолёта. Основные сведения о распространении радиоволн. Максимальная и минимальная дальность действия радионавигационных систем.

Тема 9. Применение угломерных и дальномерных радионавигационных систем

Классификация угломерных радионавигационных систем: радиоконпасные, радиопеленгаторные, радиомаячные. Навигационная характеристика радиоконпасных систем. Автоматический радиоконпас: принцип работы, органы управления и индикации, порядок работы с автоматическим радиоконпасом. Курсовой угол радиостанции, пеленг самолета и радиостанции. Пассивный, курсовой, активный способы полета по линии заданного пути. Боковое уклонение, дополнительная поправка, поправка в курс. Контроль пути по направлению при полёте на/от радионавигационной точки. Исправление пути с выходом на линию заданного пути и в промежуточный пункт маршрута. Систематическая погрешность ЛБУ при полёте по линии равных пеленгов радиостанции. Полёт по внутреннему и внешнему створу радиостанций. Контроль пути по дальности, определение МС по двум радиостанциям. Навигационная характеристика VOR. Характеристика бортового оборудования и его применение для полёта по линии заданного пути. Навигационная характеристика DME и самолётных дальномеров. Наклонная и горизонтальная дальность. Необходимость пересчёта. Применение для контроля пути и измерения путевой скорости. Определение МС дальномерным способом. Общая характеристика угломерно-дальномерных систем. Определение МС и понятие о точности его определения.

Тема 10. Применение спутниковых навигационных систем

Псевдодальномерный способ определения координат. Элементы орбит спутников. Характеристика Navstar GPS и ГЛОНАСС. Параметры, определяемые с помощью спутниковых систем. Приемники СНС: классы, характеристики, требования. Спутниковые и наземные функциональные дополнения СНС. Контроль целостности. Базы аэронавигационных данных приемников СНС. Режимы работы приемников СНС и их применение для подготовки и выполнения полетов. Навигационное наведение. Понятие о зональной навигации и навигации, основанной на характеристиках.

Тема 11. Маневрирование в районе аэродрома

Характеристика навигации в районе аэродрома. Понятие о процедурах вылета, прибытия, захода на посадку, ухода на второй круг. Категории ВС, классификационная скорость. Принципы построения заданных траекторий, контрольные точки. Способы задания контрольных точек. Процедуры вылета и прибытия, SID, STAR, их обозначение. Процедура ожидания. Заход на посадку и его этапы. Виды процедур начального этапа захода на посадку: с прямолинейной линией пути, по дуге, с участком счисления пути, стандартные развороты, процедура типа ипподром. Правила входа в процедуру типа «ипподром». Заходы на посадку точные, неточные и с вертикальным наведением. Высота принятия решения и минимальная высота снижения. Основные сведения о системах захода на посадку. Виды захода на посадку по СНС. Понятие о минимумах воздушного судна, командира, аэродрома, эксплуатанта и их применении. Категории захода на посадку ИКАО. Расчёт основных элементов захода на посадку с учетом ветра. Упрощенные методы расчета (способ коэффициентов). Понятие о других видах захода на посадку: радиолокационное наведение (векторение), визуальный заход на посадку (Visual approach), заход на посадку с круга (Circle-to-land).

Тема 12. Применение наземных радиолокационных станций и пеленгаторов

Навигационная характеристика наземных радиопеленгаторов. Прямой и обратный пеленги. Контроль пути по АРП. Навигационная характеристика наземных РЛС. Диспетчерские и обзорные РЛС, их применение для контроля пути.

Тема 13. Аэронавигационное обеспечение безопасности полётов

Понятие о навигационных инцидентах. Причины и пути предотвращения столкновений ВС с земной поверхностью. Общий принцип расчёта барометрических безопасных высот. Расчет температурной поправки высотомера. Расчёт безопасных высот для полёта по ППП и ПВП. Понятие о системах предупреждения близости земли. Причины и пути предотвращения опасных сближений и столкновений воздушных судов друг с другом. Понятие о

бортовых системах предотвращения столкновений. Предотвращение попадания в зоны опасных метеоусловий. Требования нормативных документов по обходу зон грозовой деятельности. Обход гроз без изменения высоты полета. Оценка возможности обхода грозы сверху. Понятие термина «потеря ориентировки». Основные причины потерь ориентировки и уклонений от ЛЗП. Действия экипажа ВС и диспетчера УВД при потере ориентировки. Основные способы восстановления ориентировки.

Тема 14. Навигационная подготовка к полёту

Назначение и виды навигационной подготовки к полёту. Общая навигационная подготовка: цели, сроки проведения, содержание. Предварительная навигационная подготовка, её цели и задачи. Понятие о подборе и подготовке полётной карты. Предполётная навигационная подготовка. Задачи предполётной навигационной подготовки и порядок проведения. Выбор маршрута и запасных аэродромов. Рабочий план полета (ОФР). Требования к наличию и актуальности аэронавигационной информации (карты, сборники, бюллетени). Составляющие общего количества топлива на полет. Способы расчёта заправки ВС топливом. Расчёт удаления рубежа возврата и ухода на запасные аэродромы. Порядок заполнения рабочего плана полета и палетки «Взлёт-Посадка».

5.4 Практические занятия

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоёмкость (часы) |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 2 семестр | | |
| 2 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Основные навигационные понятия. Системы координат. Расчет элементов разворота | 2 |
| 3 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Навигационный треугольник скоростей. Связь между элементами. Построение НТС | 2 |
| 3 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Определение элементов НТС аналитически | 4 |
| 4 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Решение задач по преобразованию курсов | 4 |
| 5 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Расчет элементов вертикального маневрирования ВС | 2 |
| 5 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Расчет истинной скорости полета | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоёмкость (часы) |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 6 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Работа с картой. Полная и штилевая прокладка | 2 |
| Итого за 2 семестр | | 18 |
| 3 семестр | | |
| 7 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Расчет элементов контроля пути по направлению (БУ, ДП, ПК, ЛБУ) | 4 |
| 8 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Виды линий положения | 2 |
| 9 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Решение задач по контролю и исправление пути при полете на/от радиостанции | 4 |
| 9 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Подготовка к полету по маршруту на компьютерном тренажере с использованием АРК | 2 |
| 9 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12. Контроль пути по дальности с помощью угломерных РНС. Определение места самолета по двум радиостанциям | 4 |
| 9 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13. Применение VOR. Расчет максимальной дальности действия РНС УКВ диапазона | 4 |
| 10 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14. Ознакомление с приемоиндикаторами СНС | 8 |
| Итого за 3 семестр | | 28 |
| 4 семестр | | |
| 11 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15. Расчет составляющих ветра, посадочного курса, высоты пролета ДПРС | 2 |
| 11 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16. Расчет элементов захода на посадку с применением счетных инструментов | 2 |
| 11 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17. Расчет элементов захода на посадку методом коэффициентов | 2 |
| 12 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18. Контроль пути с помощью наземных РЛС и АРП | 2 |
| 16 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19. Расчет безопасных высот полета | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоёмкость (часы) |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 16 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 20. Расчет курса для обхода грозы сбоку | 2 |
| 17 | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21. Выполнение предварительного навигационного расчета полета, количества топлива на полет и рубежа ухода | 4 |
| Итого за 4 семестр | | 16 |
| Итого по дисциплине | | 62 |

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 2 семестр | | |
| 1 | Изучение теоретического материала по теме: Предмет аэронавигации. Основные исторические этапы развития аэронавигации [2] Подготовка к устному опросу | 2 |
| 2 | Изучение теоретического материала по теме: Основные навигационные понятия [1, 2] Подготовка к устному опросу | 8 |
| 3 | Изучение теоретического материала по теме: Влияние ветра на полет воздушного судна [1, 2] Подготовка к устному опросу Решение задач [1, 2] | 16 |
| 4 | Изучение теоретического материала по теме: Измерение курса воздушного судна. [1, 2] Подготовка к устному опросу | 15 |
| 5 | Изучение теоретического материала по теме: Измерение воздушной скорости и | 12 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| | высоты полета [1, 2] Подготовка к устному опросу | |
| 6 | Изучение теоретического материала по теме: Счисление пути [2] Подготовка к устному опросу | 10 |
| Итого за 2 семестр | | 63 |
| 3 семестр | | |
| 7 | Изучение теоретического материала по теме: Аэронавигация в полете по маршруту [2, 3] Подготовка к устному опросу | 2 |
| 8 | Изучение теоретического материала по теме: Теоретические основы радионавигации [1, 2, 3] Подготовка к устному опросу | 4 |
| 9 | Изучение теоретического материала. Применение угломерных и дальномерных радионавигационных систем [1, 3] Подготовка к устному опросу Решение задач [1, 3] Выполнение полета на компьютерном тренажере | 9 |
| 10 | Изучение теоретического материала по теме: Применение спутниковых навигационных систем [3] Подготовка к устному опросу Работа с приемниками СНС | 6 |
| Итого за 3 семестр | | 21 |
| 4 семестр | | |
| 11 | Изучение теоретического материала по теме: Маневрирование в районе аэродрома [5, 6] Подготовка к устному опросу Решение задач [5, 6] Выполнение полета на компьютерном тренажере | 14 |
| 12 | Изучение теоретического материала по теме: Применение наземных радиолокационных станций и пеленгаторов [5, 6] Подготовка к устному опросу | 4 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 13 | Изучение теоретического материала по теме: Аэронавигационное обеспечение безопасности полетов [5, 6] Подготовка к устному опросу | 12 |
| 14 | Изучение теоретического материала по теме: Навигационная подготовка к полету [5, 6] Подготовка к устному опросу | 10 |
| Итого за 4 семестр | | 40 |
| Итого по дисциплине | | 124 |

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Алешков И.И. **Решение задач по основам аэронавигации**. СПб: Университет ГА, 2009. 104 с. Количество экземпляров 215.
2. Сарайский Ю.Н., Алешков И.И. **Аэронавигация. Часть 1**. Основы навигации и применение геотехнических средств. СПб: СПбГУГА, 2013. 298 с. Количество экземпляров 343.
3. Сарайский Ю.Н., Липин А.В., Либерман Ю.И. **Аэронавигация. Часть 2**. Радионавигация в полете по маршруту. СПб: СПбГУГА, 2013. 383 с. Количество экземпляров 422.

б) дополнительная литература

4. Вовк В.И., Липин А.В., Сарайский Ю.Н. **Зональная навигация**. СПб: АГА, 2004. 123 с. Количество экземпляров 60.
5. **Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полётов**/Под редакцией Н.Ф. Миронова. М.: Транспорт, 1992. 295 с. Количество экземпляров 503.
6. Черный М.А., Кораблин В.И. **Воздушная навигация**, М.: Транспорт, 1992. 384 с. Количество экземпляров 100.

в) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

7. Автоматизированная система «Брифинг». (Госконтракт №8852 от 03.12.2008, бессрочное пользование).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аэронавигация | Ауд. 312 «Компьютерный класс» | <ul style="list-style-type: none"> - сервер (с монитором), обеспечивающий выход в Интернет, - компьютеры Celeron 3 (системные блоки и ЖК-мониторы), объединенные в сеть – 13 шт., - мультимедиапроектор SANYO, - аудиосистема YAMAHA, - кондиционер DALKIN, - автоматический экран Bardnet, - лазерный принтер HP P2014 | <p>Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p> <p>Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года)</p> |
| Аэронавигация | Ауд. 315 «Мультимедийная аудитория» | <ul style="list-style-type: none"> - интерактивная доска QOMO, - проектор NEC U310W с возможностью выводить объемные 3D-изображения, - презентационный компьютер - FTP-сервер, - компьютеры (ноутбуки) Lenovo с установленным программным обеспечением UltraVNC – 25 шт., - документ-камера QOMO QD3700, - интерактивный планшет, - планшетный компьютер SamsungGalaxyTab GT-P1010, - видеочкамера SONY EVI-070p, - беспроводная микрофонная гарнитура Beyerdynamic OPUS 650, - громкоговоритель потолочного монтажа | <p>Microsoft Windows 7 Professional (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Microsoft Windows 10 Professional (лицензия № 66373655 от 28 января 2016 года)</p> <p>Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 47653847 от 9 ноября 2010 года)</p> <p>Acrobat Professional 9 (лицензия № 4400170412 от 13 января 2010 года)</p> <p>Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года)</p> |

| Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | APART, - устройство записи EriphonLecturerecorder, - многофункциональный стол-сейф преподавателя, - кондиционер LESSAR, - магнитомаркерная доска Magnetoplan, - моторизованные раздвижные шторы | |
| Аэронавигация | Ауд. 314 «Класс аэронавигации» | Комплект учебной мебели Настенные стенды и плакаты | |

8 Образовательные и информационные технологии

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

При изучении дисциплины используются как традиционные лекции, так и интерактивные лекции.

Лекция - логически стройное систематизированное изложение учебного материала в последовательной, ясной, доступной форме. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работ.

Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Практические задания предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков. Проводятся с использованием микрокалькуляторов, специальных компьютерных программ, наглядных пособий и аэронавигационных карт.

Интерактивные методы обучения – методы обучения, основанные на взаимодействии обучающегося с учебным окружением (другими обучающимися, преподавателем, компьютерной системой и т.п.). Они позволяют интенсифицировать процесс понимания, усвоения и творческого применения знаний при решении практических задач. При активном обучении студент выступает в большей степени субъектом учебной деятельности.

В дисциплине «Аэронавигация» интерактивные методы обучения используются в форме лекции-визуализации, компьютерной симуляции и анализа конкретных ситуаций.

Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. В данном типе лекции передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. с помощью ТСО и ЭВМ (слайды, видеозапись, дисплеи, интерактивная доска и т. д.). В процессе проведения лекции преподаватель, опираясь на аудиовизуальные материалы, осуществляет их развернутое комментирование и вводит дополнительную информацию по теме лекции. Используются разные способы аудиовизуализации, например, презентации, выполненные с помощью соответствующих компьютерных программ.

Компьютерная симуляция – выполняется с использованием компьютерного навигационного тренажера «МАУС», где имитируется выполнение полета по маршруту или заход на посадку. Используется для приобретения студентами практических навыков по выполнению аэронавигации.

Самостоятельная работа студента проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Устный опрос: предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины. Проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится для входного контроля по вопросам, перечисленным в п. 9.4.

5-ти минутный тест: предназначен для проверки студентов на предмет освоения материала предыдущей лекции.

Контроль выполнения практического задания предназначен для оценки уровня сформированности навыков и умений, коррекции действий студента при выполнении задания.

Зачет с оценкой - вид промежуточного контроля, позволяющий дифференцированно оценить знания, умения и навыки студента.

Экзамен – промежуточный контроль, позволяющий оценить степень освоения компетенций путем собеседования с преподавателем, выявить

пробелы в знаниях студента в целях коррекции его дальнейшей образовательной траектории.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Балльно-рейтинговая система не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание знаний, умений и навыков студента, характеризующих этапы формирования компетенций, проводится путем входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена).

Входной контроль осуществляется по вопросам дисциплин, на которых базируется читаемая дисциплина, и не выходят за пределы изученного материала по этим дисциплинам в соответствии с рабочими программами дисциплин (модулей).

Текущий контроль - основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков студентов. К его достоинствам относятся систематичность, постоянный мониторинг качества обучения. Он позволяет получать первичную информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, а также стимулировать регулярную целенаправленную работу студентов.

Текущий контроль по дисциплине «Аэронавигация» проводится в формах устного опроса, контроля выполнения практического задания и курсовой работы, пятиминутного теста.

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос - важнейшее средство развития мышления и речи. Он обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Ответы студентов при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала

Пятиминутный тест. Тестирование проводится, как правило, в течение 4-7 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения материала предыдущей лекции. Тест считается успешно пройденным, если правильные ответы даны не менее, чем на 70% вопросов. Результаты теста фиксируются в журнале преподавателя и учитываются им при выборе дополнительных вопросов на экзамене.

Практическое задание. Самостоятельная работа подразумевает выполнение практических заданий. Все задания, выносимые на самостоятельную работу, выполняются студентом либо в конспекте, либо на отдельных листах формата А4 (по указанию преподавателя). Контроль выполнения заданий, выносимых на самостоятельную работу, осуществляет преподаватель.

Контроль с помощью практического задания обладает следующими достоинствами:

- экономия времени преподавателя;
- возможность поставить всех студентов в одинаковые условия;
- возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов;
- уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Оценка практического задания заключается в сравнении полученного студентом результата с правильным (эталонным). Оценка за задание не ставится – оно может быть либо зачтено, либо не зачтено.

Студенту предоставляется возможность повторно выполнить незачтенное задание. Все задания до начала экзаменационной сессии должны быть выполнены, в противном случае студент должен выполнить их во время экзамена.

Зачет с оценкой проводится в виде практического задания и расширенного теста с использованием автоматизированной системы «Брифинг». Студенту предлагается 50 случайным образом выбранных из базы данных вопросов, на которые он должен ответить в течение 15 минут. Практическое задание должно быть выполнено полностью и правильно. Оценка «отлично» ставится, если правильные ответы даны не менее, чем на 85% вопросов, «хорошо» - 75%, «удовлетворительно» - 65%.

Экзамен предполагает ответ на два теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на экзамен, и выполнение практического задания. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Примеры вопросов по дисциплине «Высшая математика»:

- 1) Запишите теорему синусов.
- 2) Как найти сумму векторов?
- 3) Сформулируйте теорему косинусов.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения компетенций) | Критерии оценивания |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I этап | | |
| УК-1 ПК-1 ПК-5 | ИД ¹ _{УК1} ИД ¹ _{ПК1} ИД ¹ _{ПК5} | Знает: - основные правила навигации; - методы определения навигационных элементов положения и движения воздушного судна; - методы решения основных навигационных задач; - правила комплексного применения навигационных средств; Умеет: - рассчитывать навигационные элементы положения и движения воздушного судна; - выбирать и использовать оптимальные методы и средства навигации |
| II этап | | |
| ПК-1 ПК-5 ПК-6 | ИД ¹ _{ПК5} ИД ² _{ПК5} ИД ¹ _{ПК6} | Знает: - особенности аэронавигации в различных условиях; - возможности и современных навигационных средств, систем и комплексов; - особенности применения технических средств навигации в различных условиях аэронавигационной обстановки. Умеет: - осуществлять навигационную подготовку к полету; - производить необходимые навигационные измерения и расчёты; - правильно оценивать аэронавигационную обстановку; - выбирать наиболее рациональные средства и методы решения навигационных задач с учётом аэронавигационной обстановки; - выполнять навигацию в полете по маршруту и в районе аэродрома в соответствии с установленными правилами. Владеет: - навыками пересчета навигационных величин в различные единицы измерения; - навыками определения навигационных параметров и контроля их правильности; - навыками определения положения и движения воздушного судна по показаниям навигационных средств. |

Описание шкал оценивания

1. Продвинутый уровень (оценка «отлично», «зачтено»).

Студент проявил знание, понимание, глубину усвоения всего объёма материала. Умеет выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, творчески применяет полученные знания. Отсутствие ошибок и недочётов при воспроизведении материала, при устных ответах устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов, соблюдает культуру устной речи.

Уверенно и быстро выполняет задание по правильной методике. Вычислительные ошибки отсутствуют. Способен объяснить ход выполнения задания и правильный результат. Способен выполнить задание при любой форме предъявления исходных данных.

2. Базовый уровень (оценка «хорошо», «зачтено»).

Студент проявил знание всего объёма материала. Умеет выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, применять полученные знания на практике. Допускает незначительные (негрубые) ошибки при изложении материала.

Уверенно выполняет задание по правильной методике, в том числе при изменении формы предъявления задания.. Вычислительные ошибки отсутствуют или являются незначительными, легко исправляются студентом самостоятельно.

3. Пороговый уровень (оценка «удовлетворительно», «зачтено»).

Знание и усвоение материала на уровне минимальных требований программы, затруднение при самостоятельном воспроизведении, необходимость незначительной помощи при ответе на вопросы. Умение работать на уровне воспроизведения, затруднения при ответах на видоизменённые вопросы. Наличие негрубой ошибки при воспроизведении изученного материала, незначительное несоблюдение основных правил культуры устной речи.

Выполняет задание по правильной методике, но допускает незначительные ошибки, исправляя их с помощью преподавателя. При изменении формы предъявления исходных данных находит правильный путь решения задания после подсказки преподавателя.

4. Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») выставляется при несоответствии знаний, умений и навыков студента требованиям порогового уровня.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Примерный перечень вопросов для текущего контроля и промежуточной аттестации в 2 семестре (зачет с оценкой)

1. Аэронавигация и требования к ней. Основные навигационные понятия (ПМС, МС, траектория, линия пути).
2. Системы координат, применяемые в навигации (сферическая, полярная, ортодромические).
3. Навигационные и пилотажные элементы. Условие движения ВС по ЛЗП. Расчет радиуса и линейного упреждения разворота.
4. Магнитный меридиан и магнитное склонение. Правило учета поправок.
5. Ветер и его характеристики. Эквивалентный ветер.
6. Навигационный треугольник скоростей и связь между его элементами.
7. Зависимость путевой скорости и угла сноса от угла ветра.
8. Принципы измерения курса и виды курсовых приборов. Девиация, ее виды, учет в полете.
9. Гироскопический принцип измерения курса. Выставка оси гироскопа, горизонтальная и азимутальная коррекция.
10. Ортодромичность гирополукомпаса
11. Опорный меридиан и ортодромический курс. Преобразование курсов.
12. Классификация высот полета.
13. Принцип работы и устройство барометрического высотомера.
14. Погрешности барометрического высотомера и их учет.
15. Правила установки давления на шкале барометрического высотомера. Вертикальное эшелонирование.
16. Расчет элементов маневрирования высотой полета.
17. Принцип работы указателя воздушной скорости. Приборная скорость.
18. Комбинированный указатель скорости.
19. Погрешности указателя скорости.
20. Расчет истинной воздушной скорости.
21. Понятие о счислении пути.
22. Графическое счисление координат.
23. Принцип автоматизированного счисления координат.
24. Инерциальный способ счисления пути.
25. Структура и состав ИНС.
26. Выставка, горизонтирование и гирокомпасирование.
27. Информация, выдаваемая ИНС.
28. Бесплатформенные ИНС.

Примерный перечень вопросов для текущего контроля и промежуточной аттестации в III семестре (зачет с оценкой)

1. Основные правила аэронавигации при полете по маршруту
2. Этапы маршрутного полета
3. Понятие о комплексном применении навигационных средств в полёте.

4. Контроль и исправление пути.
5. Определение путевой скорости и угла сноса на контрольном этапе.
6. Визуальная ориентировка.
7. Технология навигационной работы экипажа в полёте по маршруту: в наборе, горизонтальном полёте и на снижении.
8. Обобщенный метод линий положения.
9. Основные виды линий положения.
10. Классификация РНС.
11. Навигационная характеристика радиокompасных РНС.
12. Способы полета на/от РНТ.
13. Контроль пути по направлению и дальности с помощью радиокompасных РНС.
14. Определение МС по одной и двум РНТ.
15. Применение радиомаяков ВОР.
16. Навигационная характеристика дальномерных РНС.
17. Пересчет наклонной дальности в горизонтальную.
18. Навигационная характеристика УДРНС.
19. Максимальная дальность действия средств УКВ диапазона.
20. Общие сведения о СНС.
21. Факторы, влияющие на точность информации СНС.
22. Основные принципы работы СНС.
23. Режимы работы приемника СНС.

Примерный перечень вопросов для текущего контроля и промежуточной аттестации в IV семестре (экзамен)

1. Основные сведения о системах захода на посадку.
2. Основные виды схем захода на посадку.
3. Этапы захода на посадку.
4. Виды начального этапа захода на посадку.
5. Расчет элементов захода на посадку.
6. Учет параметров ветра при расчете элементов захода на посадку.
7. Навигационная характеристика наземных радиопеленгаторов.
8. Прямой и обратный пеленги. Контроль пути по АРП.
9. Навигационная характеристика наземных РЛС.
10. Диспетчерские и обзорные РЛС, их применение для контроля пути.
11. Понятие о навигационных инцидентах.
12. Причины и пути предотвращения столкновений ВС с земной поверхностью.
13. Общий принцип расчёта барометрических безопасных высот.
14. Расчёт безопасных высот для полёта по ППП и ПВП.
15. Понятие о системах предупреждения близости земли.
16. Причины и пути предотвращения опасных сближений и столкновений воздушных судов друг с другом.

17. Понятие о бортовых системах предотвращения столкновений.
18. Предотвращение попадания в зоны опасных метеоусловий.
19. Понятие термина «потеря ориентировки».
20. Основные причины потерь ориентировки и уклонений от ЛЗП.
21. Действия экипажа ВС и диспетчера УВД при потере ориентировки.
22. Основные способы восстановления ориентировки.
23. Назначение и виды навигационной подготовки к полёту.
24. Общая навигационная подготовка: цели, сроки проведения, содержание.
25. Предварительная навигационная подготовка, её цели и задачи.
26. Предполётная навигационная подготовка.
27. Рабочий план полета (OFP).
28. Составляющие общего количества топлива на полет.
29. Расчёт удаления рубежа возврата и ухода на запасные аэродромы.

Задания для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Определить навигационные элементы полета (W, УС), если:

| | ЗМПУ, град | $V_{и}$, км/ч | δ , град | U, км/ч | ΔM , град |
|---|------------|----------------|-----------------|---------|-------------------|
| 1 | 25 | 100 | 330 | 30 | + 5 |
| 2 | 48 | 120 | 210 | 20 | - 9 |
| 3 | 74 | 150 | 160 | 25 | - 14 |
| 4 | 118 | 80 | 270 | 15 | + 12 |
| 5 | 176 | 180 | 40 | 30 | + 2 |

2. Воздушное судно выполняет полет на высоте $H_{эш} = FL120$. Показания указателя скорости составляют $V_{пр} = 210$ км/ч. Поправки к указателю скорости $\Delta V_{и} = - 5$ км/ч, $\Delta V_{а} = - 2$ км/ч. Температура воздуха на эшелоне полета $t_{и} = - 22$ °С. Определить истинную скорость полета.

3. Полет воздушного судна выполняется на высоте $H_{эш} = FL150$. Истинная скорость полета равна $V_{ист} = 310$ км/ч. Поправки к указателю скорости $\Delta V_{и} =$

+3 км/ч, $\Delta V_a = -5$ км/ч. Показания термометра наружного воздуха на эшелоне полета $t_{пр} = -12$ °С. Определить воздушную скорость полета.

4. Заданный эшелон полета $H_{эш} = FL210$. Высота полета по кругу $H_{кр} = 400$ м, давление на аэродроме вылета составляет $P_{аэр} = 735$ мм рт. ст. Время отхода от аэродрома $T_{отх} = 11.56$. Средняя вертикальная скорость воздушного судна $V_y = 5$ м/с, а путевая скорость $W = 350$ км/ч. Определить момент и рубеж занятия заданного эшелона.

5. Полет воздушного судна выполняется на высоте $H_{эш} = FL180$. Высота полета по кругу $H_{кр} = 500$ м, давление на аэродроме посадки составляет $P_{аэр} = 742$ мм рт. ст. Расчетное время прибытия $T_{приб} = 16.25$. Определить момент и рубеж начала снижения, если средняя вертикальная скорость снижения воздушного судна равна $V_y = 6$ м/с, а путевая скорость на этом этапе $W = 180$ км/ч.

6. Определить ИПС в 11.06, если $MK = 217^\circ$, $KUR = 64^\circ$, $\Delta_k = 4^\circ$; $\Delta_m = -9^\circ$, $\lambda_p = 67^\circ$, $\lambda_{мс} = 64^\circ$, $\varphi = 58^\circ$.

7. Самолет выполняет полет от РНТ с $MK = 3MPY = 128^\circ$. Через 10 минут полета сняли показания $KUR = 192^\circ$. Определить $MK_{вых}$ и $KUR_{вых}$, если $U_{вых} = 40^\circ$, а также $MK_{сл}$ и $KUR_{сл}$ по ЛЗП.

8. $3MPY = 325^\circ$. Самолет выполняет полет с $MK = 328^\circ$. Через 9 минут полета отсчитали $KUR = 6^\circ$. Определить $MK_{вых}$ и $KUR_{вых}$, если $U_{вых} = 30^\circ$, а также $MK_{сл}$ и $KUR_{сл}$ по ЛЗП. Расчетное время полета по данному участку маршрута 16 мин.

9. $3MPY = 168^\circ$. Самолет выполняет полет от РНТ с $MK = 172^\circ$. Через 12 минут полета отсчитали $KUR = 2^\circ$. До пролета ППМ осталось 9 минут полета. Определить $MK_{ППМ}$.

10. Самолет прошел РНТ с $MK = 25^\circ$ для обхода грозового очага. $3MPY$ ЛЗП, проходящей через РНТ равен 55° . После обхода грозового очага при $KUR = 168^\circ$ экипаж принял решение выйти на ЛЗП, взяв $U_{вых} = 70^\circ$. Определить $MK_{вых}$ и $KUR_{вых}$.

11. Самолет прошел РНТ с $MK = 25^\circ$ для обхода грозового очага. $3MPY$ ЛЗП, проходящей через РНТ равен 55° . После обхода грозового очага при $KUR = 168^\circ$ экипаж принял решение выйти на ЛЗП, взяв $U_{вых} = 70^\circ$. Определить $MK_{вых}$ и $KUR_{вых}$, а также $MK_{сл}$ и $KUR_{сл}$ по ЛЗП.

12. Рассчитать безопасную высоту полета по давлению 760 мм рт. ст. и значение нижнего безопасного эшелона, если полет проходит над равнинной местностью и при этом $ИПУ = 24^\circ$, $H_{рел} = 268$ м, $t_0 = -24^\circ C$, $p_{мин} = 728$ мм рт. ст.

13. Рассчитать безопасную высоту полета по давлению 760 мм рт. ст. и значение безопасного эшелона, если полет проходит над холмистой местностью и при этом $ИПУ = 342^\circ$, $H_{рел} = 627$ м, $t_0 = +16^\circ C$, $p_{прив. мин} = 747$ мм рт. ст.

14. Рассчитать безопасную высоту для полета по маршруту ниже нижнего эшелона, если $t_0 = -24^\circ C$, а $H_{рел} = 2018$ м, $V = 240$ км/ч.

15. Рассчитать минимальную безопасную высоту в районе аэродрома, если $H_{\text{аэр}} = 178$ м, $H_{\text{рел}} = 549$ м, $t_0 = + 2^{\circ}\text{C}$, $p_{\text{аэр}} = 732$ мм рт. ст.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины студент должен не только изучить теоретический материал, но и уметь выполнить сложные численные расчеты с требуемой точностью. Для этого он должен получить навыки практических расчетов на НЛ-10М и микрокалькуляторах.

На самостоятельное изучение выносятся наиболее простые вопросы изучаемых тем. Самостоятельное изучение позволяет привить навык поиска интересующих вопросов в источниках, в том числе и дополнительных. Для этого можно использовать как дополнительную литературу, так и ресурсы всемирной сети.

Проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений. При выполнении расчетов студент должен хорошо понимать смысл выполняемого задания и добиться получения правильного результата с требуемой точностью.

Практические занятия призваны обеспечить получение студентами практических навыков и умений по проведению геодезических расчетов, работе с аэронавигационными картами.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №15 «Аэронавигации» «19» мая 2023 года, протокол № 10.

Разработчик:

к.т.н.

Алешков И.И.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой №15 «Аэронавигации»

к.т.н., доцент

Сарайский Ю.Н.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Лобарь С.Г.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «___» _____ 2023 года, протокол № __.