

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра управления воздушным движением

И.А. Чехов

АЭРОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины
и выполнению контрольной работы

*для студентов IV курса
направления 25.03.03
заочного обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2020

УДК 351.814
ББК 0571.5
Ч-56

Рецензент:

Нечаев Е.Е. – д-р техн. наук, профессор

Чехов И.А.

Ч-56 Аэронавигационное обеспечение полетов [Текст] : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / И.А. Чехов.. – М.: ИД Академии Жуковского, 2020. – 32 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Аэронавигационное обеспечение полетов» для студентов IV курса направления 25.03.03 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 27.08.2020 г. и методического совета 27.08.2020 г.

УДК 351.814
ББК 0571.5

В авторской редакции

Подписано в печать 07.12.2020 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 2 Усл. печ. л. 1,86

Заказ № 685/1008-УМП01 Тираж 90 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (495) 973-45-68

E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи изучения дисциплины	4
2. Содержание дисциплины	5
3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям	11
4. Методические указания по самостоятельной работе студентов	13
5. Методические указания по выполнению итоговой контрольной работы	15
6. Вопросы для подготовки к экзаменам	28
7. Рекомендуемая литература.....	30

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «**Аэронавигационное обеспечение полетов**» является формирование у студентов совокупности знаний, умений и навыков на современном научно-техническом уровне по вопросам аэронавигационного обеспечения полетов.

Задачами изучения дисциплины «**Аэронавигационное обеспечение полетов**» являются:

- освоение основных положений руководящих документов по выполнению полетов и использованию воздушного пространства РФ;
- изучение процедур сбора, обработки, издания, хранения и распространения аэронавигационной информации;
- изучение документов аэронавигационной информации;
- получение умений по оценке точности и надежности полета в навигационном отношении;
- овладение навыками определения минимальных безопасных высот пролета препятствий при заходе на посадку воздушного судна;
- отработка практических навыков по расчету взлетно-посадочных характеристик воздушного судна.

В результате изучения дисциплины «**Аэронавигационное обеспечение полетов**» обучающийся должен:

знать:

- документы аэронавигационной информации;
- процедуры маневрирования в районе аэродрома;
- современные концепции развития навигации;
- понятия точности и надежности выполнения полета в навигационном отношении.

уметь:

- оценивать точность и надежность аэронавигационного обеспечения полетов.

владеть:

- навыками определения минимальных безопасных высот пролета препятствий при заходе на посадку;
- методикой расчета взлетно-посадочных характеристик воздушного судна.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В АЭРОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ (4 ЧАСА)

ТЕМА 1.1 ОСНОВЫ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ (4 ЧАСА)

Лекция 1. Основы аэронавигационного обеспечения полетов (2 часа).

Введение. Цель, задачи и содержание дисциплины Аэронавигационное обеспечение полетов (АНОП), ее связь с другими дисциплинами, прикладное значение и роль в подготовке специалиста. Научные основы, основные понятия, термины и определения.

Самостоятельная работа студента. Основы аэронавигационного обеспечения полетов (2 часа).

Аэронавигационное обеспечение полетов на различных этапах подготовки и выполнения полетов. Недостатки аэронавигационного обеспечения полетов на различных этапах полета. Роль аэронавигационного обеспечения полетов в процессе выполнения диспетчерами УВД своих должностных обязанностей.

РАЗДЕЛ 2. ТОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ НАВИГАЦИИ (36 ЧАСОВ)

ТЕМА 2.1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ

ТЕМА 2.2. ТОЧНОСТЬ НАВИГАЦИИ

ТЕМА 2.3. НАДЕЖНОСТЬ НАВИГАЦИИ (2 ЧАСА)

Лекция 2. Основы теории погрешностей. Точность и надежность навигации. (2 часа)

Вероятностный характер процесса навигации. Основы теории погрешностей: числовые характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин, погрешности косвенных измерений, корреляция случайных величин. Показатели точности навигации, методы их оценивания. Показатель потребной точности навигации. Точность определения линии положения и места самолета. Средняя квадратическая радиальная погрешность.

Практическое занятие 1. Основы теории погрешностей. Оценка точности и надежности навигации. Решение задач (2 часа).

Проведение контрольной работы №1.

Самостоятельная работа студента. Основы теории погрешностей (32 часа).

Точность счисления пути. Показатели надежности навигации, методы их оценивания. Вероятность нахождения ВС в пределах ширины трассы. Основные

направления повышения надежности навигации. Комплексное применение навигационных средств. Оптимизация условий выполнения полетов и применения средств и способов навигации.

РАЗДЕЛ 3. АЭРОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ ВО ВНЕАЭРОДРОМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ (28 ЧАСОВ)

**ТЕМА 3.1. ВОЗДУШНЫЕ ТРАССЫ, МЕСТНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ И
МАРШРУТЫ ОВД**

ТЕМА 3.2. ЗОНАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

ТЕМА 3.3. КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ НАВИГАЦИИ (28 ЧАСОВ)

**Лекция 3. Воздушные трассы, местные воздушные линии и маршруты ОВД.
Зональная навигация и требования к ней. Концепции развития навигации
(2 часа)**

Характеристика воздушных трасс, местных воздушных линий, маршрутов ОВД и требования к ним. Понятие о модели риска столкновений для параллельных воздушных трасс. Нормы эшелонирования. Концепция RVSM.

Принципы зональной навигации (RNAV). Минимальные навигационные характеристики (MNPS).

Требуемые навигационные характеристики (RNP). Концепция CNS/ATM. Навигация на основе эксплуатационных характеристик (PBN).

Самостоятельная работа студента. Воздушные трассы, местные воздушные линии и маршруты ОВД (26 часов).

Зональная навигация. Требования к навигационному оборудованию и летному экипажу. Базы данных. Регионы действия RNAV. Рабочие области радионавигационных систем. Навигационные спецификации, требования к ним.

РАЗДЕЛ 4. ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ (20 ЧАСОВ)

**ТЕМА 4.1. ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ
СУДОВ (20 ЧАСОВ)**

Лекция 4. Взлетно-посадочные характеристики воздушных судов (2 часа)

Элементы взлетно-посадочных характеристик и их значение: максимально-допустимые взлетная и посадочная массы, скорости на взлете и посадке. Факторы, влияющие на взлетно-посадочные характеристики. Этапы взлета и посадки. Потребные и располагаемые дистанции.

Практическое занятие 2. Взлетно-посадочные характеристики воздушных судов. Расчет ВПХ ВС (2 часа).

Самостоятельная работа студента. Взлетно-посадочные характеристики воздушных судов (16 часов).

Порядок расчета взлетно-посадочных характеристик ВС. Руководство по летной эксплуатации ВС. Flight Crew Operating Manual (FCOM). Учет факторов, влияющие на взлетно-посадочные характеристики.

РАЗДЕЛ. 5. ДОКУМЕНТЫ АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ (12 ЧАСОВ)

ТЕМА. 5.1. ДОКУМЕНТЫ АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ (12 ЧАСОВ)

Практическое занятие 3. Содержание документов аэронавигационной информации (2 часа).

Проведение контрольной работы №2.

Самостоятельная работа студента. Документы аэронавигационной информации (10 часов)

Аэронавигационная информация. Виды документов аэронавигационной информации. Аэронавигационная информация постоянного и временного характера. Сборники аэронавигационной информации: структура, содержание, условные обозначения. Перечень воздушных трасс. NOTAM: структура и содержание. Понятие о СНОУТАМ и циркулярах аэронавигационной информации. Бюллетень предполетной информации.

РАЗДЕЛ. 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ (12 ЧАСОВ)

ТЕМА. 6.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ (12 ЧАСОВ)

Лекция 5. Обеспечение аэронавигационной информацией (2 часа)

Задачи и структура службы аэронавигационной информации (САИ). Центр аэронавигационной информации. САИ региональных управлений воздушного транспорта. Бюро аэронавигационной информации. Рекомендации ИКАО по обеспечению аэронавигационной информацией. Система АИРАК.

Самостоятельная работа студента. Обеспечение аэронавигационной информацией (10 часов).

Порядок внесения изменений в документы аэронавигационной информации. Обеспечение экипажей документами аэронавигационной информации. Предполетное информационно-консультативное обслуживание.

РАЗДЕЛ 7. АЭРОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА (36 ЧАСОВ)

ТЕМА 7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕДУРАХ МАНЕВРИРОВАНИЯ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА. ЭЛЕМЕНТЫ АЭРОДРОМНЫХ СХЕМ

ТЕМА 7.2. СХЕМЫ ВЫЛЕТА И ПРИБЫТИЯ ПО ПРИБОРАМ (18 ЧАСОВ)

Лекция 6. Общие сведения о процедурах маневрирования в районе аэродрома. Элементы аэродромных схем. Схемы вылета и прибытия по приборам. (2 часа)

Маршруты, процедуры, схемы. Правила построения аэродромных схем. Исходные данные для построения аэродромных схем. Категории воздушных судов. Принцип учета ветра и температуры при построении схем. Навигационное наведение. Диспетчерское наведение. Визуальное наведение. Навигационные спецификации. Контрольные точки. Зоны учета препятствий. Безопасные высоты. Скорости, используемые при расчете схем. Минимальная безопасная высота в секторе.

Самостоятельная работа студента. Общие сведения о процедурах маневрирования в районе аэродрома. Элементы аэродромных схем (16 часов).

Общие сведения о схемах вылета. Принципы построения схем вылета по приборам. Запасы высоты над препятствиями и градиенты набора высоты. Зоны учета препятствий при вылетах. Скорости и крены для расчета схем вылетов. Этапы захода на посадку. Построение схем начального этапа захода на посадку. Промежуточный и конечный этап захода на посадку. Визуальный заход на посадку. Принципы определения минимальных безопасных высот пролета препятствий при заходе на посадку по РМС, РСП, ОСП и ОПСР.

ТЕМА 7.3. СХЕМЫ ОЖИДАНИЯ И УХОДА НА ВТОРОЙ КРУГ

ТЕМА 7.4. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ МИНИМУМЫ (18 ЧАСОВ)

Лекция 7. Схемы ожидания и ухода на второй круг. Метеорологические минимумы (2 часа)

Схемы ожидания. Схемы ожидания при использовании зональной навигации. Процедура ухода на второй круг. Начальный этап ухода на второй круг. Промежуточный этап ухода на второй круг. Конечный этап ухода на второй круг.

Самостоятельная работа студента. Схемы ожидания и ухода на второй круг. Метеорологические минимумы (16 часов).

Классификация метеорологических минимумов: минимумы аэродрома, минимумы ВС, минимумы командира ВС. Определение минимумов аэродрома для взлета. Определение минимумов аэродромов для посадки.

РАЗДЕЛ 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ (16 ЧАСОВ)

ТЕМА 8.1. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПНК

ТЕМА 8.2. ФОРМАТЫ ПЕРЕДАЧИ АЭРОНАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ (16 ЧАСОВ)

Самостоятельная работа студента. Информационное обеспечение (16 часов).

Общие сведения об информационном обеспечении навигационных комплексов отечественных и зарубежных ВС. Задачи, решаемые группой наземного штурманского обеспечения полетов. Информационное обеспечение базовых навигационных комплексов. Содержание баз данных. Общие сведения о формате ARINC-424. Запись информации о GRID MORA. Запись информации о радиотехнических средствах. Запись информации о маршрутах. Концепция Path Terminator. Запись информации о зонах ожидания. Запись информации о ВТ. Запись информации о радиосвязи. Запись информации об аэродромах. Запись информации о ВПП.

РАЗДЕЛ 9. КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ (12 ЧАСОВ)

ТЕМА 9.1. КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ (12 ЧАС)

Лекция 8. Картографическое обеспечения полетов (2 часа)

Карты, применяемые для обеспечения, организации и выполнения полетов. Характеристика аэронавигационных карт ИКАО и требования к ним. Содержание аэронавигационных карт. Основные обозначения на аэронавигационных картах.

Практическое занятие 4. Картографическое обеспечение полетов (2 часа).
Проведение контрольной работы №3.

Самостоятельная работа студента. Картографическое обеспечение полетов (8 часов).

Карты, предназначенные для использования исключительно в целях планирования. Карты для использования в ходе полета. Карты, предназначенные для использования во время наземного аэродромного движения воздушных судов. Карты, предназначенные для визуальной аэронавигации, прокладки линий пути и использования в целях планирования.

РАЗДЕЛ 10. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ (4 ЧАСА)

ТЕМА 10.1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ (4 ЧАСА)

Самостоятельная работа студента. Перспективы развития аэронавигационного обеспечения полетов (4 часа)

Перспективы развития комплексов навигационного оборудования ВС, систем навигации и навигационного оборудования, воздушных трасс и аэродромов. Перспективы развития теории и практики аэронавигационного обеспечения полетов.

Защита итоговой контрольной работы в соответствии с вариантом, согласованным с преподавателем.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Подготовку к каждому практическому занятию обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом самостоятельной работы студента. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

ПЗ-1	Основы теории погрешностей. Оценка точности и надежности навигации. Решение задач. Проведение контрольной работы №1.	2 часа
ПЗ-2	Взлетно-посадочные характеристики воздушных судов. Расчет ВПХ ВС.	2 часа
ПЗ-3	Содержание документов аэронавигационной информации. Проведение контрольной работы №2.	2 часа
ПЗ-4	Картографическое обеспечение полетов. Проведение контрольной работы №3.	2 часа

В процессе проведения практических занятий для текущего контроля успеваемости будут выполнены контрольные работы.

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (ВОПРОСОВ), ВЫНОСИМЫХ
НА КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ.

Контрольная работа №1

1. Погрешности косвенных измерений
2. Оценка точности линий положений.
3. Показатели точности и надежности навигации.
4. Оценка точности определения места ВС.

Контрольная работа №2

1. Взлет, этапы взлета.
2. Объединенный пакет АНИ.
3. Посадка, ее этапы и дистанции на посадке
4. НОТАМ. Бюллетень предполетной информации.

Контрольная работа №3

1. Навигационное наведение.
2. Процедура повторного захода на посадку.
3. Диспетчерское наведение.
4. Параметры минимумов.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

В процессе изучения дисциплины «Аэронавигационное обеспечение полетов» студентам необходимо самостоятельно проработать и изучить следующие вопросы курса:

1. Сущность АНОП, организация и решаемые задачи.
2. Понятие об измерениях и погрешностях.
3. Погрешности косвенных измерений.
4. Показатели точности и надежности навигации.
5. Оценка точности линий положений.
6. Оценка точности определения места самолета.
7. Характеристика маршрутов ОВД и требований к ним.
8. Система вертикального эшелонирования в РФ, принципы обоснования норм эшелонирования. Сущность концепции RVSM.
9. Модель риска столкновений.
10. Сущность зональной навигации (RNAV) и ее преимущества.
11. Сущность концепции навигации, основанной на характеристиках (PBN).
12. Функциональные дополнения СНС (ABAS, GBAS, SBAS).
13. Взлётно-посадочные характеристики ВС и факторы, влияющие на них.
14. Взлет, этапы взлета.
15. Располагаемые дистанции и зависимость между ними.
16. Посадка, ее этапы и дистанции на посадке.
17. Аэронавигационная информация и ее содержание.
18. Объединенный пакет АНИ.
19. Сборники аэронавигационной информации РФ АИП: структура, содержание.
20. Поправки и дополнения к АИП РФ.
21. NOTAM. Бюллетень предполетной информации.
22. Служба аэронавигационной информации, задачи САИ.
23. Центр аэронавигационной информации, функции ЦАИ.
24. Непосредственное обеспечение экипажей документами АНИ.
25. Система AIRAC.
26. Основные элементы аэродромных схем.
27. Навигационное наведение.
28. Диспетчерское наведение.
29. Спираль ветра.
30. Процедуры вылета и требования к ним.
31. Этапы захода на посадку по приборам и их характеристика.

32. Виды захода на посадку по приборам.
33. Визуальное маневрирование при заходе на посадку.
- 34.41. Схемы ожидания.
35. Процедура повторного захода на посадку.
36. Виды минимумов.
37. Параметры минимумов.

Самостоятельная работа должна реализовываться:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.;
- в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий.

В учебном процессе используются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, нормативно-правовыми документами, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИТОВОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЗАДАНИЕ №1

1.1. Представить и описать схему обеспечения Вашего предприятия документами АНИ.

1.2. Описать порядок внесения поправок в документы АНИ.

1.3. Перечислить задачи аэронавигационного обеспечения Вашего предприятия, решаемые с использованием ЭВМ. Представить образцы выходной документации.

Краткие теоретические сведения к заданию №1

Аэронавигационное обеспечение полетов – комплекс мероприятий, осуществляемых на этапах организации, подготовки и выполнения полетов и направленных на создание условий безопасной, точной и экономичной аэронавигации. Оно реализуется на федеральном, региональном (территориальном) и местном уровнях. Аэронавигационное обеспечение полетов на местном уровне осуществляется аэропортами, эксплуатантами, органами ОВД и другими юридическими лицами, сертифицированными для данного вида деятельности. Авиапредприятие (эксплуатант) имеет структурное подразделение или назначает лицо, ответственное за аэронавигационное обеспечение полетов, или пользуется услугами другого юридического лица, осуществляющего данный вид деятельности (далее именуется - служба АНОП эксплуатанта). Служба АНОП эксплуатанта несет ответственность за:

- соответствие эксплуатационных минимумов на заявленные аэродромы действующим требованиям специально уполномоченного органа в области ГА;
- обеспечение экипажей действующими документами аэронавигационной информации в необходимом объеме при подготовке и выполнении полетов;
- выполнение предварительных навигационных расчетов;
- представление органам ОВД заявок на использование воздушного пространства;
- информационное обеспечение пилотажно-навигационных комплексов, навигационных систем, автоматизированных систем аэронавигационного обеспечения полетов.

Для подготовки и выполнения полетов служба АНОП эксплуатанта обеспечивает летные экипажи:

- сборниками аэронавигационной информации;
- аэронавигационными картами;
- эксплуатационными минимумами аэродромов взлета, посадки и запасных;

- результатами предварительных навигационных расчетов и/или бланками установленной формы;
- сопроводительными документами к бортовым базам данных;
- штурманским снаряжением.

Авиапредприятие может пользоваться услугами службы АНОП другого сертифицированного предприятия либо создавать объединенную службу АНО полетов, которая выполняет функции службы АНО полетов аэропорта, эксплуатанта и органа ОВД.

Современные методы обеспечения аэронавигационной информацией предполагают наличие в авиапредприятиях автоматизированных систем, получающих данные в цифровом виде по каналам связи и формирующих выходные документы в удобном для летных экипажей виде.

Методические указания по выполнению задания №1

При выполнении данного задания Вам необходимо в службе АНОП Вашего предприятия собрать следующую информацию:

- перечень документов АНИ, получаемых предприятием в бумажном и электронном виде;
- наименование организаций - поставщиков документов АНИ;
- с какой периодичностью и в каком виде осуществляется обновление каждого документа АНИ;
- порядок внесения поправок в документы АНИ;
- перечень имеющихся в предприятии автоматизированных систем и решаемые этими системами задачи;
- образцы выходной документации, содержание которой Вы должны знать.

ЗАДАНИЕ №2

Перечислить аэронавигационную информацию, которая содержится на маршрутной карте Вашего района. Для выполнения этого задания Вам необходимо:

- 2.1. Выбрать лист маршрутной карты района, в котором находится Ваше предприятие.
- 2.2. Перенести в тетрадь условные обозначения, содержащиеся на данном листе карты.
- 2.3. Дать пояснение по каждому условному обозначению.

Краткие теоретические сведения к заданию №2

Выполнение полетов при отсутствии на борту воздушного судна полетных карт не допускается. При выполнении полетов по ППП в качестве полетной карты применяются:

- маршрутная карта отечественного или зарубежного издания, разрешенная к использованию Федеральным центром АНО, или
- специально подготовленная аэронавигационная карта масштаба 1:2000 000.

При выполнении полетов по ПВП в качестве полетной карты применяется специальная карта для визуальных полетов, изданная типографским способом или аэронавигационная карта масштаба 1:1 000 000 или крупнее.

Радионавигационная карта издания ЦАИ может выполнять функцию маршрутной карты.

Методические указания по выполнению задания №2

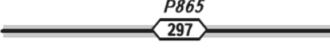
Целью данного задания является проверка знаний условных обозначений на маршрутных картах. Используются только современные карты, изданные типографским способом. Если у Вас нет возможности работать на предприятии с маршрутной картой, изданной типографским способом, то Вам необходимо получить её на кафедре аэронавигации. В любом случае, выбирается лист, на котором находится аэродром Вашего предприятия. При выполнении задания используйте легенду, в которой частично даются пояснения условным обозначениям. В графе примечания необходимо указать определение элементу и/или кратко пояснить, что означает конкретная цифра. Если имеется возможность, то к заданию прикладывается соответствующий лист маршрутной карты. Задание оформляется в виде табл. 1.

Таблица 1

Образец выполнения задания № 2

№ п/п	Условное обозначение	Наименование элемента	Примечание
1.	N50 04 30 E038 13 36	Геодезические координаты в градусах, минутах и секундах	N – северная широта E – восточная долгота. Геодезические координаты даны в ПЗ-90 (ПЗ-90.02)
2.		ОПРС – отдельная приводная радиостанция	– TURA Gorny – наименование; – 320 BG – частота и позывной; – N64 17 39 E100 26 12 – координаты

Таблица 1 продолжение

3.	 MASOL N50 04 30 E038 13 36	ПОД – пункт обязательного донесения	MASOL – идентификатор
4.	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> TURUKHANSK 113.7 THN N65 47 41 E087 56 17 44 </div>	Совмещенное радионавигационное средство VOR и DME (VOR/DME)	TURUHANSK – наименование; – 113.7 THN – частота и позывной; – N65 47 41 E087 56 17 – координаты; – 44 – превышение установки DME
5.		Изогона – линия равных магнитных склонений +5°	+5° – магнитное склонение
6.	<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block;"> ARKHANGELSK CONTROL ① 133.8 ② 132.15 </div> <p>① MON-SAT 04.30-16.30 6100 or below ② Other time 6100 or below above 6100 H24</p>	Бокс РПИ: позывной, частота связи и условия использования	
7.	<div style="border: 1px dashed green; padding: 5px; display: inline-block;"> MOSCOW CONTROL 130.5 above FL040-FL530 </div>	Бокс сектора РПИ: позывной, частота связи и условия использования	
8.		Двусторонний маршрут ОВД, его наименование и минимальная абсолютная высота	R58 – наименование 115 – длина участка; 058°/238° – путевой угол; 860 – минимальная абсолютная высота
9.		Односторонний маршрут ОВД	
10.		Маршрут зональной навигации	

ЗАДАНИЕ №3

3.1. Рассчитать минимально допустимый градиент набора высоты на начальном участке схемы вылета для одного направления ВПП Вашего аэродрома.

Краткие теоретические сведения к заданию №3

При разработке схем вылета по приборам учитываются характер окружающей аэродром местности (расположение и высота препятствий), а также требования УВД. Схема вылета устанавливается для каждой ВПП, с которой может выполняться взлет.

Схема вылета начинается в точке DER (departure end of the runway), которая устанавливается в конце располагаемой дистанции взлета (РДВ) на высоте 5 м над максимальным превышением рельефа в свободной зоне, включая порог ВПП со стороны взлета (рис.1).

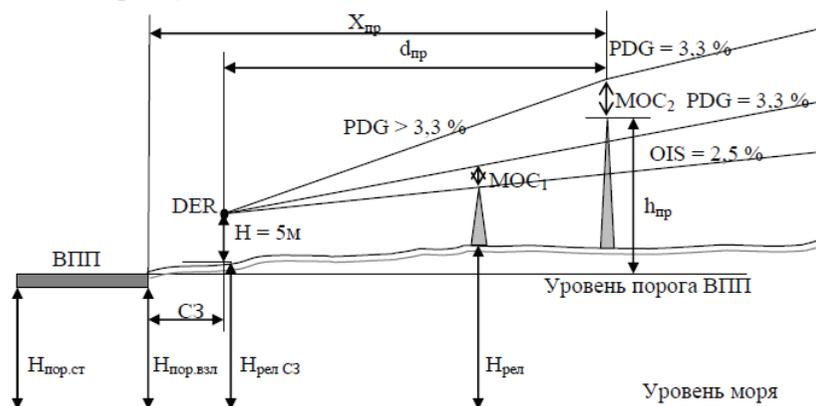


Рис.1. Определение начала схемы вылета и градиента набора высоты

Все высоты (препятствий, разворотов и т.п.) при построении схем вылета отсчитываются от уровня ВПП со стороны старта.

Основным критерием, учитываемым при построении схем, является запас высоты над препятствием MOC (minimum obstacle clearance), равный нулю над DER и увеличивающийся на 0.8% от горизонтального расстояния в направлении полета по мере удаления от DER.

Для обеспечения требуемого запаса высоты над препятствиями рассчитываются градиенты набора высоты PDG (procedure design gradient), которые представляет собой тангенсы углов наклона траектории, выраженные в процентах.

При построении схем учитываются только те препятствия, которые пересекают поверхность обозначения препятствий OIS (obstacle identification surface), имеющую наклон вверх с градиентом 2.5% в направлении полета (рис.2).

Если препятствия не пересекают OIS, то расчетный PDG устанавливается равным 3.3% (2.5% градиент OIS + 0.8% MOC).

Если какое-либо препятствие пересекает поверхность, то рассчитывается PDG, который обеспечит требуемый MOC над этим препятствием. PDG публикуется на схеме вылета, если его значение больше 3.3%.

Первая зона учета препятствий имеет ширину 300м у DER, затем расширяется на 15° в каждую сторону и заканчивается в точке разворота (TP) (рис.3).

Методические указания по выполнению задания № 3

Для выполнения данного задания Вам необходимо выполнить следующие действия.

1. Собрать информацию о препятствиях на аэродроме. Сведения о препятствиях имеются в аэронавигационном паспорте аэродрома или инструкции по производству полетов на аэродроме. Для выполнения задания необходимы препятствия, попадающие в зону, показанную на рис.3.

2. Записать препятствия в таблицу (табл.2). В таблице указываются прямоугольные координаты препятствий (рис. 2) относительно порога взлета ($X_{пр}$, $Y_{пр}$) и абсолютные высоты препятствий ($H_{пр}$). Препятствия записываются по мере убывания координаты X .

3. На листе миллиметровой бумаги формата А4 построить зону учета препятствий (рис. 3). При построении принять $D_p = 10000 - C3$. Возле препятствий указываются порядковые номера из табл.2.

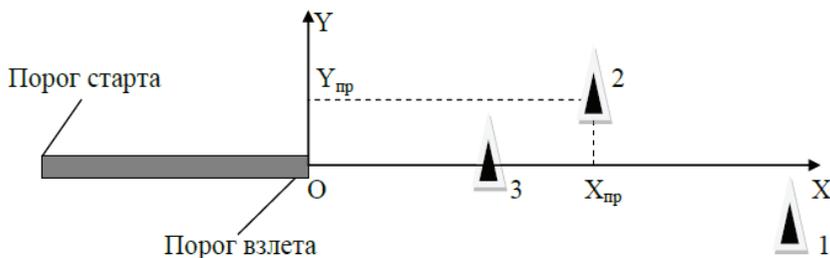


Рис.2. Система координат

Образец таблицы препятствий

№ п/п	Название препятствия	Х _{пр} , м	У _{пр} , м	Н _{пр} , м
1	Возвышенность	+ 9600	- 2570	370
2	Труба	+ 5320	+ 400	60
3	Антенна ДПРМ	+ 4000	0	25

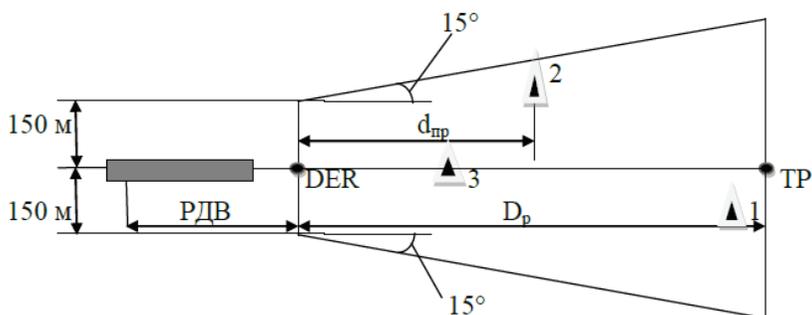


Рис. 3. Зона учета препятствий

4. Рассчитать $H_{DER} = H_{\text{рел.сз}} + 5 - H_{\text{пор.ст}}$ (м) (см. рис.1).

5. Для каждого препятствия рассчитать его относительную высоту:

$$h_{\text{пр}} = H_{\text{пр}} - H_{\text{пор.ст.}} \text{ (м)}$$

6. Для каждого препятствия рассчитать МОС: $МОС = 0,008 \cdot d_{\text{пр}}$ (м)

7. Для каждого препятствия рассчитать требуемый для его безопасного пролета минимально допустимый градиент набора высоты PDG:

$$PDG = \frac{h_{\text{пр}} + МОС + H_{DER}}{d_{\text{пр}}}$$

8. Определить минимально допустимый градиент набора высоты на начальном участке схемы вылета как максимальное значение из PDG по препятствиям.

ЗАДАНИЕ №4

Решить задачи. В условиях задач вместо x и y следует подставлять соответственно предпоследнюю и последнюю цифры зачетной книжки. При этом вместо нуля использовать число 10.

Задача 1

ВС выполняет полет по участку маршрута с ЗМПУ = 150° с МК = 144° . Через 10 мин после пролета ППМ на его запрос диспетчер сообщил координаты МС. Они равны $A = 32x^\circ$ и $D = 1y0$ км. При этом $\Delta M = -8^\circ$, а протяженность участка маршрута $S = 245$ км. Определить вероятность нахождения ВС в пределах трассы шириной 10 км, если $\sigma_A = 1, x^\circ$; $\sigma_{МК} = 1, y^\circ$.

Задача 2

Диспетчер определил место ВС по угломерно-дальномерному средству $A = 300^\circ$, $D = [50 + (5+x)y]$ км. Определить вероятность того, что ВС находится от измеренного места на удалении не более 5 км, если $\sigma_A = 1, x^\circ$; $\sigma_D = 0, y$ км.

Краткие теоретические сведения к заданию № 4

Погрешности измерения

Процесс аэронавигации носит вероятностный характер, т.к. подвержен влиянию большого количества погрешностей измерения. Измерения могут быть прямыми и косвенными.

Погрешность - это разность измеренного и истинного значений:

$$\Delta = X - X_{\text{изм}},$$

где $X_{\text{изм}}$ - измеренное значение;

X - истинное значение;

Δ - абсолютная погрешность.

Погрешность измерений является характеристикой точности. Точность - это степень соответствия измеренного значения истинному. Чем меньше погрешность, тем выше точность.

По характеру проявления погрешности бывают систематические и случайные.

Систематическими называются погрешности, возникающие всякий раз при данных условиях измерения. Они подразделяются на постоянные и переменные.

Постоянные систематические погрешности сохраняют свою величину и знак в широком диапазоне условий измерения.

Величина переменной систематической погрешности зависит от влияния заранее известных факторов в конкретных условиях измерения (время суток,

значения измеряемой величины и т.п.). Чаще всего известна функциональная зависимость этой погрешности от различных факторов.

С систематическими погрешностями можно и нужно бороться. Это значит, что для конкретного оборудования их надо выявлять и устранять (компенсировать).

Случайными называются погрешности, принимающие различные значения при многократных измерениях в одних и тех же условиях.

Частным случаем случайных погрешностей является грубая погрешность (синоним – промах). Промах – это вид случайной погрешности, когда она превышает заданные (заявленные) разработчиком значения погрешности.

Случайные погрешности, как правило, зависят от большого количества факторов и устранить их невозможно, их следует оценить и учесть. Для этой цели применяется аппарат теории вероятностей и, в частности, теория погрешностей.

Характеристики случайной погрешности

Случайная погрешность X – это величина, которая при многократных опытах в одних и тех же условиях принимает различные значения.

Основными характеристиками случайной погрешности навигации являются математическое ожидание m_x и средняя квадратическая погрешность (СКП) σ_x .

Математическое ожидание представляет собой среднее значение погрешности по соответствующей координате (m_z , m_s , m_n , m_t) по множеству траекторий полета или на некотором участке одной траектории. В процессе полета экипаж стремится свести к нулю систематические погрешности навигационных измерений и строго выдерживать навигационную программу полета, поэтому в ряде случаев математические ожидания погрешностей навигации принимают равными нулю.

Средняя квадратическая погрешность навигации по соответствующей координате (σ_z , σ_s , σ_n , σ_t) характеризует степень рассеяния случайных погрешностей навигации относительно их математического ожидания, а при нулевом математическом ожидании разброс фактической координаты ВС относительно заданной. Чем меньше σ , тем менее разбросаны реализации случайной погрешности относительно их среднего значения, тем выше точность навигации.

Вероятность – это числовая характеристика возможности наступления какого-либо события в тех или иных условиях, которые могут повторяться неограниченное количество раз. Вероятность обозначается буквой P и может принимать значения от нуля до единицы.

Законы распределения случайной погрешности

Функция (математическое выражение), связывающая значение случайной погрешности с вероятностью его появления называется законом распределения.

Закон распределения может быть представлен в виде функции распределения $F(x)$ или чаще в виде ее производной – плотности распределения $f(x)$ (рис.4).

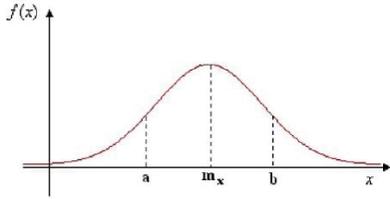


Рис.4. Функция плотности распределения

Площадь под кривой $f(x)$ равна 1, т.е. $-\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$

Вероятность попадания случайной величины в заданные пределы равна площади под кривой между этими пределами (см. рис.4).

$$P(a \leq x^* \leq b) = \int_a^b f(x)dx,$$

где x^* – конкретное числовое значение случайной величины.

Одним из наиболее распространенных законов распределения является **нормальный закон Гаусса**, имеющий место, когда погрешность является суммой составляющих, влияние которых незначительно и сопоставимо по величине. При этом неважно, какому закону распределения подчинены отдельные составляющие погрешности. Для анализа авиационных погрешностей этот закон подходит в подавляющем числе случаев.

Для того чтобы определить вероятность попадания случайной погрешности, подчиняющейся нормальному закону распределения, в заданные пределы удобно использовать табулированную функцию Лапласа $\Phi(x)$, представленную в табл. 3.

Функция Лапласа монотонно возрастающая, нечетная, т.е.

$$\Phi(-x) = -\Phi(x); \Phi(0) = 0; \Phi(+\infty) = 1.$$

С помощью данной функции вероятность попадания случайной погрешности в пределы от a до b определяется следующим образом:

$$P(a \leq x^* \leq b) = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{b-m_x}{\sigma_x} \right) - \Phi \left(\frac{a-m_x}{\sigma_x} \right) \right], \quad (1)$$

Если $m_x = 0$, а пределы интегрирования симметричны ($|a| = |b| = c$), то формула принимает следующий вид:

$$P(|x^*| \leq c) = \Phi \left(\frac{c}{\sigma_x} \right) \quad (2)$$

Функция Лапласа

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

X	Φ(x)	X	Φ(x)	X	Φ(x)	X	Φ(x)	X	Φ(x)
0,00	0,0000	0,50	0,3829	1,00	0,6827	1,50	0,8664	2,00	0,9545
0,01	0,0080	0,51	0,3899	1,01	0,6875	1,51	0,8690	2,05	0,9596
0,02	0,0160	0,52	0,3969	1,02	0,6923	1,52	0,8715	2,10	0,9643
0,03	0,0239	0,53	0,4039	1,03	0,6970	1,53	0,8740	2,15	0,9684
0,04	0,0319	0,54	0,4108	1,04	0,7017	1,54	0,8764	2,20	0,9722
0,05	0,0399	0,55	0,4177	1,05	0,7063	1,55	0,8789	2,25	0,9756
0,06	0,0478	0,56	0,4245	1,06	0,7109	1,56	0,8812	2,30	0,9786
0,07	0,0558	0,57	0,4313	1,07	0,7154	1,57	0,8836	2,35	0,9812
0,08	0,0638	0,58	0,4381	1,08	0,7199	1,58	0,8859	2,40	0,9836
0,09	0,0717	0,59	0,4448	1,09	0,7243	1,59	0,8882	2,45	0,9857
0,10	0,0797	0,60	0,4515	1,10	0,7287	1,60	0,8904	2,50	0,9876
0,11	0,0876	0,61	0,4581	1,11	0,7330	1,61	0,8926	2,55	0,9892
0,12	0,0955	0,62	0,4647	1,12	0,7373	1,62	0,8948	2,60	0,9907
0,13	0,1034	0,63	0,4713	1,13	0,7415	1,63	0,8969	2,65	0,9920
0,14	0,1113	0,64	0,4778	1,14	0,7457	1,64	0,8990	2,70	0,9931
0,15	0,1192	0,65	0,4843	1,15	0,7499	1,65	0,9011	2,75	0,9940
0,16	0,1271	0,66	0,4907	1,16	0,7540	1,66	0,9031	2,80	0,9948
0,17	0,1350	0,67	0,4971	1,17	0,7580	1,67	0,9051	2,85	0,9956
0,18	0,1428	0,68	0,5035	1,18	0,7620	1,68	0,9070	2,90	0,9962
0,19	0,1507	0,69	0,5098	1,19	0,7660	1,69	0,9090	2,95	0,9968
0,20	0,1585	0,70	0,5161	1,20	0,7699	1,70	0,9109	3,00	0,9973
0,21	0,1663	0,71	0,5223	1,21	0,7737	1,71	0,9127	3,10	0,9980
0,22	0,1741	0,72	0,5285	1,22	0,7775	1,72	0,9146	3,20	0,9986
0,23	0,1819	0,73	0,5346	1,23	0,7813	1,73	0,9164	3,30	0,9990
0,24	0,1897	0,74	0,5407	1,24	0,7850	1,74	0,9181	3,40	0,9993
0,25	0,1974	0,75	0,5467	1,25	0,7887	1,75	0,9199	3,50	0,9995
0,26	0,2051	0,76	0,5527	1,26	0,7923	1,76	0,9216	3,60	0,9996
0,27	0,2128	0,77	0,5587	1,27	0,7959	1,77	0,9233	3,70	0,9997
0,28	0,2205	0,78	0,5646	1,28	0,7995	1,78	0,9249	3,80	0,9998
0,29	0,2282	0,79	0,5705	1,29	0,8029	1,79	0,9265	3,90	0,9999
0,30	0,2358	0,80	0,5763	1,30	0,8064	1,80	0,9281	4,00	0,9999
0,31	0,2434	0,81	0,5821	1,31	0,8098	1,81	0,9297	4,417	1-10(-5)
0,32	0,2510	0,82	0,5878	1,32	0,8132	1,82	0,9312	4,892	1-10(-6)
0,33	0,2586	0,83	0,5935	1,33	0,8165	1,83	0,9328	5,327	1-10(-7)
0,34	0,2661	0,84	0,5991	1,34	0,8198	1,84	0,9342		
0,35	0,2737	0,85	0,6047	1,35	0,8230	1,85	0,9357		
0,36	0,2812	0,86	0,6102	1,36	0,8262	1,86	0,9371		
0,37	0,2886	0,87	0,6157	1,37	0,8293	1,87	0,9385		
0,38	0,2961	0,88	0,6211	1,38	0,8324	1,88	0,9399		
0,39	0,3035	0,89	0,6265	1,39	0,8355	1,89	0,9412		
0,40	0,3108	0,90	0,6319	1,40	0,8385	1,90	0,9426		
0,41	0,3182	0,91	0,6372	1,41	0,8415	1,91	0,9439		
0,42	0,3255	0,92	0,6424	1,42	0,8444	1,92	0,9451		
0,43	0,3328	0,93	0,6476	1,43	0,8473	1,93	0,9464		
0,44	0,3401	0,94	0,6528	1,44	0,8501	1,94	0,9476		
0,45	0,3473	0,95	0,6579	1,45	0,8529	1,95	0,9488		
0,46	0,3545	0,96	0,6629	1,46	0,8557	1,96	0,9500		
0,47	0,3616	0,97	0,6680	1,47	0,8584	1,97	0,9512		
0,48	0,3688	0,98	0,6729	1,48	0,8611	1,98	0,9523		
0,49	0,3759	0,99	0,6778	1,49	0,8638	1,99	0,9534		

Точность определения местоположения воздушного судна (места ВС) характеризуется радиусом от измеренного местоположения, в пределах которого с определенной вероятностью находится истинное место ВС.

Для практических расчетов часто используется радиальная среднеквадратическая погрешность σ_r , которая подчиняется **закону кругового распределения Релея**. В соответствии с этим законом вероятность попадания МС в круг заданного радиуса (***R_{зад}***) определяется по формуле:

$$p(r^* < R_{\text{зад}}) = 1 - e^{-\frac{R_{\text{зад}}^2}{\sigma_r^2}} \quad (3)$$

Как известно, место самолета может быть определено пересечением двух линий положения. Наиболее распространенными видами линий положения являются линия равных пеленгов самолета (ЛРПС) и линия равных расстояний (ЛРР).

Погрешность измерения навигационного параметра (пеленга или дальности) приводит к погрешности линии положения. Средняя квадратическая погрешность линий положения определяется:

– для ЛРПС : $\sigma_p = 0,0175 \cdot D \cdot \sigma_n$;

– для ЛРР : $\sigma_p = \sigma_D$,

где σ_p – СКП линии положения;

σ_n – СКП измерения пеленга (азимута, радиала);

σ_D – СКП измерения дальности;

D – дальность от угломерного средства до ВС.

Зная СКП линий положения можно определить радиальную СКП по формуле:

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{\sigma_{p1}^2 - \sigma_{p2}^2}}{\sin \omega}, \quad (4)$$

где ω – угол пересечения линий положения.

Погрешности косвенных измерений

Если величина y получена в результате измерения случайных величин x_1, x_2, \dots, x_n , и функция $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, то говорят, что эта величина получена косвенным путем.

В этом случае среднеквадратическая погрешность может быть рассчитана по формуле:

$$\sigma_y = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_1} \sigma_{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \sigma_{x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_n} \sigma_{x_n}\right)^2}, \quad (5)$$

где $\frac{\partial y}{\partial x_n}$ – частная производная.

Например:

$$\text{если } y = (x_1 \pm x_2), \text{ то } \sigma_y = \sqrt{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2};$$

$$\text{если } y = x_1 \cdot x_2, \text{ то } \sigma_y = \sqrt{(x_2 \sigma_{x_1})^2 + (x_1 \sigma_{x_2})^2};$$

$$\text{если } y = 1/x, \text{ то } \sigma_y = \sqrt{\left(-\frac{1}{x^2} \sigma_x\right)^2} = \left|\frac{1}{x^2} \sigma_x\right|$$

Методические указания по выполнению задания №4

В первой задаче необходимо:

- определить ЛБУ, и это значение принять в качестве математического ожидания;
- рассчитать СКП ЛРПС;
- по формуле (1) рассчитать требуемую вероятность. Поскольку ширина трассы равна 10 км, то пределы будут равны: $a = -5$ км, $b = +5$ км.

Для решения **второй задачи** необходимо:

- определить СКП ЛРПС и ЛРР;
- по формуле (4) рассчитать радиальную СКП;
- по формуле (3) рассчитать требуемую вероятность.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНАМ

После самостоятельного изучения курса, посещения обзорных лекций и практических занятий студенты сдают экзамен, включающий в себя два теоретических вопроса и задачу.

Перечень вопросов, которые необходимо изучить для успешной сдачи экзамена:

1. Сущность аэронавигационного обеспечения полетов, решаемые задачи.
2. Организация аэронавигационного обеспечения полетов
3. Характеристика маршрутов ОВД и требований к ним.
4. Система вертикального эшелонирования в РФ, принципы обоснования норм эшелонирования. Сущность концепции RVSM.
5. Модель риска столкновений.
6. Рабочая область РНС.
7. Сущность зональной навигации (RNAV) и ее преимущества.
8. Сущность концепции требуемых навигационных характеристик (RNP).
9. Сущность концепции навигации, основанной на характеристиках (PBN).
10. Навигационные спецификации в концепции PBN
11. Функциональное дополнение СНС – ABAS.
12. Функциональное дополнение СНС – GBAS.
13. Функциональное дополнение СНС – SBAS.
14. Взлётно-посадочные характеристики ВС и факторы, влияющие на них
15. Взлет, этапы взлета.
16. Располагаемые дистанции и зависимость между ними.
17. Посадка, ее этапы и дистанции на посадке.
18. АНИ и ее содержание.
19. Документы аэронавигационной информации.
20. Объединенный пакет АНИ.
21. Сборники аэронавигационной информации РФ АИП: структура, содержание.
22. Поправки и дополнения к АИП РФ.
23. Сборник АНИ ЦАИ ГА: структура, содержание.
24. NOTAM. Бюллетень предполетной информации.
25. Перечень АНИ, в отношении которой составляется и выпускается NOTAM
26. Служба аэронавигационной информации, задачи САИ.
27. Центр аэронавигационной информации, функции ЦАИ.
28. Непосредственное обеспечение экипажей документами АНИ.
29. Система AIRAC.

30. Основные элементы аэродромных схем.
31. Навигационное наведение.
32. Диспетчерское наведение.
33. Спираль ветра.
34. Процедуры вылета и требования к ним.
35. Этапы захода на посадку по приборам.
36. Виды захода на посадку по приборам
37. Визуальное маневрирование при заходе на посадку.
38. Виды начального этапа захода на посадку.
39. Промежуточный этап захода на посадку по приборам.
40. Конечный этап захода на посадку по приборам.
41. Схемы ожидания.
42. Процедура повторного захода на посадку.
43. Виды минимумов.
44. Параметры минимумов
45. Понятие об измерениях и погрешностях
46. Погрешности косвенных измерений
47. Показатели точности и надежности навигации.
48. Оценка точности линий положений.
49. Оценка точности контроля пути по направлению.
50. Оценка точности определения места самолета.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сарайский Ю.Н., Алешков И.И. Аэронавигация. Часть I. Основы навигации и применение геотехнических средств: Учебное пособие/Университет ГА. С-Петербург, 2011, 298 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. Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полётов: Учебник для вузов/ А.М. Аникин, А.М. Белкин, А.В. Липин и др. Под ред. Н.Ф. Миронова. – М.: Транспорт, 1992. – 295 с.

4. Воздушная навигация: Справочник/ А.М. Белкин, Н.Ф. Миронов, Ю.И. Рублев, Ю.Н. Сарайский. – М.: Транспорт, 1988. – 303 с.

5. Вовк В.И., Липин А.В., Сарайский Ю.Н. Зональная навигация: Учебное пособие. – СПб: АГА, 2004. – 127 с.

6. Единая методика определения минимумов аэродромов для взлета и посадки воздушных судов. – М.:Воениздат, 1994. – 196с.

7. ИКАО. Doc 8168 PANS-OPS. Производство полетов воздушных судов – Том I. Правила производства полетов. Изд.5, 2006.

8. ИКАО. Doc 8168 PANS-OPS. Производство полетов воздушных судов – Том II. Построение схем визуальных полетов и полетов по приборам. Изд.5, 2006.

9. Методика расчетов элементов полета самолета Ту-154. – М.: Воздушный транспорт, 1982. – 140 с.

10. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения. Doc. 4444. 16-е изд., Монреаль: ИКАО 2016.

11. Приказ Минтранса России от 24.01.2013 №13 (ред. от 22.12.2016) «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации».

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 г. Москва "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации" // Российская газета. 2010. 20 апреля.

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 сентября 2011 г. № 743 г. Москва "О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации" // Российская газета. 2011. 9 сентября.

14. Приказ Минтранса России от 31 июля 2009 г. № 128 «Об утверждении Федеральных авиационных правил “Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации»

15. Приказ Минтранса России от 31 октября 2014 г. № 305 «Об утверждении Порядка разработки и правил предоставления аэронавигационной информации»».

16. Приказ Минтранса России от 9 марта 2016 г. № 47 «Об установлении зон ограничения полетов».

17. Приказ Минтранса России от 9 марта 2016 г. № 48 «Об установлении запретных зон».

18. Приложение 2 к Конвенции о международной гражданской авиации. Правила полетов. 10-е изд., Монреаль: ИКАО, 2005.

19. Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN). Doc.9613. 4-е изд., Монреаль: ИКАО, 2013.

20. Руководство по построению аэродромных схем и определению безопасных высот пролета препятствий. – СПб: АГА, 2000. – 340 с.

21. Русол В.А. Аэронавигационное обеспечение полетов: Учебное пособие. – СПб: ОЛАГА, 1993. – 72 с.

22. Сборник четырехбуквенных указателей (индексов) местоположения аэродромов, полигонов, посадочных и вертолетных площадок для использования государственной и экспериментальной авиацией. ФГУП «ЦАИ» Москва, 2013.

23. Указатели (индексы) местоположения. Doc.7910 163-е изд., Монреаль: ИКАО 2017.

24. Условные обозначения типов воздушных судов. Doc.8643. 44-е изд., Монреаль: ИКАО, 2016.

25. Чехов И.А. Аэронавигационное обеспечение полетов. Картографическое обеспечение полетов: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2017. – 32 с.

26. Щепилов Ю.Н. Построение аэродромных схем: Учебное пособие. – СПб: СПб ГУ ГА, 2013, – 120 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК