

Вопросы к экзамену по дисциплине
“Спутниковые системы навигации и УВД”

Дневное отделение

1. История развития спутниковых систем навигации и УВД.
2. Основные ограничения наземных средств навигации и УВД.
3. Концепция ИКАО CNS/ATM.
4. Требования к навигационному обеспечению ВС. Требования к точности определения координат и высоты полётов ВС.
5. Концепция требуемых навигационных характеристик. Типы ТНХ при маршрутных полётах.
6. Назначение, общая характеристика и состав системы ГЛОНАСС.
7. Космический сегмент системы ГЛОНАСС. Навигационный космический аппарат.
8. Структура навигационных радиосигналов системы ГЛОНАСС.
9. Навигационное сообщение в системе ГЛОНАСС.
10. Радионавигационное поле.
11. Наземный комплекс управления системы ГЛОНАСС.
12. Принципы функционирования системы ГЛОНАСС. Сегмент потребителей.
13. Назначение, общая характеристика и состав системы GPS.
14. Космический сегмент системы GPS. Навигационный космический аппарат.
15. Структура навигационных радиосигналов в системе GPS.
16. Навигационное сообщение в системе GPS.
17. Сегмент управления системы GPS.
18. Принципы навигационных определений системы GPS. Сегмент потребителей.
19. Точностные характеристики системы GPS. Контроль целостности.
20. Развитие системы GPS.
21. Совместное использование систем ГЛОНАСС и GPS.
22. Комплексование СРНС и других навигационных систем.

23. Основные понятия режима АЗН и требования ИКАО.
24. Задачи, которые необходимо решить для использования АЗН. Состав передаваемой информации.
25. Ситуации в полёте ВС. Типы районов применения АЗН по определению ИКАО.
26. Влияние сглаживания и экстраполяции параметров движения на работу в режиме АЗН.
27. Определение максимального и минимального интервала сообщений о координатах ВС.
28. Определение интервала передачи сообщений о скорости. Алгоритмы завязки и построения траектории.
29. Влияние специфики установления связи в радиолинии на объём передаваемой информации.
30. Возможности технической реализации режима АЗН. Режимы АЗН-А и АЗН-В.
31. Концепция Free Flight . Зональная навигация.
32. Внедрение АЗН.
33. Физические основы и точностные характеристики дифференциального режима.
34. Реализация дифференциального режима. Классификация дифференциальных подсистем.
35. Разновидности дифференциального режима в СРНС. Дифференциальный режим с коррекцией координат.
36. Дифференциальный режим с относительными координатами.
37. Дифференциальный режим с использованием псевдоспутников.
38. Система WAAS. Структура, принципы построения, функции 1-4.
39. Система WAAS. Общие характеристики, функции 5-8.
40. Система EGNOS.
41. Система MSAS.

42. Предложения по использованию ШДПС EGNOS и MSAS в интересах авиации РФ.
43. Стандартизация и сертификация в области СРНС.
44. Перспективные СРНС Галилео.

ПРИМЕРНЫЙ ОТВЕТ НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

Рекомендации при подготовке к ответу на вопросы экзаменационного билета

При подготовке к ответу на вопрос экзаменационного билета необходимо:

- 1) Проанализировать вопросы экзаменационного билета, выписать всю известную информацию.
- 2) В случае переизбытка информации отсортировать самое важное.
- 3) Уделить внимание правильной записи математических формул, если таковые имеются в билете.
- 4) Составить логическую схему ответа на каждый вопрос, подобрать информацию под эту схему.
- 5) Записать ответы в соответствии с логической схемой.
- 6) Осуществить проверку записанных ответов.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Основные ограничения наземных средств навигации и УВД. История развития спутниковых систем навигации и УВД.
2. Стандартизация и сертификация в области СРНС.

1. Основные ограничения наземных средств навигации и УВД. История развития спутниковых систем навигации и УВД.

1. Основные ограничения наземных средств навигации и УВД (управления воздушным движением)

1. Средства наблюдения, представляющие собой первичные и вторичные радиолокаторы наземного базирования, имеют дальность действия, ограниченную прямой видимостью. Следствие этого являются трудности создания необходимого радиолокационного поля, особенно на малых высотах.

2. Нарастание зоны обслуживания АС (автоматизированной системы) УВД сопровождается установкой дополнительных радиолокационных позиций. Отсюда следует необходимость соблюдения мер защиты населения от излучения, необходимость прокладки дорог к РЛП, подводки двух независимых разнесенных на местности линий электропередачи.

3. Социальные проблемы работы технического персонала на РЛП:

а) необходимость доставлять на автотранспорте, работа в сложных климатических условиях с учетом СВЧ- излучений;

б) соответствующая оплата труда;

в) из перечисленных выше пунктов следует, что годовая стоимость эксплуатации радиотехнических объектов составляет от 1/4 до 1/2 стоимости радиотехнического оборудования.

4. Дополнительные капитальные затраты на строительство наземных сооружений, в морях и океанах практически нет возможности иметь РЛП.

5. СКО погрешности измерения местоположения ВС на максимальной дальности составляет сотни метров и даже несколько километров, что не удовлетворяет потребностям УВД при введении перспективных норм эшелонирования.

6. Падает помехоустойчивость РЛС (радиолокационных станций) к пассивным, индустриальным, взаимным помехам с ростом интенсивности ВД (воздушного движения).

7. Средства связи строятся с использованием КВ (коротковолновых) и УКВ (ультракоротковолновых) радиостанций наземного базирования. Получение достаточно высоких характеристик каналов связи, таких как дальность, пропускная способность, надёжность встречает принципиальные трудности, обусловленные условиями распространения радиоволн, загруженностью диапазонов, наличием искусственных и естественных помех.

Из пунктов 1-7 следует, что расширение зоны обслуживания системы УВД может обеспечиваться только за счет увеличения числа средств наблюдения и связи. Ограничение зоны обслуживания средств наблюдения и связи обуславливает децентрализованное строение существующей системы УВД. Соответственно требуется:

- 1) установка дополнительных средств автоматизации;
- 2) создание каналов передачи данных, связывающих РЛС, УКВ и КВ-радиостанции со средствами автоматизации и средствами автоматизации различных районов между собой;
- 3) реализация возрастающих требований к техническим характеристикам средств наблюдения и связи возможна за счет модернизации или замены многочисленного оборудования, установленного в зоне обслуживания, что также связано с большими затратами.

Эти проблемы можно, с точки зрения ИКАО, решить только за счёт внедрения спутниковых радионавигационных систем (СРНС).

История развития спутниковых систем навигации и УВД.

Развитие спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС (производство:Россия) .

Начало: 4 октября 1957г. Запущен первый ИСЗ. Измерения доплеровского сдвига частоты передатчика этого ИСЗ на пункте наблюдения с известными координатами позволили определять параметры движения этого спутника. Возникла обратная задача: по измерениям того же доплеровского сдвига при известных координатах ИСЗ определять координаты пункта наблюдения. Первое

научно-обоснованное предложение об использовании ИСЗ для навигации .

1958-1959гг. - существенное развитие научных основ низкоорбитальных СРНС. Основное внимание уделялось вопросам повышения точности навигационных определений, определений глобальности, круглосуточности применения и независимости от погодных условий.

1963г. - опытно-конструкторские работы над первой отечественной низкоорбитальной системой "Цикада".

27.11.1967г. - выведен на орбиту первый навигационный отечественный спутник ("Космос-192").

В дальнейшем спутники системы "Цикада" были дооборудованы приемной измерительной аппаратурой (ПИА) обнаружения терпящих бедствие объектов.

Следует отметить, что одной из центральных проблем создания спутниковой системы является проблема взаимной синхронизации спутниковых шкал времени с точностью до млрд. долей секунды (наносекунд).

Второй проблемой, возникающей при создании высокоорбитальной навигационной системы является высокоточное определение и прогнозирование параметров орбит навигационных спутников.

1982г. - Запуск спутника "Космос-1413".

1995г. -развертывание СРНС ГЛОНАСС до ее штатного состава 24 космических аппарата.

История развития GPS

1957г.- после запуска первого ИСЗ была поставлена задача слежения за советскими ИСЗ посредством приема его сигнала на наземном пункте с известными координатами, выделения доплеровского сдвига несущей частоты передатчика ИСЗ и дальнейшего расчета параметров движения спутника.

1960г. - разработка атомных часов. Для целей навигации используется сеть точно синхронизированных передатчиков, передающих кодированные сигналы. Измерение приемником соответствующих временных задержек позволяло рассчитывать координаты приемника.

31.05.1967г. - этот принцип впервые реализован с помощью запуска ВМС США TIMATION-I.

30.09.1969г. - запуск спутника TIMATION-II-82B.

Оба спутника для отработки общих принципов первоначально были оборудованы бортовыми эталонами времени и частоты (БЭВЧ) на основе кварцевого генератора (стандарта)

ВВС США в 1964г. начали программу разработки и испытания возможностей использования для целей местоопределения широкополосных сигналов, модулированных псевдослучайными шумовыми (PRN) кодами (621 В Program).

1973г. - программы ВВС и ВМС США были объединены в общую Навигационно-Технологическую программу "Навстар-GPS", спутник TIMATION-III переоборудован в общий КА NTS-1, запущенный 14 июля 1974г. с кварцевым и рубидиевым стандартами частоты; за ним последовало создание КА NTS-2 и NTS-3 соответственно с цезиевым и водородным стандартами.

1 этап программы. Оценка общей концепции и были разработаны НКА Блок-I.

2 этап программы. Запуск первых 4 НКА (1978г.)

1995г. - система практически развернута (26 НКА Блок-II и 2 НКА нового поколения Блок-IIR), запуск которых был осуществлён 22.7.1997 и 7.10.1999. Далее планируется создание Блок-IIF.

2. Стандартизация и сертификация в области СРНС.

При стандартизации и сертификации в области СРНС необходимо учитывать такие руководящие документы как Распоряжения Президента РФ, Постановления Правительства РФ, Директивы Президента США, Заявления Вице-Президента США.

Основополагающими нормативными документами, разработанными заказчиками СРНС и определяющими взаимодействие космических сегментов и сегментов потребителей являются:

1. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ.
2. Интерфейсный контрольный документ GPS.

2. Спецификация сигнала. Стандартный режим работы (SPS) системы GPS.

В Российской Федерации проведена разработка 1-й очереди нормативно-технической документации, определяющей условия и возможность внедрения спутниковой аппаратуры в системы безопасности полётов и функционирования гражданской авиации. Разработаны “Технические требования на бортовое оборудование спутниковой навигации как основное средство навигации на этапах маршрутного полёта и неточного захода на посадку ВС”, нормативные документы по методам определения соответствия бортового оборудования спутниковой навигации техническим требованиям, квалификационные требования КТ-3401, технические требования к бортовому оборудованию дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС.

В целом при создании авиационной бортовой аппаратуры необходимо учитывать следующие документы:

- 1) федеральные авиационные правила (ФАП-23, ФАП-25, ФАП-29);
- 2) нормы лётной годности, требования к параметрам окружающей среды (НЛГС П8.1);
- 3) требования к программно-математическому обеспечению (КТ-178А);
- 4) “Технические требования на бортовое оборудование спутниковой навигации как основное средство навигации на этапах маршрутного полёта и неточного захода на посадку ВС”;
- 5) интерфейсные контрольные документы ГЛОНАСС и GPS;
- 6) требования к бортовой аппаратуре СРНС для условий “Правила полёта по приборам” (АС-90-94);
- 7) требования для сертификации приёмника GPS для условий “Правила полёта по приборам” и “Правила визуального полёта” (АС-20-138А);
- 8) ГОСТ 18977-79 и др.

Недостатки:

- 1) Необходимо проведение сертификации компонентов спутниковой навигации в СНГ в соответствии со стандартами, методами и процедурами, совместимыми с применяемыми в европейской промышленности .
- 2) Запоздывание с разработкой нормативных отечественных документов снижает эффективность использования отечественной системы.
- 3) Не в полной мере согласована концепция сертификации потребительской аппаратуры .
- 4) Не решены нормативные вопросы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) навигационной аппаратуры потребителей (НАП)_ системы ГЛОНАСС и её дополнений с другими радиоэлектронными средствами.
- 5) Не ведутся работы нормативно-правового характера в части баз навигационных данных.
- 6) Отсутствуют нормативные документы, определяющие использование различных систем координат с учётом международных требований.