

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Космическая навигация Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 21.03.03 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Безменов В.М.

Рецензент(ы):

Кашеев Р.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Безменов В.М. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, Vladimir.Bezmenov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Познакомить студентов с задачами космической навигации, принципами, методами и средствами космической навигации, реализуемых при исследовании Земли и планет Солнечной системы.

В настоящее время подавляющее большинство геодезических работ выполняется с использованием глобальных спутниковых навигационных систем (GPS NAVSTAR, ГЛОНАСС), исследование природных ресурсов и картографирование Земли с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ), а исследование и картографирование планет Солнечной системы и их естественных спутников с помощью космических аппаратов (КА).

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина входит в раздел "Б.3. Профессиональный цикл. Вариативная часть" ФГОС ВПО по направлению подготовки "Геодезия и дистанционное зондирование".

Данная учебная дисциплина должна изучаться после изучения курсов "Геодезии", "Небесной механики", "Космической геодезии", "Фотограмметрии и дистанционного зондирования", "Спутниковых методов позиционирования и технологий".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|--|
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способностью к выполнению приближенных астрономических определений, топографо-геодезических, аэрофотосъемочных, фотограмметрических, гравиметрических работ для обеспечения картографирования территории Российской Федерации в целом или отдельных ее регионов и участков |
| ПК-24 (профессиональные компетенции) | способностью к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования |
| ПК-26 (профессиональные компетенции) | готовностью к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок |
| ПК-3 (профессиональные компетенции) | готовностью выполнять полевые и камеральные работы по топографическим съемкам местности и созданию оригиналов топографических планов и карт |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|--|
| ПК-5 (профессиональные компетенции) | готовностью к выполнению специализированных инженерно-геодезических, аэрофотосъемочных и фотограмметрических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи) |
| ОПК-2 (профессиональные компетенции) | способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях |
| ОПК-4 (профессиональные компетенции) | способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий |
| ПК-10 (профессиональные компетенции) | способностью осуществлять основные технологические процессы получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды, использовать материалы дистанционного зондирования и геоинформационные технологии при моделировании и интерпретации результатов изучения природных ресурсов |
| ПК-19 (профессиональные компетенции) | способностью к проведению метрологической аттестации геодезического, аэрофотосъемочного и фотограмметрического оборудования |
| ПК-27 (профессиональные компетенции) | способностью к изучению экологического состояния территории Российской Федерации и ее отдельных регионов с использованием материалов дистанционного зондирования |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | способностью к тестированию, исследованию, поверкам и юстировке, эксплуатации геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъемочного оборудования |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

1. теорию, основные принципы, методы и инструменты навигации ИСЗ (КА) и космических станций, в том числе, и с космонавтами на борту космического корабля;
2. основы измерений и передачи информации в СНС ГЛОНАСС GPS;
3. устройство и принципы работы аппаратуры пользователей, типы оборудования для реализации абсолютных, дифференциальных и относительных определений координат пунктов.

2. должен уметь:

1. ориентироваться в новых направлениях развития средств и методов космической навигации;
2. применять средства космической навигации для решения научных и практических задач.

3. должен владеть:

- основными принципами и методами комической навигации.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

1. использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
2. осуществлять основные технологические процессы получения космической пространственной информации для целей космической навигации;

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практи- ческие занятия | Лабора- торные работы | |
| 1. | Тема 1. Космическая навигации. | 8 | 1 | 4 | 0 | 0 | |
| 2. | Тема 2. Астрономическая, инерциальная и астроинерциальная навигация. | 8 | 2 | 4 | 0 | 0 | |
| 3. | Тема 3. Определение ориентации космического аппарата по данным бортовых видеоизображений. | 8 | 3 | 0 | 5 | 0 | Лабораторные работы |
| 4. | Тема 4. Автоматизированное распознавание звезд | 8 | 4 | 0 | 4 | 0 | Письменная работа |
| 5. | Тема 5. Задачи прикладной космической навигации. | 8 | 5 | 4 | 0 | 0 | |
| 6. | Тема 6. Оптимизация навигационных измерений | 8 | 6 | 4 | 0 | 0 | |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практи- ческие занятия | Лабора- торные работы | |
| 7. | Тема 7. Координатометрические комплексы обеспечения работы спутниковых навигационных систем. | 8 | 8 | 6 | 0 | 0 | Презентация |
| 8. | Тема 8. Построение математических моделей бортовых и наземных измерительных систем | 8 | 9 | 0 | 4 | 0 | |
| 9. | Тема 9. Космическая радионавигация. | 8 | 10 | 4 | 0 | 0 | Презентация |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 8 | | 0 | 0 | 0 | Экзамен |
| | Итого | | | 26 | 13 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Космическая навигации.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Предмет навигации. Принципы построения космических навигационных систем. Навигационные параметры. Наиболее важные показатели космических навигационных систем. Определение координат навигационных ориентиров в спутниковых навигационных системах. Методы решения навигационной задачи в спутниковой системе навигации. Алгоритм навигационной задачи. Классификация и математическая модель ошибок наблюдений. Динамическая фильтрация последовательности наблюдений. Методы оптимальной обработки информации (метод максимума правдоподобия, фильтр Калмана).

Тема 2. Астрономическая, инерциальная и астроинерциальная навигация.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные принципы астроинерциальной навигации. Элементы и устройства астроинерциальной навигации. Оптические приборы для ориентации и навигации. Оптические приборы ориентации по звездам, оптические приборы ориентации по Солнцу. Комплексные системы навигации. Построение местной вертикали. Стабилизированные платформы и акселерометры. Принципиальная схема гироскопа и стабилизации платформы. Акселерометры и измерение ускорения космического корабля. Фиксирование платформы в заданной системе координат (Гринвичской или второй экваториальной). Принцип определения координат и скорости корабля по данным акселерометров.

Тема 3. Определение ориентации космического аппарата по данным бортовых видеоизображений.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Определение параметров ориентации по изображениям поверхности планеты. Определение параметров ориентации по наблюдениям звездного неба (светил). Изучение оптических приборов для ориентации и навигации (по звездам, по Солнцу).

Тема 4. Автоматизированное распознавание звезд

практическое занятие (4 часа(ов)):

Алгоритмы распознавания звезд.

Тема 5. Задачи прикладной космической навигации.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные задачи прикладной космической навигации. Проектирование орбит навигационных спутников Земли. Коррекция орбит. Основы астрономической коррекции.

Тема 6. Оптимизация навигационных измерений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Состав бортовых навигационных измерений, принципы оптимизации навигационных измерений.

Тема 7. Координатометрические комплексы обеспечения работы спутниковых навигационных систем.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Схемы построения и функционирования координатометрических комплексов для обеспечения работы спутниковых навигационных систем и решения навигационных задач

Тема 8. Построение математических моделей бортовых и наземных измерительных систем

практическое занятие (4 часа(ов)):

Оценка погрешности измерений в космических навигационных системах

Тема 9. Космическая радионавигация.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Космическая радионавигация. Сигналы в космических навигационных системах. Псевдодальность и псевдоскорость как навигационные параметры. Погрешности измерений в космических навигационных системах. Особенности совместного использования систем GPS и ГЛОНАСС для определения координат пользователя.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 3. | Тема 3. Определение ориентации космического аппарата по данным бортовых видеоизображений. | 8 | 3 | | 18 | Лабораторные работы |
| 4. | Тема 4. Автоматизированное распознавание звезд | 8 | 4 | подготовка к письменной работе | 8 | Письменная работа |
| 7. | Тема 7. Координатометрические комплексы обеспечения работы спутниковых навигационных систем. | 8 | 8 | подготовка к презентации | 8 | Презентация |
| 9. | Тема 9. Космическая радионавигация. | 8 | 10 | подготовка к презентации | 8 | Презентация |
| | Итого | | | | 42 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При проведении занятий используются интерактивные формы обучения:
обсуждение теоретических вопросов,;
проведение устных опросов;
дискуссии по наиболее значимым темам
самостоятельные расчеты и их анализ.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Космическая навигации.

Тема 2. Астрономическая, инерциальная и астроинерциальная навигация.

Тема 3. Определение ориентации космического аппарата по данным бортовых видеоизображений.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

1. Разработка программы определения ориентации космического аппарата по данным бортовых изображений поверхности небесного тела и участков звездного неба (по заданным входным данным)

Тема 4. Автоматизированное распознавание звезд

Письменная работа , примерные вопросы:

Определение параметров ориентации по наблюдениям звездного неба (светил).

Тема 5. Задачи прикладной космической навигации.

Тема 6. Оптимизация навигационных измерений

Тема 7. Координатометрические комплексы обеспечения работы спутниковых навигационных систем.

Презентация , примерные вопросы:

Проектирование орбит навигационных спутников Земли. Коррекция орбит. Основы астрономической коррекции

Тема 8. Построение математических моделей бортовых и наземных измерительных систем

Тема 9. Космическая радионавигация.

Презентация , примерные вопросы:

Принципы и техническая реализация радионавигации Сигналы в космических навигационных системах. Особенности совместного использования систем GPS и ГЛОНАСС для определения координат пользователя.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 8 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Основная тематика лабораторных и расчетно-аналитических задач.

Разработка программы определения ориентации космического аппарата по данным бортовых изображений поверхности небесного тела и участков звездного неба (по заданным входным данным).

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Принципы построения космических навигационных систем.
2. Навигационные параметры
3. Основные показатели космических навигационных систем.

4. Алгоритм навигационной задачи.
5. Основные принципы астроинерциальной навигации.
6. Оптические приборы для ориентации и навигации.
7. Оптические приборы ориентации по звездам.
8. Оптические приборы ориентации по Солнцу.
9. Комплексные системы навигации.
10. Построение местной вертикали.
11. Стабилизированные платформы и акселерометры.
12. Принципиальная схема гироскопа и стабилизации платформы.
13. Акселерометры и измерение ускорения космического корабля.
14. Фиксирование платформы в заданной системе координат.
15. Принцип определения координат и скорости корабля по данным акселерометров
16. Принципы определения ориентаций космического аппарата по данным бортовых видеоизображений поверхности небесного тела и участков звездного неба.
17. Принципы автоматизированного распознавания звезд.
18. Принципы проектирования орбит навигационных спутников Земли.
19. Коррекция орбит. Основные принципы астрономической коррекции орбит.
20. Схемы построения и функционирования координатометрических комплексов для обеспечения работы спутниковых навигационных систем и решения навигационных задач.
21. Сигналы в космических навигационных системах. Псевдодальность и псевдоскорость как навигационные параметры.
22. Погрешности измерений в космических навигационных системах.
23. Принципы оптимизации и обработки навигационных измерений.
24. Дифференциальные и относительные методы определения координат пользователя. Принципиальные основы дифференциального метода.
25. Особенности совместного использования систем GPS и ГЛОНАСС для определения координат пользователя.

7.1. Основная литература:

1. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>
2. Данхэм, Д.У. Космические миссии и планетарная защита. [Электронный ресурс] / Д.У. Данхэм, Р.Р. Назиров, Р.У. Фаркуар, Е.Н. Чумаченко. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2013. ? 276 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91180> ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Современная концепция геодезического обеспечения РФ и создание опорных геодезических сетей с помощью глобальных навигационных спутниковых систем: учебно-методическое пособие / И.Ю.Белов, Р.В.Загретдинов, Р.А.Кашеев. - Казань: КФУ, 2013. - 56с. 20 экз. (фонды кафедры астрономии и космической геодезии).
2. Чаругин В.М. Классическая астрономия. М: Издательство 'Прометей', 2013. 214 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=536501>

7.3. Интернет-ресурсы:

NASA US - <http://www.nasa.gov>

Topcon - <http://www.topconpositioning.com/>

trimble - <https://www.trimble.com/>

Атлас планет земной группы и их спутников - <http://planetmaps.ru>

Европейское космическое агенство - www.esa.int

Ракурс - www.rakurs.ru

Сканекс - www.scanex.ru

Совзонд - www.sovzond.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Космическая навигация" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам КГУ и сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;

Для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Mircsft Pwer Pint в составе Mircsft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adbe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Mircsft);

Стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбук

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 21.03.03 "Геодезия и дистанционное зондирование" и профилю подготовки Космическая геодезия и навигация .

Автор(ы):

Безменов В.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Кащеев Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.