

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Основы гравиметрии Б1.Б.42

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кашеев Р.А.

Рецензент(ы):

Загретдинов Р.В.

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 662018

Казань
2018

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) профессор, д.н. (доцент) Кашеев Р.А. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии ,
Rafael.Kascheev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Основы гравиметрии" являются получение первоначальных сведений о предмете и задачах гравиметрии и геодезии, их месте среди других областей знаний и методах гравиметрических и геодезических исследований фигуры и внешнего гравитационного поля Земли и других небесных тел.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.42 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.Б.42 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 'Астрономия (не предусмотрено)' и относится к обязательным дисциплинам базовой части. Осваивается на 4 курсе, в 7 семестре. Для освоения содержания дисциплины необходимы базовые знания общеобразовательной школы и полученные на младших курсах знания в области высшей математики, общей физики и общей астрономии.

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)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин ;
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

концепцию определения фигуры Земли методом последовательного ее уточнения, а также совокупность характеристик и параметров, описывающих фигуру и внешнее гравитационное поле Земли.

2. должен уметь:

ориентироваться в методах и средствах изучения фигуры и внешнего гравитационного поля Земли и других планет.

3. должен владеть:

информацией о тенденциях и путях развития методов решения задачи изучения фигуры и внешнего гравитационного поля Земли и планет.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.	7	1-2	2	2	0	
2.	Тема 2. Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.	7	3-4	2	2	0	
3.	Тема 3. Теоретические основы гравиметрического метода.	7	5-6	2	2	0	
4.	Тема 4. Гравиметрические измерения.	7	7-8	2	2	0	
5.	Тема 5. Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.	7	9-10	2	2	0	
6.	Тема 6. Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.	7	11-12	2	2	0	
7.	Тема 7. Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.	7	13-14	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Введение в планетную гравиметрию.	7	15-16	0	4	0	
9.	Тема 9. Перспективы развития гравиметрии.	7	17-18	0	4	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			14	22	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.

Тема 2. Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.

Тема 3. Теоретические основы гравиметрического метода.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теоретические основы гравиметрического метода.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Теоретические основы гравиметрического метода.

Тема 4. Гравиметрические измерения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Гравиметрические измерения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Гравиметрические измерения.

Тема 5. Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.

Тема 6. Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.

Тема 7. Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.
лекционное занятие (2 часа(ов)):
 Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.

практическое занятие (2 часа(ов)):
 Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.

Тема 8. Введение в планетную гравиметрию.
практическое занятие (4 часа(ов)):
 Введение в планетную гравиметрию.

Тема 9. Перспективы развития гравиметрии.
практическое занятие (4 часа(ов)):
 Перспективы развития гравиметрии.

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
1.	Тема 1. Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.	7	1-2	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
2.	Тема 2. Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.	7	3-4	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
3.	Тема 3. Теоретические основы гравиметрического метода.	7	5-6	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
4.	Тема 4. Гравиметрические измерения.	7	7-8	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
5.	Тема 5. Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.	7	9-10	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
6.	Тема 6. Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.	7	11-12	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.	7	13-14	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
8.	Тема 8. Введение в планетную гравиметрию.	7	15-16	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
9.	Тема 9. Перспективы развития гравиметрии.	7	17-18	Самостоятельное изучение содержания раздела.	4	Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем.
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При изучении дисциплины используются лекции в объяснительно-иллюстративной, проблемно-ориентированной и интерактивно-поисковой формах, семинары, подготовка студентами эссе и презентаций, технологии проблемного и исследовательского обучения.

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

Тема 1. Предмет и задачи гравиметрии и геодезии. Их место в ряду других наук о Земле.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем., примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 2. Понятие фигуры Земли. Методы определения размеров, фигуры и внешнего гравитационного поля Земли.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 3. Теоретические основы гравиметрического метода.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 4. Гравиметрические измерения.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 5. Астрономо-геодезический метод КВНО и изучения фигуры Земли.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 6. Спутниковые методы КВНО и изучения фигуры Земли.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 7. Спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 8. Введение в планетную гравиметрию.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема 9. Перспективы развития гравиметрии.

Обсуждение материалов раздела. Консультации с преподавателем. , примерные вопросы:

Подготовка презентации по одному из разделов курса.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Темы эссе и рефератов к зачету в Приложении.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Силовое поле тяготения. Закон всемирного тяготения.
2. Гравитационный потенциал. Поле тяготения точечной массы, совокупности точечных масс, материального тела, материального простого слоя.
3. Решение прямой гравиметрической задачи для простейших однородных гравитирующих конфигураций.
4. Свойства потенциала объемных масс и потенциала простого слоя.
5. Фундаментальная формула Грина для потенциала объемных масс.
6. Краевые задачи теории потенциала и методы их решения.
7. Решение краевой задачи Дирихле для сферы, интеграл Пуассона.
8. Решение уравнения Лапласа в сферических координатах. Полиномы и присоединенные функции Лежандра.
9. Сферические и шаровые функции, их свойства.
10. Разложение по системе сферических функций.
11. Классификация сферических функций.
12. Разложение гравитационного потенциала в ряд объемных сферических функций.
13. Интерпретация стоксовых постоянных.
14. Сила тяжести и ее потенциал. Обзор методов измерения силы тяжести.
15. Абсолютные методы измерения силы тяжести. Абсолютные маятниковые измерения. Абсолютные баллистические измерения.
16. Относительные гравиметрические измерения. Относительные маятниковые измерения.
17. Теория астазированного гравиметра. Обзор гравиметрической аппаратуры.
18. Исследования гравиметров. Методика полевых гравиметрических измерений.
19. Особенности гравиметрических измерений на движущемся основании. Учет влияния вертикальных и горизонтальных ускорений и наклонов.
20. Эффект Этвеша. Кросс-каплинг эффект. Методика морских гравиметрических измерений.
21. Тензор вторых производных гравитационного потенциала. Измерение вторых производных потенциала силы тяжести.
22. Гравиметрические съемки. Опорные гравиметрические сети. Топографо-геодезическое обеспечение гравиметрических работ.
23. Приливные и неприливные вариации силы тяжести.
24. Обратные гравиметрические задачи и пути их решения.

7.1. Основная литература:

1. Кауфман, Александр Аркадьевич. Принципы метода гравиметрии / А. А. Кауфман, Р. Хансен ; пер. с англ. В. А. Ефремова и Т. А. Тимаковой .? Тверь : [Международная Ассоциация 'АИС'], 2011 .? 359 с. : ил. ; 22 .? Пер. изд.: Principles of the gravitational method / A. A. Kaufman and R. Hansen (Amsterdam etc.: Elsevier, 2008) .? Предм. указ.: с. 355-357 .? Библиогр.: с. 358-359 (19 назв.). Оригинал перевода: Principles of the gravitational method / A. A. Kaufman and R. Hansen .? Amsterdam etc. : Elsevier, 2008.

ISBN 978-5-94789-466-0 ((в пер.)) , 500. - 11 экз

2. Кашеев Р.А Введение в теорию гравитационного потенциала. (Электронный конспект лекций), Казань, 2009. <http://ksu.ru/f6/k8/index.php>; - ЭР.

3. Тяпкин, В. Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] : монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 260 с. - ISBN 978-5-7638-2639-5. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442662>

7.2. Дополнительная литература:

1. Кашеев Р.А. Фигура Земли: эллипсоидальное (нормальное) приближение. Казань, Изд-во физфака КГУ, 2000. (фонд кафедры астрономии и космической геодезии - 25 экз.)

2. Кашеев Р.А. Теория определения фигуры планетарного геоида. Казань, Изд-во физфака КГУ, 2000. (фонд кафедры астрономии и космической геодезии - 25 экз.)

3. Юзефович, Александр Павлович. Гравиметрия : [Учебник для вузов по спец. 'Астрономо-геодезия'] / А. П. Юзефович, Л. В. Огородова .? М. : Недра, 1980 .? 320 с. : ил. ; 22 см. ? 95 к. -(НБ КФУ- 18 экз.)

4. Грушинский Н.П. - Основы гравиметрии. М., Недра, 1983; (НБ КФУ - 25 экз.)

5. Гофман-Велленгоф Б., Мориц Г. Физическая геодезия. (ред. Ю.М.Нейман). - М., МИИГАиК, 2007. - С. 426; (НБ КФУ - 15 экз.)

6. Гравиметрия и геодезия = Gravimetry and geodesy / Ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН), 'Центр. НИИ геодезии, аэросъемки и картографии им. Ф.Н. Красовского' (ЦНИИГАиК) ; отв. ред. Б.В. Бровар .? Москва : Научный мир, 2010 .? 570 с., [4] л. ил., цв. ил., карт. : ил., портр., карт. ; 27 .? Рез. и предисл. на рус. и англ. яз. ? Библиогр.: с. 543-570 .? ISBN 978-5-91522-189-4 ((в пер.)) , 300. (НБ - 1 экз.)

7. Кашеев Р.А.. Методы определения физической поверхности Земли и фигуры регионального геоида. (Учебное пособие) // Казань, Изд-во физфака КГУ.- 2003.- 35 с. -(фонд кафедры астрономии и космической геодезии -15 экз.)

7.3. Интернет-ресурсы:

International Association of Geodesy - <http://www.iag-aig.org>

International Centre for Global Earth Models - <http://icgem.gfz-potsdam.de>

International Geoid Service (IGeS) - <http://www.iges.polimi.it>

Журнал - <http://www.geophy.ru>

Кафедра астрономии и космической геодезии - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=5726

Кузнецов О.Ф. К 89 Основы спутниковой геодезии: Учебное пособие, О.Ф.Кузнецов: ГОУ ОГУ, 2009 - <https://books.google.ru/books?id=nOA2DwAAQBAJ&pg=PA6&lpg=PA6&dq>

Кузьмин, В.И. К 89 Гравиметрия [Текст]: учеб. пособие/ В.И. Кузьмин. ? Новосибирск: СГГА, 2011. ? 193 с. ISBN 978-5-87693-467-3 -

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-gravimetriya.pdf>

МИИГАиК - <http://www.miigaik.ru>

29 апр. 2010 г. - Электронный учебник: Гравиметрия Авторы: Огородова Л.В, Шимбирев Б.П, Юзефович А.П. - http://4du.ru/books/geodezy_book/gravimetriya_odorodova.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы гравиметрии" 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.

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя следующее:

- 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, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Кашеев Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Загретдинов Р.В. _____

"__" _____ 201__ г.