

Приложение 2  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт физики

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по научной деятельности  
Нурталиев Д.К.  
« 23 » сентября 2014 г.



**Программа дисциплины**  
Космические технологии координатно-временного обеспечения Б1.В.ДВ

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

Профиль подготовки: 01.03.01 – Астрометрия и небесная механика

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

## **1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ**

Основными целями курса «Космические технологии координатно-временного обеспечения» являются: а) построение и поддержание небесной и земной опорных систем координат; б) определение параметров их взаимной ориентации; в) построение и поддержание шкал координированного времени; г) построение динамических систем координат в виде высокоточных эфемерид небесных тел; д) определение параметров гравитационного поля Земли и параметров атмосферы (тропосферы и ионосферы).

Курс «Космические технологии координатно-временного обеспечения» предназначен для освоения аспирантами фундаментальных основ современного космического координатно-временного обеспечения и его роли в космической геодезии, основанной на использовании глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. Показана практическая значимость современного координатно-временного обеспечения как при выполнении геодезических работ, так и при решении широкого круга научных и прикладных задач небесной механики, геодинамики, физики атмосферы и др. дисциплин

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Б1.В.ДВ Дисциплины по выбору» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Осваивается на 2 году обучения, 4 семестр.

Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке аспирантов по таким основным дисциплинам как общая геодезия, астрометрия, теория фигуры Земли, небесная механика, спецпрактикумы по различным разделам астрономии, а также по специальным дисциплинам по выбору.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

В результате освоения дисциплины аспирант должен знать:

- основные принципы построения государственных геодезических сетей, их связь с глобальными геодезическими сетями (IGS)

- роль государственных геодезических сетей для изучения геодинамики страны и регионов
- роль спутниковых методов для построения государственных геодезических сетей

уметь:

- участвовать в работе над инновационными высокотехнологичными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;

- работать с информацией в компьютерных сетях.

владеть:

- современными методами сбора высокоточных геодезических и спутниковых данных

- методами контроля полученных геодезических, спутниковых измерений;

- способностью к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию спутниковых систем и технологий позиционирования в том числе, спутниковых геодезических сетей.

демонстрировать способность и готовность:

- представления о принципах построения и работы спутниковых систем определения координат; о методах решения геодезических задач в трехмерном пространстве; об интеграции спутниковых и традиционных геодезических измерений.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области астрометрии, небесной механики, астродинамики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-2	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области определения орбит небесных тел, методов численного интегрирования и методов построения аналитических теорий

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

##### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы - 108 часов.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в 4 семестре.

№	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Виды занятий			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Фундаментальное координатно-временное обеспечение и координатно-временное	4	4	4	0	14

№	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Виды занятий			Самостоя- тельная работа
			Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
	навигационное обеспечение. Основные задачи и структура фундаментального сегмента					
2.	Тема 2. Современный уровень решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения	4	4	4	0	14
3.	Тема 3. Применение результатов фундаментального координатно-временного обеспечения и координатно-временного навигационного обеспечения	4	4	4	0	15
4.	Тема 4. Требования к комплексу средств фундаментального обеспечения и его задачи	4	2	2	0	15
5.	Тема 5. Применение ГНСС для решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения	4	4	4	0	14
.	Тема. Итоговая форма контроля		0			зачет
	Итого		18	18	0	72

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Фундаментальное координатно-временное обеспечение и координатно-временное навигационное обеспечение. Основные задачи и структура фундаментального сегмента**

*Лекция и практическое занятие (8 часов):*

Понятие небесной и земной опорных систем координат и эталонных систем времени и частот.

**Тема 2. Современный уровень решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения**

*Лекция и практическое занятие (8 часов):*

Установление, поддержание и расширение небесной опорной системы координат. Установление, поддержание и расширение земной опорной системы координат. Параметры вращения Земли (ПВЗ). Эталонные системы времени и частот. Эфемериды

тел Солнечной системы. Параметры гравитационного поля Земли. Параметры тропосферы и ионосферы.

### **Тема 3. Применение результатов фундаментального координатно-временного обеспечения и координатно-временного навигационного обеспечения**

#### ***Лекция и практическое занятие (8 часов):***

Основные потребители фундаментального координатно-временного обеспечения (ФКВО). Применение результатов ФКВО для системы ГЛОНАСС.

### **Тема 4. Требования к комплексу средств фундаментального обеспечения и его задачи**

#### ***Лекция и практическое занятие (4 часа):***

Точностные характеристики комплекса средств фундаментального обеспечения и ГЛОНАСС.

### **Тема 5. Применение ГНСС для решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения**

#### ***Лекция и практическое занятие (8 часов):***

Определение фундаментальных параметров ФКВО с помощью ГНСС ГЛОНАСС, GPS и других.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекции (использование проблемных ситуаций), практические занятия, на которых аспиранты выступают с презентациями по теме данного практического занятия (у каждого аспиранта индивидуальная тема для презентации), самостоятельная работа аспиранта (подготовка презентаций для практических занятий, подготовка к устному опросу), консультации.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Вопросы к практическим занятиям**

Тема 1. Основные задачи фундаментального сегмента

Тема 2. Современный инструментарий решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения

Тема 3. Шкалы времени, используемые для навигационного обеспечения

Тема 4. Требования к комплексу средств фундаментального обеспечения

Тема 5. Фундаментальные параметры КВНО, определяемые с помощью ГНСС ГЛОНАСС, GPS и др.

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **7.1. Регламент дисциплины**

Выполнение заданий содержит элементы исследования и способствует выработке навыков в принятии обоснованных решений. Задание может быть оформлено либо письменно на бумажном носителе, либо в электронно-цифровой форме. Выполненные работы в обязательном порядке обсуждаются с преподавателем.

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, зачёт - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

**5 баллов** – устные ответы на практических занятиях: ответы с докладами, ответы на вопросы, участие в дискуссии, анализ текстов и т. п. Начисляется до 1 баллов за 1 занятие.

**10 баллов** – Тема 1. Составление глоссария

**5 баллов** – Тема 2. Реферат

**10 баллов** - Тема 3. Доклад с презентацией

**10 баллов** - Тема 4. Домашнее задания

**10 баллов** - Тема 8. Доклад с презентацией

**Итого: 50 баллов.**

## **7.2. Оценочные средства текущего контроля**

**Тема 1. Фундаментальное координатно-временное обеспечение и координатно-временное навигационное обеспечение. Основные задачи и структура фундаментального сегмента**

Составление глоссария на тему:

Понятие небесной и земной опорных систем координат. Понятие ПВЗ. и эталонных систем времени и частот

**Тема 2. Современный уровень решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения**

Реферат на тему (по выбору):

Установление, поддержание и расширение небесной опорной системы координат. Установление, поддержание и расширение земной опорной системы координат.

Параметры вращения Земли (ПВЗ). Эталонные системы времени и частот.

Эфемериды тел Солнечной системы.

Параметры гравитационного поля Земли.

Параметры тропосферы и ионосферы

**Тема 3. Применение результатов фундаментального координатно-временного обеспечения и координатно-временного навигационного обеспечения**

Доклад с презентацией:

Основные потребители ФКВО. Применение результатов ФКВО для системы ГЛОНАСС

**Тема 4. Требования к комплексу средств фундаментального обеспечения и его задачи**

Изучение технической документации современной аппаратуры ГНСС:

Точностные характеристики КСФО и ГЛОНАСС

**Тема 5. Применение ГНСС для решения задач фундаментального координатно-временного обеспечения**

Доклад с презентацией:

Вклад ГНСС ГЛОНАСС, GPS и др. в определение фундаментальных параметров КВНО

## **7.3. Вопросы к зачету**

Понятие небесной и земной опорных систем координат.

Понятие эталонных систем времени и частот.

Установление, поддержание и расширение небесной опорной системы координат.

Установление, поддержание и расширение земной опорной системы координат.

Параметры вращения Земли (ПВЗ).

Эталонные системы времени и частот.

Эфемериды тел Солнечной системы.

Параметры гравитационного поля Земли.

Параметры тропосферы и ионосферы.

Основные потребители фундаментального координатно-временного обеспечения (ФКВО).

Применение результатов фундаментального координатно-временного обеспечения

(ФКВО) для системы ГЛОНАСС.

Точностные характеристики комплекса координатно-временного обеспечения ГЛОНАСС.

Определение фундаментальных параметров комплекса координатно-временного навигационного обеспечения с помощью ГНСС ГЛОНАСС, GPS.

#### 7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Участие в обсуждении рефератов и докладов, анализ уровня актуальности и современности материалов докладов	<b>Тема 2.</b> Реферат
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Знать ценностные основания научной деятельности, уметь выявлять их в конкретных фактах развития науки. проследить связь между научными открытиями	<b>Тема 5.</b> Доклад с презентацией
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Уметь однозначно и кратко формулировать задачи, вопросы, выбирать алгоритмы решения	<b>Тема 1.</b> Составление глоссария <b>Тема 4.</b> Домашнее задание
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Точностные характеристики КСФО и ГЛОНАСС, нормативные документы в области применения ГНСС в науке, техники, экономики	<b>Тема 3.</b> Доклад с презентацией <b>Тема 4.</b> Домашнее задание

ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области астрометрии, небесной механики, астродинамики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Знать современное состояние установления, поддержания и расширения земной опорной системы координат для решения научных задач в различных областях	<b>Тема 2.</b> Реферат <b>Тема 4.</b> Домашнее задание
ПК-2	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области определения орбит небесных тел, методов численного интегрирования и методов построения аналитических теорий	Знать современные средства установления, поддержания и расширения земной опорной системы координат и пути их совершенствования	<b>Тема 2.</b> Реферат <b>Тема 4.</b> Домашнее задание

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

После прослушивания курса лекций аспирант должен приступить к самостоятельному изучению дисциплины. Самостоятельное изучение дисциплины необходимо проводить в порядке предусмотренном настоящей программой и использованием других методических материалов по дисциплине. Рекомендуется при изучении теоретической части курса выполнить краткий конспект, а при выполнении практических и самостоятельных заданий составлять алгоритмы, схемы, сводки формул решения задач.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **9.1. Основная 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.Кащеев. - Казань: КФУ, 2013. - 56с.
  2. 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>
  3. Спутниковый мониторинг Земли, Яковлев О.И.; Павельев А.Г.; Матюгов С.С., Либроком, 2010.
- Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений, Шовенгердт, Р., Техносфера, 2010.

### **9.2. Дополнительная литература**



1. Язев С.А. Лекции о Солнечной системе, М., Лань, 2011, ISBN: 978-5-8114-1253-2, 384 с. Изд-во ЛАНЬ: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1557](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1557)
2. Космический мусор. В 2 кн. Кн.1. Методы наблюдения и модели космического мусора, Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Райкунова Г.Г., М., Физматлит, 2014, ISBN: 978-5-9221-1503-2, 248 с. Изд-во ЛАНЬ: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59698](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59698)
3. Космический мусор. В 2 кн. Кн.2. Предупреждение образования космического мусора, Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Райкунова Г.Г., М., Физматлит, 2014, ISBN: 978-5-9221-1504-9, 188 с. Изд-во ЛАНЬ: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59699](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59699)
4. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том. 1. М. Картгеоцентр 2005
5. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том. 2. М. Картгеоцентр 2006

### 9.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Российская РСДБ-сеть [http://www.agora.guru.ru?VAK-2010/files/565\\_New\\_VLBI.doc](http://www.agora.guru.ru?VAK-2010/files/565_New_VLBI.doc)  
IAU <http://www.iau.org/>  
РСДБ-сети <http://www.quickwiki.com/ru>  
Сайт Международного астрономического союза (МАС)  
[http://www.galactic.name/articles/international\\_astronomical\\_union.php](http://www.galactic.name/articles/international_astronomical_union.php)  
Фонд знаний Ломоносов <http://www.lomonosov-fund.ru>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Космические технологии координатно-временного обеспечения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью до 30 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 IntelCore 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.

Комплект интерактивного оборудования. В комплект входит: усилитель-распределитель Kramer VP-200, точка доступа Wi-Fi, кронштейн HDV 100A, компьютер HP 8200E 2Gb/DVD, панель плазменная Samsung PSS59D6900DS, панель интерактивная 17" QOMO OIT300 LCD, доска интерактивная 78" QOMO OWB200, проектор BENQ MX 800 UST, Нивелир цифровой Trimble DiNi (0,7); Лазерные дальномеры Leica DISTO A5 - 4 шт.; Электронный тахеометр GTS105N-1шт.; Тахеометр электронный Trimble M3 DR (5") - 6 компл.; ГНСС приемник

ТОРCON GB-1000-1 шт.; ГНСС приемник Novatel OEMV2 - 1шт.; GPS навигатор Garmin GPS 72 - 8 шт.; GPS навигатор Garmin Venchure HC-8шт.; ГНСС приемник Juno SB - 10 шт.; Станция референцная высокоточная ГНСС

Комплект мобильного спутникового ГЛОНАСС/GPS геодезического оборудования Trimble R8 III GNCC RTK GSM; Комплект мобильного спутникового ГЛОНАСС/GPS датчика для мониторинга - 4 компл.;

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры 03.06.01 «Физика и астрономия» (Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 867) и с учетом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор: доцент, к.ф.-м.н. (доцент) Загретдинов Р.В.

Рецензент: проф., д.ф.-м.н. (доцент) Кащеев Р.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой: проф. Бикмаев И.Ф.

Протокол заседания кафедры № 1 от "29" августа 2014 г.

ОДОБРЕНО:

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № 7 от "11" сентября 2014 г.