

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

В.А. Уваров  
«» 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Геодезическая астрономия с основами астрометрии

специальность:

21.05.01 Прикладная геодезия

специализация:

Геодезическое обеспечение строительного надзора и экспертиз

Квалификация

инженер-геодезист

Форма обучения

очная


Институт: Архитектурно-строительный

Кафедра: Городского кадастра и инженерных изысканий


Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 июня 2016 г. № 674;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

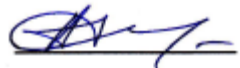
Составитель (составители): к.ф.-м.н.  (Н.В. Андреева)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Городского кадастра и инженерных изысканий

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (А.С. Черныш)  
«31» \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«31» \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2016 г., протокол № \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (А.С. Черныш)  
«31» \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2016 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«08» \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2016 г., протокол № \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_  (А. Ю. Феоктистов)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
Профессиональные			
1	ПК-9	способностью к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> методы математической обработки результатов полевых измерений, астрономических наблюдений; методы изучения развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов;</p> <p><b>Уметь:</b> работать на персональном компьютере на уровне продвинутого пользователя; выполнять уравнивание и производить оценку точности пространственных геодезических сетей;</p> <p><b>Владеть:</b> методами интерпретации данных, получаемых в рамках космической геодезии, методами определения параметров вращения Земли, изучения дрейфа литосферных плит, изучения других геодинамических процессов по данным космической геодезии</p>
2	ПК-13	готовность к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> способы построения алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач; методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритмы, программы и методики решений инженерно-геодезических задач; применять методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений</p> <p><b>Владеть:</b> готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач; методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Астрономия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Космическая геодезия и геодинамика
2	Теория фигур планет и гравиметрия
3	Прикладная геодезия
4	Общая картография
5	Спутниковые системы и технологии позиционирования
6	Государственная итоговая аттестация

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	144	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	83	51	32
лекции	33	17	16
лабораторные	50	34	16
практические		-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	169	102	67
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графические задания			
Индивидуальное домашнее задание	18	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	79	57	22
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	72	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Введение				

	Предмет и задачи геодезической астрономии и астрометрии. Разделы астрономической науки. Связь астрономии с другими науками. Современное состояние и перспективы развития астрономии. Астрономические определения при создании Государственной геодезической сети. Определение астрономических широт и долгот при проведении астрономо-геодезического нивелирования. Использование результатов астрономических наблюдений при выполнении топографо-геодезических работ. Определение высокоточного азимута при решении научных и прикладных задач. Современные задачи и перспективы развития геодезической астрономии	3	-	-	12
2. Системы координат в астрономии					
	Основные круги и точки небесной сферы. Сферические системы координат, используемые для определения положения небесных объектов. Применение прямоугольных систем координат в астрономии. Преобразования систем координат. Системы координат для определения положения пунктов наблюдений. Связь между координатами светил и астрономическими (географическими) координатами пунктов	2	-	6	12
3. Суточное движение светил					
	Вычисления положения светила на заданный момент времени для пункта с известной широтой. Определение координат и времени при прохождении светила через особые точки (круги) небесной сферы	2	-	4	12
4. Измерение времени астрономическими методами					
	Системы измерения времени, задаваемые суточным вращением Земли вокруг своей оси. Эфемеридное время. Динамические системы времени (TDT и SDT). Измерение длительных промежутков времени. Летоисчисление. Связь между различными системами измерения времени. Использование «Астрономического ежегодника» (АЕ) для решения задач	2	-	4	12
5. Факторы, изменяющие положение светил					
	Параллакс (суточный и годичный). Аберрация света (суточная, годичная, вековая) Астрономическая рефракция. Собственное движение звезд. Прецессия. Нутация. Движение полюсов Земли. Порядок учёта факторов, изменяющих положение светил	2	-	4	12
6. Редукционные вычисления					
	Средние, истинные и видимые координаты светил. Порядок учета изменений координат при обработке астрономических наблюдений. Звездные каталоги АЕ. Каталоги геодезических звезд. Вычисление видимых координат на момент наблюдений	2	-	4	12
7. Теоретические основы методов геодезической астрономии					
	Общие принципы определения времени, широты, долготы и азимута направления на земной предмет. Зенитальный метод астрономических определений. Азимутальный метод. Комбинированный метод. Анализ выгоднейших условий определения времени (долготы), широты и азимута направления на земной предмет. Определение составляющих уклонения отвесной линии по результатам астрономических наблюдений	2	-	8	10
8. Астрономические инструменты и приборы					
	Астрономические теодолиты. Другие переносные астрономические инструменты. Государственная служба времени и частоты. Прием сигналов точного времени. Методы регистрации наблюдений звезд. Автоматизация астрономических наблюдений. Основные источники ошибок при астрономических определениях. О поправках в результаты измерений	2	-	4	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>102</b>

## Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Точные способы определения широт и долгот пунктов и азимутов направлений на земные предметы</b>					
	Способы Цингера, Певцова и Талькотта. Определение астрономического азимута направления на земной предмет по Полярной звезде. Определение геодезического азимута направления на земной предмет из наблюдений звезд. Определение высокоточного азимута для калибровки инерциальных и гироскопических приборов и систем для ориентирования радиотехнических и других комплексов и систем; при решении геодинамических задач; прогнозе землетрясений. Другие способы определения широт, долгот и азимутов	4	-	4	16
<b>2. Приближенные способы астрономических определений</b>					
	Способ Сомнера-Акимова. Определения широты и азимута по Полярной. Определение широт, долгот и азимутов по наблюдениям Солнца. Назначение приближенных определений. Определение дирекционного угла направления на земной предмет из наблюдений светил	4	-	4	17
<b>3. Приборы и методы, применяемые в астрометрии</b>					
	Абсолютные и относительные методы определения экваториальных координат светил. Случайные и систематические погрешности результатов. Инструменты меридианной астрометрии. Большие и малые пассажные инструменты. Меридианные круги. Вертикальные круги. Зенит-телескопы. Визуальные, фотографические и фотоэлектрические методы наблюдений	4	-	4	17
<b>4. Методы определения координат светил и фундаментальных астрономических постоянных. Звёздные каталоги</b>					
	Принцип астрометрических наблюдений при определении координат звёзд для составления звёздных каталогов. Определение годичных параллаксов звёзд. Определение постоянной годичной аберрации. Определение собственных движений звёзд. Определение постоянных прецессии и нутации. Методы исключения случайных и систематических погрешностей при составлении звёздных каталогов	4	-	4	17
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>67</b>

**4.2. Содержание практических (семинарских) занятий. Не предусмотрены**

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				

1	Системы координат в астрономии	а) решение сферических треугольников; б) вычисление горизонтальных координат звёзд по заданному моменту времени и экваториальным координатам.	6	6
2	Суточное движение светил	а) решение сферических треугольников; б) вычисление горизонтальных координат звёзд по заданному моменту времени и экваториальным координатам. Суточное движение светил: а) вычисление $A$ , $z$ , $s$ в кульминациях, в элонгациях, при прохождении заданных вертикалов и альмукантаратов.	4	4
3	Измерение времени астрономическими методами	а) преобразование систем измерения времени.	4	4
4	Факторы, изменяющие положение светил	а) вычисление геоцентрического зенитного расстояния Солнца по измеренному топоцентрическому зенитному расстоянию.	4	4
5	Редукционные вычисления	а) интерполирование координат светил. б) вычисление видимых координат звёзд по заданным средним координатам.	4	4
6	Теоретические основы методов геодезической астрономии	а) методы геодезической астрономии.	8	8
7	Астрономические инструменты и приборы	а) поверки и исследования астрономических инструментов.	4	4
ИТОГО:			34	34
<b>семестр № 6</b>				
1	Точные способы определения широт и долгот пунктов и азимутов направлений на земные предметы	а) вычисление астрономических широт, долгот, азимутов точными способами астрономических определений.	4	4
2	Приближенные способы астрономических определений	а) вычисление астрономических широт, долгот, азимутов приближенными способами астрономических определений.	4	4
3	Приборы и методы, применяемые в астрометрии	а) поверки и исследования астрономических инструментов.	4	4
4	Методы определения координат светил и фундаментальных астрономических постоянных. Звёздные каталоги	а) определение координат светил; б) определение фундаментальных астрономических постоянных.	4	4
ИТОГО:			16	16
ВСЕГО:			68	68

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	Связь астрономии с другими научными дисциплинами
2	Системы координат в астрономии	Системы небесных и земных координат Основные круги и точки небесной сферы
3	Суточное движение светил	Явления связанные с суточным движением светил

4	Измерение времени астрономическими методами	Чем обусловлена разность длительности звёздных и солнечных суток. Назовите погрешности атомных и кварцевых часов
5	Факторы, изменяющие положение светил	Причина годичной аберрации звёзд Как определяется постоянная годичной аберрации Рефракция Собственное движение звезд
6	Редукционные вычисления	Переход от средних к видимым координатам звёзд
7	Теоретические основы методов геодезической астрономии	Общие принципы определения географических координат и азимутов направлений из наблюдений светил Выгоднейшие условия определения времени и широты в зенитальных способах астрономических определений Выгоднейшие условия определения азимута, времени и широты в азимутальных способах астрономических определений
8	Астрономические инструменты и приборы	Назовите порядок определения долготы методом перевозки хронометра Устройство астролябии Данжона
9	Точные способы определения широт и долгот пунктов и азимутов направлений на земные предметы	Назовите условия подбора звёзд в способе Талькотта Порядок определения личной разности в способе Цингера Определение свободного члена в равновысотных зенитальных способах
10	Приближенные способы астрономических определений	Приближенные определения азимута земного предмета по наблюдениям Полярной Приближенные определения широты по наблюдениям Полярной Приближенные определения долготы и азимута по измеренным зенитным расстояниям Солнца Приближенные определения широты по измеренным зенитным расстояниям Солнца Определение дирекционного угла направления на земной предмет по наблюдениям светил
11	Приборы и методы, применяемые в астрометрии	Как исключается коллимационная ошибка при определении азимута Определение прямого восхождения пассажным инструментом
12	Методы определения координат светил и фундаментальных астрономических постоянных. Звёздные каталоги	Определение фундаментальных астрономических постоянных Звёздные каталоги

**5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем. Не предусмотрено.**

**5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Цель ИДЗ - формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста по направлению 21.05.01 Прикладная геодезия к использованию знаний из области геодезической астрономии и астрометрии для определения высокоточных астрономических координат пунктов и азимутов направлений при решении основных задач геодезии.

Учебным планом предусмотрено ИДЗ в 5 и 6 семестрах.

#### **Индивидуальное домашнее задание № 1 (5 семестр)**

1. Для заданного пункта на дату наблюдения вычислить горизонтальные координаты звезды на момент декретного времени с контролем вычислений. Выполнить рисунок параллактического треугольника.

2. На чертежах горизонтальной и первой экваториальной систем координат показать положение звезды с координатами, вычисленными в п. 1. На чертеже экваториальной системы координат показать положение точки весеннего равноденствия  $\gamma$ .



3. Вычислить горизонтальные координаты и декретное время на момент верхней и нижней кульминации звезды.

4. Определить, к какому виду суточного движения относится звезда. Сделать чертеж суточной параллели звезды.

Выполняется на листе формата А3.

### **Индивидуальное домашнее задание № 2 (6 семестр)**

1. Для заданного пункта на дату наблюдения вычислить экваториальные координаты звезды на момент звездного времени с контролем вычислений. Выполнить рисунок параллактического треугольника.

2. Определить, к какому виду суточного движения относится звезда. Сделать чертеж суточной параллели звезды.

Выполняется на листе формата А3.

### **5.4. Перечень контрольных работ. Не предусмотрены.**

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Пандул И.С. Геодезическая астрономия применительно к решению инженерно-геодезических задач. - СПб, Политехника, 2010.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии. – М: Недра, 1979.

2. Абалакин В.К. и др. Геодезическая астрономия и астрометрия 2007

3. Гиенко Е.Г. Астрометрия и геодезическая астрономия: учеб. пособие/ Е.Г. Гиенко. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 168 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.edu.ru> - Федеральный портал «Российское образование»

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Обсерватория МОУ ДОД «Белгородский дворец детского творчества»: менисковый зеркальный телескоп КАССЕГРЕНА 150/2250 «MENISCAS» Carl Zeiss Iena.

Кабинеты инженерной геодезии: электронный тахеометр SET 630R, электронные теодолиты VEGA ТЕО-5, оптические теодолиты 4Т15П, нивелиры VEGA L24, геодезическая спутниковая GPS - система Stratus L-1 (комплект из двух приемников), электронный тахеометр Trimble T5635, геодезическая спутниковая GPS-система EFTM1 GNSS (комплект из двух приемников), контроллер CARLSON MINI, электронный теодолит CST BERGER DGT10, нивелир EFT AL-20, планиметр PLANIX 5 полярный, лицензионный

программный продукт «ЦФС – Талка» v.3.5.

Для преподавания дисциплины предусмотрены традиционные технологии в рамках аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Аудиторные занятия включают:

- лекции, на которых излагается теоретическое содержание курса;
- лабораторные работы, предназначенные для закрепления теоретического курса и приобретения студентами навыков по работе с геоинформационными системами.

Самостоятельная работа студентов предназначена для внеаудиторной работы по закреплению теоретического курса и практических навыков дисциплины; по изучению дополнительных разделов дисциплины.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 16 заседания кафедры от «16» 06 2017 г.

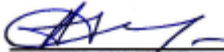
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  А.С. Черныш  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  В.А. Уваров  
подпись, ФИО


## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от « 29 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ А.С. Черныш

подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ В.В. Перцев


подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «14» 06 2019 г.


Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ А.С. Черныш  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ В.В. Перцев  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «28» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц.  (А.С. Черныш)

подпись, ФИО

Директор института



(В.В. Перцев)

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой  А.С. Черныш  
подпись, ФИО

Директор института  В.В. Перцев  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Для изучения курса необходимо, чтобы студенты свободно владели:

- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;
- навыками работы с компьютером как средством управления информацией;
- навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

Изучать теоретический материал рекомендуется по темам. Закончив изучение темы, полезно составить краткий конспект и выучить его содержание. Параллельно при изучении курса особое внимание следует уделить выполнению лабораторных работ и расчетно-графического задания.