

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

Космическая геодезия и геодинамика

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	
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>Знать: методы математической обработки результатов полевых измерений, астрономических наблюдений; методы изучения развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов;</p> <p>Уметь: работать на персональном компьютере на уровне продвинутого пользователя; выполнять уравнивание и производить оценку точности пространственных геодезических сетей;</p> <p>Владеть: 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. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика
2	Математика
3	Астрономия
4	Геодезическая астрономия с основами астрометрии
5	Теоретическая механика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория фигур планет и гравиметрия
2	Прикладная геодезия
3	Общая картография

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51

лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ 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 космической геодезии и геодинамики. Роль и значение космической геодезии в решении основных задач о Земле. Фундаментальное уравнение космической геодезии и принципы его решения динамическим и геометрическим методами космической геодезии	2	-	-	2
2. Системы отсчета					
	Системы координат и времени, применяемые в космической геодезии. Преобразование координат и времени при решении различных задач космической геодезии и геодинамики. Равноденственные истинные и средние координаты, связь между ними. Гринвичские средние и мгновенные координаты, связь между ними. Связь истинных равноденственных и мгновенных гринвичских координат. Общеземная и референцные системы координат; связь между ними	2	4	-	10
3. Способы наблюдения ИСЗ					
	Классификация способов наблюдения ИСЗ. Фотографические наблюдения ИСЗ на фоне звёзд. Лазерные наблюдения ИСЗ. Доплеровские наблюдения ИСЗ. Радиодальномерные наблюдения ИСЗ. Кодовые и фазовые измерения при использовании глобальных навигационных спутниковых систем	2	6	-	18
4. Геометрический метод космической геодезии					
	Сущность геометрического метода космической геодезии. Элементы космических геодезических построений. Определение компонентов вектора пункт-пункт по спутниковым наблюдениям.	4	6	-	18

	Определение компонентов вектора пункт-пункт методом РСДБ. Определение компонентов геоцентрического вектора пункта из лазерной локации Луны. Выражения для коэффициентов при неизвестных в уравнениях поправок геометрического метода космической геодезии при различном составе измерений. Вычисление свободных членов в уравнениях поправок геометрического метода космической геодезии для различного состава измерений. Понятие о двухгрупповом методе уравнивания космических геодезических построений. Виды условий, возникающих в космических геодезических построениях				
5. Теория невозмущенного движения ИСЗ					
	Дифференциальные уравнения невозмущенного движения ИСЗ в прямоугольных координатах. Ковариантная форма уравнений движения. Первые интегралы. Элементы орбиты ИСЗ. Соотношения между элементами орбиты и постоянными интегрирования	2	4	-	10
6. Теория возмущенного движения ИСЗ					
	Дифференциальные уравнения возмущенного движения ИСЗ в прямоугольных координатах и в оскулирующих элементах орбиты. Возмущающие ускорения и возмущающие функции от различных факторов. Понятие об аналитических и численных методах интегрирования дифференциальных уравнений возмущенного движения ИСЗ. Классификация возмущений в элементах орбиты ИСЗ. Возмущения в элементах орбиты ИСЗ от различных факторов	2	6	-	12
7. Динамический метод космической геодезии					
	Сущность динамического метода космической геодезии. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок динамического метода космической геодезии. Методика вычисления коэффициентов перед неизвестными в уравнениях поправок динамического метода космической геодезии. Спутниковая альтиметрия. Наблюдения по линии спутник-спутник, спутниковая градиентометрия	2	6	-	8
8. Элементы геодинамики					
	Краткие сведения о динамике Земли. Наука геодинамика. Геодинамические явления. Тензор и эллипсоид инерции Земли. Статический приливной потенциал. Космическая геодезия и геодинамика	1	2	-	4
	ВСЕГО	17	34		93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Системы отсчета	Преобразование координат и времени при решении различных задач космической геодезии и геодинамики	4	4
2	Способы наблюдения ИСЗ	Фотографические наблюдения ИСЗ на фоне звёзд. Лазерные наблюдения ИСЗ. Доплеровские наблюдения ИСЗ. Радиодальномерные наблюдения ИСЗ	6	6
3	Геометрический метод космической геодезии	Определение компонентов вектора пункт-пункт по спутниковым наблюдениям. Определение компонентов вектора пункт-пункт методом РСДБ. Определение компонентов	6	6

		геоцентрического вектора пункта из лазерной локации Луны		
4	Теория невозмущенного движения ИСЗ	Элементы орбиты ИСЗ	4	4
5	Теория возмущенного движения ИСЗ	Классификация возмущений в элементах орбиты ИСЗ. Возмущения в элементах орбиты ИСЗ от различных факторов	6	6
6	Динамический метод космической геодезии	Спутниковая альтиметрия. Наблюдения по линии спутник-спутник, спутниковая градиентометрия	6	6
7	Элементы геодинамики	Геодинамические явления Земли	2	2
ИТОГО:			34	34
			ВСЕГО:	68

4.3. Содержание лабораторных занятий. Не предусмотрены

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	Предмет и задачи космической геодезии и геодинамики. Связь космической геодезии с другими науками. История развития космической геодезии и геодинамики. Фундаментальное уравнение космической геодезии и принципы его решения динамическим и геометрическим методами космической геодезии
2	Системы отсчета	Шкалы времени TT, TCG, TCB; связь между ними. Звёздное и земное время. Системы координат ICRS, ITRS и их практические реализации ICRF, ITRF. Классификация координатных систем. Связь прямоугольных и полярных координат. Преобразование прямоугольных пространственных координат посредством вращений. Пространственное преобразование прямоугольных координат с использованием углов Эйлера. Пространственное преобразование прямоугольных координат с использованием углов Кардано. Равноденственные истинные и средние координаты. Движение экватора и эклиптики под влиянием прецессии и нутации. Учёт влияния прецессии и нутации. Гринвичские средние и мгновенные координаты. Международная служба вращения Земли. Учёт движения земных полюсов. Связь между истинными равноденственными и мгновенными гринвичскими координатами. Геодезические и прямоугольные координаты; связь между ними. Общеземная и референчные системы координат; связь между ними
3	Способы наблюдения ИСЗ	Методика расчёта и нанесения на карту-схему трассы полёта ИСЗ. Методика расчёта и нанесения на карту-схему зон видимости, ночи и тени. Классификация методов наблюдения ИСЗ. Общие принципы фотографического метода. Основные особенности обработки фотографических наблюдений. Спутниковая рефракция и спутниковая абберация. Общая схема астрометрической обработки фотографических наблюдений способом I Тернера. Математическая обработка фотографических наблюдений ИСЗ (идеальные и сферические координаты, измеренные и идеальные координаты). Лазерный способ наблюдений ИСЗ (принцип действия лазера, блок-схема лазерного дальномера). Временная задержка сигнала в лазерной локации ИСЗ. Доплеровские наблюдения ИСЗ. Доплеровское смещение частоты. Исключение и влияния ионосферной рефракции при наблюдениях на

		двух частотах. Общая схема функционирования глобальных спутниковых радионавигационных систем. Кодовые псевдодальности и фазовые псевдодальности. Учет влияния ионосферной и тропосферной рефракции в GNSS-измерениях.
4	Геометрический метод космической геодезии	Сущность геометрического метода космической геодезии. Синхронизация наблюдений. Управление связи при определении компонентов вектора пункт-пункт по спутниковым наблюдениям. Уравнительные вычисления при определении компонентов вектора пункт-пункт по спутниковым наблюдениям. Определение ориентирующих углов земной хорды из элементарной фигуры. Определение компонентов вектора пункт-пункт методом РСДБ. Определение компонентов геоцентрического вектора пункта из лазерной локации Луны. Элементы космических геодезических построений. Геометрические характеристики измеренных величин. Уравнения поправок в геометрическом методе космической геодезии. Выражения для коэффициентов при неизвестных в уравнениях поправок геометрического метода космической геодезии для различного состава измерений. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок геометрического метода космической геодезии для различного состава измерений. Назначение весов для измеренных величин в космической геодезии. Понятие о двухгрупповом методе уравнивания космических геодезических построений. Определение длин земных хорд по синхронным лазерным наблюдениям ИСЗ. Уравнивание векторной геодезической сети. Виды условий, возникающих в космических геодезических построениях
5	Теория невозмущенного движения ИСЗ	Уравнение невозмущенного движения ИСЗ в прямоугольных координатах. Ковариантная форма уравнений движения. Интегралы площадей. Второй закон Кеплера. Интеграл энергии. Космические скорости. Интегралы Лапласа. Две зависимости между первыми интегралами. Интеграл орбиты. Первый закон Кеплера. Геометрия движения ИСЗ по эллипсу. Уравнение Кеплера. Третий закон Кеплера. Элементы орбиты ИСЗ. Связь между элементами орбиты и постоянными нивелирования. Вычисление предварительной орбиты ИСЗ методом Гаусса. Вычисление невозмущенной эфемериды ИСЗ. Вычисление предварительной орбиты ИСЗ по координатам и скоростям. Дифференциальные уравнения абсолютного и относительного движения в задаче трёх тел. Десять известных интегралов в задаче трёх тел. Разложение геопотенциала в ряд по сферическим функциям. Потенциал двух неподвижных центров. Точечное представление геопотенциала

6	Теория возмущенного движения ИСЗ	Возмущающие ускорения и возмущающая функция от притяжения Луны и Солнца, возмущающая функция лунно-солнечного прилива. Возмущающие ускорения ИСЗ от светового давления. Условия освещённости ИСЗ. Возмущающие ускорения ИСЗ от атмосферного торможения. Релятивистские возмущающие ускорения ИСЗ. Уравнения движения ИСЗ в оскулирующих элементах орбиты. Разложение возмущающей функции геопотенциала через элементы орбиты. Понятие об аналитических методах интегрирования дифференциальных уравнений возмущённого движения ИСЗ (метод Пикара, метод Пуанкаре, метод осреднения). Понятие о численных методах интегрирования дифференциальных уравнений возмущённого движения ИСЗ. Неявный итеративный одношаговый метод численного интегрирования дифференциальных уравнений возмущённого движения ИСЗ.
7	Динамический метод космической геодезии	Уравнения поправок в динамическом методе космической геодезии. Методика вычисления коэффициентов перед неизвестными в уравнениях поправок динамического метода космической геодезии. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок динамического метода космической геодезии. Классификация возмущений. Возмущения в движении ИСЗ от различных факторов. Методика определения зональных гармоник геопотенциала. Определение геоцентрической гравитационной постоянной по наблюдениям далёких космических аппаратов. Спутниковая альтиметрия. Спутниковая градиентометрия. Уравнения связи в межспутниковых наблюдениях
8	Элементы геодинамики	Предмет и задачи геодинамики. Геодинамические явления. Характеристика Земли как планеты. Момент инерции твёрдого тела относительно оси. Статический приливной потенциал. Уравнения связи при определении координат мгновенного полюса Земли из наблюдений квазаров. Тензор и эллипсоид инерции Земли. Выражения моментов инерции Земли через Стоксовы постоянные. Разложение приливного потенциала. Космическая геодезия и геодинамика. Пространственно-временная метрика в Солнечной системе.

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

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий

Цель ИДЗ: формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста по направлению 21.05.01 Прикладная геодезии к использованию знаний из области космической геодезии и геодинамики для решения основных задач геодезии.

При выполнении ИДЗ студенты описывают расчетные работы по выбранной теме или проводят анализ имеющихся на данный момент исследований по выбранной тематике.

Примерный перечень ИДЗ: расчет элементов орбиты спутника; геодинамические процессы Центрального Черноземья, физическая поверхность Центрального Черноземья и другие.

5.4. Перечень контрольных работ. *Не предусмотрены*

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Курошев, Г.Д. Космическая геодезия и глобальные системы позиционирования: учеб. пособие / Г. Д. Курошев; Санкт-Петербургский гос. ун-т. - СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2011. - 181 с.;
2. Кусов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки. Учебник. М.: Академия, 2009;
3. Кусов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки. Учебник. М.: ИЦ «Академия», 2012;

6.2. Перечень интернет ресурсов

1. www.edu.ru - Федеральный портал «Российское образование»

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные лаборатории, учебный вычислительный центр, оргтехника, доступ к сети Интернет.

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

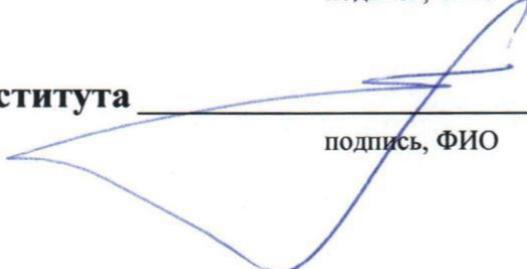
8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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.