

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-педагогической работе

А.В.Левшов

Подпись

«30» августа 2016 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б3.5 Спутниковые системы и технологии позиционирования

Направление (специальность)
подготовки:

21.03.03 Геодезия и дистанционное
зондирование

Профиль:

Геодезия

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

Очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр	7	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0/144	4,0/144
Аудиторные занятия (час.), в том числе	68	14
Лекции (час.)	34	8
Практические (семинарские) занятия (час.)		
Лабораторные работы (час.)	34	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	40	94
Курсовой проект/работа (семестр)		
Индивидуальное задание (кол.)		1
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	экзамен (36)	экзамен (36)

Донецк 2016 г.

Рабочая программа дисциплины Спутниковые системы определения местоположения составлена в соответствии с учебным планом по направлению (специальности) подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование для 2017 года приёма.

Составитель: Ковалев К.В. ст.преп. кафедры Геоинформатики и геодезии.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Геоинформатики и геодезии.

Протокол от «29» августа 2016 года № 1

Заведующий кафедрой _____ (Петрушин А.Г.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Геоинформатики и геодезии.

Протокол от «29» августа 2016 года № 1

Заведующий кафедрой _____ (Петрушин А.Г.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению (специальности) подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование для 2017 года приёма.

Протокол от «29» августа 2016 года № 1

Председатель _____ (Петрушин А.Г.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 17 года приёма на заседании кафедры Геоинформатики и геодезии.

Протокол от « 16 » июня 20 17 года № 12
Заведующий кафедрой _____ (Петрушин А.Г.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Геоинформатики и геодезии.

Заведующий кафедрой _____ (Ф.И.О.)
(подпись)

Рабочая программа продлена для 20 18 года приёма на заседании кафедры Геоинформатики и геодезии.

Протокол от « 22 » июня 20 18 года № 13
Заведующий кафедрой _____ (Седук А.И.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Геоинформатики и геодезии.

Заведующий кафедрой _____ (Седук А.И.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 19 года приёма на заседании кафедры Геоинформатики и геодезии.

Протокол от « 20 » июня 20 19 года № 10
Заведующий кафедрой _____ (Седук А.И.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Геоинформатики и геодезии.

Заведующий кафедрой _____ (Ф.И.О.)
(подпись)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с функционированием глобальных навигационных спутниковых систем определения местоположения.

Целью дисциплины является:

формирование у студентов профессиональных знаний и умений по определению координат точек на земной поверхности и в пространстве на основе современных глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать основные принципы функционирования ГНСС; состав ГНСС; принципы определения расстояний на основе кодовых по фазовых измерений; иметь представление о влиянии атмосферы на распространение радиосигналов; о влиянии взаимного расположения спутников и приемников на точность спутниковых определений; о влиянии многопутности на качество радиосигналов; о преимуществах двухчастотных приемников над одночастотными;

разницу между абсолютными и относительными спутниковыми измерениями; методику определения положения точек на основе RTK режима, методики спутниковых наблюдений при построении государственных геодезических сетей, сетей сгущения и съемочных сетей, а также при выполнении съемочных работ; основные возможности программных средств для обработки спутниковых наблюдений.

Уметь осуществлять планирование спутниковых наблюдений; выполнять спутниковые наблюдения в статических и кинематических режимах; выполнять наблюдения различными видами приемников; анализировать влияние различных факторов на точность спутниковых определений; правильно выполнять подбор исходных пунктов для выполнения относительных спутниковых измерений; выполнять спутниковые измерения в режиме RTK, как в реальном времени, так и в постобработке; осуществлять математическую обработку высокоточных спутниковых измерений в разных программных комплексах; анализировать качество полученных «сырых» данных при выполнении относительных спутниковых измерений; выполнять совместную обработку спутниковых и наземных геодезических измерений; осуществлять переход от системы координат, в которой функционирует ГНСС к пользовательской системе координат.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличие навыков работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-15);

способность к абстрактному мышлению и на этой основе готовность повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-17);

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способность анализировать, классифицировать и систематизировать профессиональную информацию, выделять в ней главное и оформлять ее в виде обоснованных выводов (ОПК-7);

способность к полевым и камеральным работам по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей и сетей специального назначения (ПК-2);

способность к тестированию, исследованию, эксплуатации спутниковых радионавигационных систем (ПК-5);

способность применять средства вычислительной техники для математической обработки результатов полевых спутниковых измерений, (ПК-7).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: геодезия, высшая математика, высшая геодезия, геодезическое прибороведение, геодезические приборы и измерения.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: цифровая картография, прохождении научно-исследовательской и преддипломной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Определения спутниковой геодезии.	8/3	2/1		2	4/2
Тема 2. Общие сведения по геодезической астрономии. Небесная сфера. Основные точки и линии небесной сферы. Системы сферических координат светил.	6/4	2/1		2/1	2/2
Тема 3. Горизонтная система сферических координат светил. Системы экваториальных координат и связь между ними. Географическая система координат для определения координат точек земной поверхности. Связь между	8/6	2		2	4/6

координатами разных систем.					
Тема 4. Системы измерения времени. Измерение времени по Солнцу. Уравнение времени. Звездное время. Связь между разными системами измерения времени. Переход от среднего времени к звездному и наоборот.	6/7	2/1		2	2/6
Тема 5. Системы координат и времени, которые используются в спутниковых измерениях. Общие сведения о системах координат. Прямоугольные и сферические системы координат. Прямоугольные и геодезические системы координат. Связь между системами прямоугольных координат.	8/7	2/1		2	4/6
Тема 6. Системы координат, которые используются в спутниковой геодезии. Топоцентрические системы координат.	6/7	2		2/1	2/6
Тема 7. Геоцентрические системы координат ПЗ-90 и WGS-84. Система координат EUREF. Методы преобразования систем координат характерные для спутниковых технологий.	8/7	2/1		4	2/6
Тема 8. Системы измерения времени. Шкалы времени СРНС. Синхронизация шкал времени.	6/8	2/1		2/1	2/6
Тема 9. Методы решения навигационных задач. Двухсторонний и односторонний методы дальномерных измерений. Абсолютные и относительные методы спутниковых измерений.	10/6	2		6	2/6
Тема 10. Распространение сигналов. Элементарные основы распространения волн. Частотные диапазоны. Строение и структура атмосферы. Распространение волн в ионосфере и тропосфере.	4/7	2/1			2/6
Тема 11. Распространение сигналов. Тропосферная рефракция. Влияние ионосферы. Многопутность. Принципы измерений длин линий, которые используются в спутниковой геодезии.	4/6	2			2/6
Тема 12. Общая структура спутниковой радионавигационной системы. Космический сегмент. Сегмент управления и контроля. Сегмент потребителей (приемно-вычислительный комплекс)	8/8	2/1		4/1	2/6
Тема 13. Специфика проведения псевдодальномерных и фазовых	4/6	2			2/6

измерений. Принцип измерения псевдодальностей. Упрощенный анализ фазовых отношений при спутниковых дальномерных измерениях.					
Тема 14. Основные разновидности дифференциальных методов. Первые, вторые и третьи разности, которые базируются на фазовых измерениях несущих колебаний. Принципы разрешения неоднозначностей при фазовых GPS измерениях.	6/7	2		2/1	2/6
Тема 15. Классификация источников ошибок характерных для спутниковых измерений. Источники ошибок, связанные с неточным знанием эфемерид спутников, и методы ослабления их влияния. Инструментальные ошибки.	4/6	2			2/6
Тема 16. Проектирование, организация и предварительная обработка спутниковых измерений. Предварительное планирование в камеральных условиях.	8/7	2		4/1	2/6
Тема 17. Выбор параметров наблюдений.	4/6	2			2/6
Итого:	108/108	34/8		34/6	40/94

3.2. Лекции

Тема 1. Определения спутниковой геодезии.

Содержание темы 1:

Системы координат и времени, которые применяются в спутниковых измерениях. Общие сведения о системах координат.

Литература к теме 1: [1-7]

Тема 2. Общие сведения по геодезической астрономии. Небесная сфера. Основные точки и линии небесной сферы. Системы сферических координат светил.

Содержание темы 2:

Общие сведения о системах координат.

Прямоугольные и сферические системы координат.

Литература к теме 2: [1-7]

Тема 3. Горизонтная система сферических координат светил. Системы экваториальных координат и связь между ними.

Географическая система координат для определения координат точек земной поверхности. Связь между координатами разных систем.

Содержание темы 3:

Прямоугольные и геодезические системы координат.

Связь между системами прямоугольных координат.

Литература к теме 3: [1-7]

Тема 4. Системы измерения времени. Измерение времени по Солнцу. Уравнение времени. Звездное время. Связь между разными системами измерения времени. Переход от среднего времени к звездному и наоборот.

Содержание темы 4:

Системы измерения времени. Связь между системами измерения времени. Системная шкала времени.

Бортовая шкала времени.

Шкала времени потребителей.

Синхронизация шкал времени.

Литература к теме 4: [1-7]

Тема 5. Системы координат и времени, которые используются в спутниковых измерениях. Общие сведения о системах координат. Прямоугольные и сферические системы координат. Прямоугольные и геодезические системы координат. Связь между системами прямоугольных координат.

Содержание темы 5:

Преобразование пространственных прямоугольных или эллипсоидальных координат одной координатной системы в другую координатную систему того же типа с использованием точно определенных параметров перехода.

Преобразование одной координатной системы в другую координатную систему того же типа с использованием пунктов, координаты которых известны в двух системах.

Литература к теме 5: [1-7]

Тема 6. Системы координат, которые используются в спутниковой геодезии. Топоцентрические системы координат.

Содержание темы 6:

Основные определения.

Звездное время.

Динамическое время.

Атомное время.

Литература к теме 6: [1-7]

Тема 7. Геоцентрические системы координат ПЗ-90 и WGS-84. Система координат EUREF. Методы преобразования систем координат характерные для спутниковых технологий.

Содержание темы 7:

Геоцентрическая координатная система ПЗ-90.

Фундаментальные постоянные и параметры общего земного эллипсоида ПЗ-90.

Геоцентрическая координатная система WGS-84.

Координатная система EUREF.

Геоцентрическая государственная система координат России ГСК-2011.

Литература к теме 7: [1-7]

Тема 8. Системы измерения времени. Шкалы времени СРНС. Синхронизация шкал времени.

Литература к теме 8: [1-7]

Тема 9. Методы решения навигационных задач. Двухсторонний и односторонний методы дальномерных измерений. Абсолютные и относительные методы спутниковых измерений.

Литература к теме 9: [1-7]

Тема 10. Распространение сигналов. Элементарные основы распространения волн. Частотные диапазоны. Строение и структура атмосферы. Распространение волн в ионосфере и тропосфере.

Литература к теме 10: [1-7]

Тема 11. Распространение сигналов. Тропосферная рефракция. Влияние ионосферы. Многопутность. Принципы измерений длин линий, которые используются в спутниковой геодезии.

Литература к теме 11: [1-7]

Тема 12. Общая структура спутниковой радионавигационной системы. Космический сегмент. Сегмент управления и контроля. Сегмент потребителей (приемно-вычислительный комплекс)

Литература к теме 12: [1-7]

Тема 13. Специфика проведения псевдодальномерных и фазовых измерений. Принцип измерения псевдодальномерностей. Упрощенный анализ фазовых отношений при спутниковых дальномерных измерениях.

Литература к теме 13: [1-7]

Тема 14. Основные разновидности дифференциальных методов. Первые, вторые и третьи разности, которые базируются на фазовых измерениях несущих колебаний. Принципы разрешения неоднозначностей при фазовых GPS измерениях.

Литература к теме 14: [1-7]

Тема 15. Классификация источников ошибок характерных для спутниковых измерений. Источники ошибок, связанные с неточным знанием эфемерид спутников, и методы ослабления их влияния. Инструментальные ошибки.

Литература к теме 15: [1-7]

Тема 16. Проектирование, организация и предварительная обработка спутниковых измерений. Предварительное планирование в камеральных условиях.

Литература к теме 16: [1-7]

Тема 17. Выбор параметров наблюдений.

Предварительная обработка спутниковых измерений, которая проводится после окончания измерений. Окончательная обработка спутниковых измерений.

Литература к теме 17: [1-7]

3.3. Практические (семинарские) занятия

не предусмотрены учебным планом

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем часов (очная / заочная форма)
1	<u>Лабораторная работа №1.</u> Сравнение систем глобального позиционирования GPS Navstar и ГЛОНАСС	2/1
2	<u>Лабораторная работа №2.</u> Системы сферических координат и связь между ними.	2
3	<u>Лабораторная работа №3.</u> Системы измерения времени.	2
4	<u>Лабораторная работа №4.</u> Переход от референцной системы координат к геоцентрической.	2
5	<u>Лабораторная работа №5.</u> Вычисление невозмущенной эфемериды искусственного спутника Земли.	2
6	<u>Лабораторная работа №6.</u> Устройство, характеристики и настройки одночастотного GPS приемника ProMarkX-CM	2
7	<u>Лабораторная работа №7.</u> Устройство, характеристики и настройки двухчастотного GPS приемника ZMax	4/1
8	<u>Лабораторная работа №8.</u> Альманах. Планирование сессий измерений	2/1
9	<u>Лабораторная работа №9.</u> Режимы проведения наблюдений. Статический режим проведения измерений.	6/2
10	<u>Лабораторная работа №10.</u> Быстростатический и кинематический режимы проведения измерений.	4
11	<u>Лабораторная работа №11.</u> Обработка результатов измерений в программе Ashtech Solutions.	2
12	<u>Лабораторная работа №12.</u> Обработка результатов измерений в программе GNSS Studio	4/1
Итого:		34/6

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем часов (очная / заочная форма)
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	20/40
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	20/40
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-/14
Итого:		40/94

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 25.09.2013 года.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Литература:

Основная:

1. Космические летательные аппараты. Введение в космическую технику: учебное пособие для вузов/Ю. Ф. Даниев [и др.] ; Ю.Ф. Даниев, А.В. Демченко, В.С. Зевако и др. ; под общ. ред. А.Н. Петренко ; Нац. косм. агентство Украины, Нац. центр аэрокосм. образования молодежи Украины. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕС, 2007. – 456с.

2. Космическая геодезия: [учебник для вузов]/В. Н. Баранов, Е. Г. Бойко, И. И. Краснорылов ; В.Н. Баранов, Е.Г. Бойко, И.И. Краснорылов и др. – М.: Недра, 1986. – 406с.

3. Бартенев В.А. Спутниковая связь и вещание: Справочник/В. А. Бартенев ; Под ред.Л.Я.Кантора. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1997. – 528с.

Дополнительная:

4. Петушков, А.В. Спутниковые системы и технологии позиционирования [Электронный ресурс] / А. В. Петушков. – 2015.
5. Ключин, Е.Б. Спутниковые методы измерений в геодезии [Электронный ресурс]. Ч.3 / Е. Б. Ключин. – 2015.
6. Ворошолов А.П. Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ [Электронный ресурс] / А. П. Ворошолов. – 2007.
7. Герасимов, А.П. Спутниковые геодезические сети [Электронный ресурс] / А. П. Герасимов. – 2012.

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

1. Лекционные занятия:

- Аудитория 2.346, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),
- комплект электронных презентаций,

2. Практические занятия:

- не предусмотрены учебным планом.

3. Лабораторные работы:

- комплекты спутниковых приборов,
- компьютерный класс,
- презентационная техника (проектор, экран, ноутбук),
- лаборатория 2.346 (компьютерный класс), оснащенная персональными компьютерами (10 шт.);
- пакеты ПО общего назначения (Microsoft Office 2007)
- специализированное ПО: Ashtech Solution, AutoCAD, GNSS Studio.
- шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- методические указания.

Составитель рабочей программы: _____

(подпись)

Ковалев К.В.