

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И КАДАСТРАХ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

21.03.02 Землеустройство и кадастры

**Направленность программы (профиль)**

Землеустройство и кадастры

**Разработчик**

Ст. преподаватель

А.Ю. Мельников

2021 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины:

### Цель дисциплины:

Цель данной дисциплины – дать обучающимся представление о структуре глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), принципах их функционирования, формах представления измерительной и служебной информации, способах и режимах измерений, основных источников ошибок, принципах обработки и оценки точности получаемых результатов, системах координат и их реализаций, применяемых при эксплуатации ГНСС. В результате обучения у студентов должны быть сформированы профессиональные компетенции, определяющие готовность и способность к использованию знаний при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической, проектно-исследовательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

### Задачи дисциплины:

- Изучение принципов функционирования глобальных навигационных спутниковых систем.
- Работа с современным геодезическим ГНСС-оборудованием.
- Обработка результатов ГНСС-наблюдений при помощи современного программного обеспечения

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Геодезия относится к блоку 18 междисциплинарного модуля учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общекультурные компетенции</b>			
1	УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Географические и земельные информационные системы  Теория ошибок и математическая обработка геодезических измерений  Уравнивание результатов геодезических измерений	
2	УК-12 - Способен к взаимодействию в условиях современной информационной культуры и цифровой экономики с учетом требований информационной безопасности, этических и правовых норм	Географические и земельные информационные системы  Основы информатики	

Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Математика Физика Основы АКС Теория ошибок и математическая обработка геодезических измерений Уравнивание результатов геодезических измерений Дистанционное зондирование	
2	ОПК-2 - Способен выполнять проектные работы в области землеустройства и кадастров с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Картография Кадастр недвижимости Дистанционное зондирование	
3	ОПК-3 - Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области землеустройства и кадастров	Геодезия Прикладная геодезия Кадастр недвижимости Основы землеустройства Землеустроительное проектирование Основы высшей геодезии	
4	ОПК-4 - Способен проводить измерения и наблюдения ,обработать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	Геодезия Прикладная геодезия Основы автоматизированного проектирования Основы АКС Фотограмметрия Картография	Основы наземного лазерного сканирования

		<p>Автоматизация землеустроительных и кадастровых работ</p> <p>Основы землеустройства</p> <p>Основы градостроительства и планировка населенных пунктов</p> <p>Основы геоинформатики</p> <p>Дистанционное зондирование</p> <p>Основы высшей геодезии</p> <p>Спутниковые технологии в землеустройстве и кадастрах</p> <p>Уравнивание результатов геодезических измерений</p> <p>Использование БПЛА при мониторинге земель</p>	
5	ОПК-5 - Способен оценивать и обосновывать результаты исследований в области землеустройства и кадастров	<p>Основы автоматизированного проектирования</p> <p>Прикладная геодезия</p> <p>Кадастр недвижимости</p> <p>Основы землеустройства</p> <p>Землеустроительное проектирование</p>	
6	ОПК-6 - Способен принимать обоснованные решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные методы и технологии выполнения землеустроительных и кадастровых работ	<p>Основы землеустройства</p> <p>Землеустроительное проектирование</p>	
7	ОПК-7 - Способен анализировать, составлять и применять техническую	<p>Прикладная геодезия</p> <p>Кадастр недвижимости</p>	

	документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	<p>Основы землеустройства</p> <p>Основы градостроительства и планировка населенных пунктов</p> <p>Землеустроительное проектирование</p> <p>Основы высшей геодезии</p> <p>Использование БПЛА при мониторинге земель</p>	
8	ОПК-8 - Способен участвовать в процессе подготовки и реализации основных программ профессионального обучения, основных профессиональных программ и дополнительных профессиональных программ	Геодезия	
9	ОПК-9 - Способность использовать цифровые методы и технологии в профессиональной деятельности (в области Землеустройства и кадастров) для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации	<p>Географические и земельные информационные системы</p> <p>Использование БПЛА при мониторинге земель</p>	Проектирование основы крупномасштабных топографических съемок
<b>Профессиональные компетенции</b>			
1	ПК-2 – Способность использовать знания для управления земельными ресурсами, недвижимостью, организации и проведения кадастровых и землеустроительных работ	<p>Кадастр недвижимости</p> <p>Основы землеустройства</p> <p>Землеустроительное проектирование</p> <p>Использование БПЛА при мониторинге земель</p>	

2	ПК-5 - Способен оценивать и обосновывать результаты исследований в области землеустройства и кадастров	Географические и земельные информационные системы  Дистанционное зондирование	
3	ПК-6 - Способен принимать обоснованные решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные методы и технологии выполнения землеустроительных и кадастровых работ	Основы высшей геодезии  Использование БПЛА при мониторинге земель	

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

*ОПК-4 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств*

*ОПК-5 - Способен оценивать и обосновывать результаты исследований в области землеустройства и кадастров*

*ОПК-7 - Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами*

*ОПК-9 - Способность использовать цифровые методы и технологии в профессиональной деятельности (в области Землеустройства и кадастров) для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации*

*ПК-2 – Способность использовать знания для управления земельными ресурсами, недвижимостью, организации и проведения кадастровых и землеустроительных работ*

*ПК-5 - Способен оценивать и обосновывать результаты исследований в области землеустройства и кадастров*

*ПК-6 - Способен принимать обоснованные решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные методы и технологии выполнения землеустроительных и кадастровых работ*

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** общие принципы построения ГНСС, методы измерения и вычисления координат, проектирование и организацию работ со спутниковыми приемниками, применение ГНСС технологий в различных областях народного хозяйства.

**Уметь:** выполнять ГНСС наблюдения в различных режимах, проводить обработку и уравнивание результатов ГНСС наблюдений, перевычислять координаты из одной системы в другую.

**Владеть:** навыками организации и производства ГНСС наблюдений и использования их результатов для решения задач в области землеустройства и кадастров.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		13	14
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>			

В том числе:	-	-	-
Лекции	17	8	9
Практические занятия (ПЗ)			
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	34	16	18
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>45</b>
Общая трудоемкость	час		
	зач. ед.	102	30
			72

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)	Рассматривается история создания и развития ГНСС первого и второго поколения. Изучаются основные существующие в настоящий момент ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo), их состав (сегменты) и особенности функционирования.
2.	Системы координат и высот, применяемые в ГНСС	Изучаются системы координат (СК), применяемые в ГНСС для определения пространственного положения точек земной поверхности (геоцентрические пространственные прямоугольные СК, геодезическая СК, плоская прямоугольная СК), и параметры перехода между ними, включающие сведения об общеземных и референц эллипсоидах и картографических проекциях. Изучаются системы высот, применяемые в ГНСС (эллипсоидальные, нормальные, ортометрические).
3.	Определение координат точек земной поверхности при помощи ГНСС	Изучаются общие принципы определения координат точек земной поверхности при помощи ГНСС (пространственная линейная засечка, понятие «псевдодальности»). Рассматриваются схемы формирования радиосигнала на спутниках GPS и ГЛОНАСС, методы определения псевдодальностей (кодový и фазовый), фазовые разности, процедура разрешения неоднозначности фазовых измерений. Рассматриваются системы времени, применяемые в ГНСС.
4.	Методы спутниковых наблюдений	Изучаются методы спутниковых наблюдений (абсолютный и относительный) и режимы съемки с применением ГНСС (статика, псевдостатика, быстрая статика, кинематика).
5.	Точность спутниковых наблюдений	Изучаются основные источники ошибок ГНСС наблюдений (атмосферные задержки, «многопутность» сигнала) и способы снижения их влияния. Изучаются критерии снижения точности ГНСС наблюдений (DOP), геометрический фактор.
6.	Технологическая последовательность спутниковых наблюдений	Изучается порядок проведения ГНСС наблюдений на определяемом пункте, планирование наблюдений, дополнительные измерения, заполнение полевого журнала.
7.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Кинематика в реальном	Изучается методика проведения ГНСС наблюдений в режиме RTK, технологические особенности, корректирующая информация, ее состав и способы

	времени real time kinematic (RTK)	(каналы) передачи, особенности работы с ГНСС оборудованием.
8.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Высокоточные координатные определения precise point positioning (PPP)	Изучается принципиальная схема метода PPP, особенности его применения, точность результатов наблюдений, источники ошибок и методы снижения их влияния (вариации фазового центра антенны спутника и приемника, высокоточная эфемердно-временная информация, атмосферные задержки).
9.	Современное программное обеспечение и интернет-сервисы для обработки ГНСС наблюдений	Изучается современное программное обеспечение и интернет-сервисы для обработки ГНСС наблюдений, методика обработки результатов ГНСС наблюдений в различных режимах, уравнивание сети пунктов ГНСС, определение локальных параметров преобразования систем координат по результатам ГНСС наблюдений.

*(Содержание указывается в дидактических единицах. По усмотрению разработчиков материал может излагаться не в форме таблицы)*

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)	1		2		1	3
2.	Системы координат и высот, применяемые в ГНСС	2		2		1	4
3.	Определение координат точек земной поверхности при помощи ГНСС	2		2		1	4
4.	Методы спутниковых наблюдений	2		4		1	6
5.	Точность спутниковых наблюдений	2		4		2	6
6.	Технологическая последовательность спутниковых наблюдений	2		6		11	6
7.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Кинематика в реальном времени real time kinematic (RTK)	2		4		10	8
8.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Высокоточные координатные определения precise point positioning (PPP)	2		4		6	6
9.	Современное программное обеспечение и интернет-сервисы для обработки ГНСС наблюдений	2		6		18	8

## 6. Лабораторный практикум (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)	Лаб. 1. Вычисление невозмущенного положения (координат) навигационных искусственных спутников земли (НИСЗ)	2



2.	Системы координат и высот, применяемые в ГНСС	Лаб. 2. Прямое и обратное преобразование координат точек между пространственной прямоугольной и геодезической системами координат	2
3.	Определение координат точек земной поверхности при помощи ГНСС	Лаб. 3. Однократная пространственная линейная засечка по трем НИСЗ	2
4.	Методы спутниковых наблюдений	Лаб. 4. Определение относительного положения по наблюдениям спутниковых сигналов четырех НИСЗ	4
5.	Точность спутниковых наблюдений	Лаб. 5. Оценка точности определения положения однократной пространственной линейной засечкой	4
6.	Технологическая последовательность спутниковых наблюдений	Лаб. 6. Определение видимости НИСЗ с определяемого пункта.	2
		Лаб. 7. Выполнение практических наблюдений в режиме статики.	4
7.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Кинематика в реальном времени real time kinematic (RTK)	Лаб. 8. Выполнение практических наблюдений в режиме RTK.	4
8.	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Высокоточные координатные определения precise point positioning (PPP)	Лаб. 9. Работа с открытыми архивами ГНСС данных (SOPAC, Nevada Geodetic Laboratory)	2
		Лаб. 10. Работа с интернет-сервисами обработки результатов PPP измерений (CSRS-PPP, NASA Jet Propulsion Laboratory)	2
9.	Современное программное обеспечение и интернет-сервисы для обработки ГНСС наблюдений	Лаб. 11. Уравнивание результатов наблюдений на пунктах ГНСС-сети.	3
		Лаб. 12. Определение локальных параметров преобразования систем координат по результатам ГНСС-наблюдений	3

### 7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.			
2.			
...			

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование, назначение оборудования	Назначение оборудования
Аудитория с выходом в интернет, локальное	Мультимедийный класс САПР	12 персональных ЭВМ (intel Core i5, 16 ГБ ОЗУ, 4 ГБ Видео), лицензионное САД-программное обеспечение, ПО CredoDAT, ПО	Проведение лекций в виде презентаций, выполнение измерений,

соединение, база для выполнения наблюдений		MS Office, ПО EFT Post Processing, ПО Topcon Tools, ПО Trimble Business Centre. 1 персональный ЭВМ преподавателя; 1 мультимедийный проектор с интерактивным экраном; 3 ГНСС-приемника геодезического класса точности South S-82. 3 полевых контроллера Getac PS-336 со встроенным полевым ПО SurvCE 3 геодезических штатива; 3 телескопических вежи.	обработка результатов. Выполнение расчетно-графических работ.
--------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: *средства Microsoft Office, система автоматизированного проектирования AutoCAD, программы обработки ГНСС наблюдений Credo GNSS, EFT Post Processing, Trimble Business Centre.*

б) базы данных, информационно справочные поисковые системы:  
публичная кадастровая карта Росреестра (<https://pk5.rosreestr.ru/>);  
Российская государственная библиотека (<http://rsl.ru/>);  
Российская национальная библиотека (<http://www.nlr.ru/>);  
Учебно-научный информационный библиотечный центр (Научная библиотека <http://lib.rudn.ru/Web/BiblioSearch?query=>);

открытые архивы ГНСС данных:  
Scripps Orbit and Permanent Array Center (<http://sopac-csrc.ucsd.edu/>);  
Nevada Geodetic Laboratory (<http://geodesy.unr.edu/NGLStationPages/GlobalStationList>),  
сервисы обработки результатов ГНСС наблюдений методом PPP:  
The Canadian Geodetic Survey of Natural Resources CSRS-PPP (<https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php?locale=en>);  
NASA Jet Propulsion Laboratory ([http://apps.gdgps.net/apps\\_file\\_upload.php](http://apps.gdgps.net/apps_file_upload.php)).

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная:

1. Антонович К.М. *Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография: в 2 т. Т2 // ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия».* – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – 360с.

2. Беликов А.Б., Симонян В.В. *Математическая обработка результатов геодезических измерений: учебное пособие.* М.: НИУ МГСУ, 2016.

3. Ефстафьев О.В. *Наземная структура СРНС для точного позиционирования / под ред. В.В. Грошева – М.: ООО «Издательство «Проспект», 2009. – 48 с.*

4. Жаров Е.В. *Сферическая астрономия.* – Фрязино, 2006. – 480 с.

5. Кафтан В.И., Докукин П.А. *Геодезические спутниковые измерения, обработка и деформационный анализ: учебное пособие.* – М.: РУДН, 2017. – 272 с.

б) дополнительная:

1. Антонович К.М. *Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография: в 2 т. Т1 // ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия».* – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – 280 с.

2. Геннике А.А., Побединский Г.Г. *Глобальные системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Картгеоцентр, 2004. - 355 с.*

3. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. *Геодезия.* М.: КолосС, 2006.

4. Соловьев Ю.А. *Системы спутниковой навигации.* - М.: Эко-Трендз, 2000

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

*При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:*

- 1. Изучение должно вестись систематически.*
- 2. После изучения какого-либо раздела рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. Терминологии следует уделить особое внимание.*
- 3. Не следует заикливаться на слепом заучивании алгоритмов решения задач. Важным является именно понимание процессов и причинно-следственной связи различных операций, а также теоретических аспектов дисциплины.*
- 4. При выполнении расчетно-графических задач следует соблюдать аккуратность. При оформлении пользоваться методическими рекомендациями, ГОСТами и инструкциями.*

*Для выполнения работ необходимо использовать следующие методические пособия:*

*Лабораторные работы № 1 – 6 (<https://esystem.rudn.ru/mod/assign/view.php?id=424347>);*

*Лабораторные работы № 7 – 12 (<https://esystem.rudn.ru/mod/assign/view.php?id=724409>);*

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

1 семестр (модуль)

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел и тема дисциплины		Наименование оценочного средства			Промежуточная аттестация	Баллы темы и раздела
			Текущий контроль				
	Раздел	Практическая работа	Практическая работа		Экзам.		
			Выполнение	Защита			
<b>ОПК-4</b> <b>ОПК-5</b> <b>ОПК-7</b> <b>ОПК-9</b> <b>ПК-2</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)	Лаб. 1. Вычисление невозмущенного положения (координат) навигационных искусственных спутников земли (НИСЗ)	5	15			
	Системы координат и высот, применяемые в ГНСС	Лаб. 2. Прямое и обратное преобразование координат точек между пространственной прямоугольной и геодезической системами координат	5	15			
	Определение координат точек земной поверхности при помощи ГНСС	Лаб. 3. Однократная пространственная линейная засечка по трем НИСЗ	5	15			
	Методы спутниковых наблюдений	Лаб. 4. Определение относительного положения по наблюдениям спутниковых сигналов четырех НИСЗ	5	15			
	Точность спутниковых наблюдений	Лаб. 5. Оценка точности определения положения однократной пространственной линейной засечкой	5	15			
	<b>ИТОГО</b>			<b>25</b>	<b>75</b>		<b>100</b>

## 2 семестр (модуль)

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел и тема дисциплины		Наименование оценочного средства			Промежуточная аттестация	Баллы темы и раздела
			Текущий контроль				
	Раздел	Практическая работа	Практическая работа		Экзам.		
			Выполн.	Защита			
ОПК-4 ОПК-5 ОПК-7 ОПК-9 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Технологическая последовательность спутниковых наблюдений	Лаб. 6. Определение видимости НИСЗ с определяемого пункта.	5	5			
		Лаб. 7. Выполнение практических наблюдений в режиме статики.	5	10			
	Современные развивающиеся методы ГНСС наблюдений. Кинематика в реальном времени real time kinematic (RTK)	Лаб. 8. Выполнение практических наблюдений в режиме RTK.	5	10			
		Лаб. 9. Работа с открытыми архивами ГНСС данных (SOPAC, Nevada Geodetic Laboratory)	5	5			
	Высокоточные координатные определения precise point positioning (PPP)	Лаб. 10. Работа с интернет-сервисами обработки результатов PPP измерений (CSRS-PPP, NASA Jet Propulsion Laboratory)	5	5			
		Лаб. 11. Уравнивание результатов наблюдений на пунктах ГНСС-сети.	5	10			
	Современное программное обеспечение и интернет-сервисы для обработки ГНСС наблюдений	Лаб. 12. Определение локальных параметров преобразования систем координат по результатам ГНСС-наблюдений	5	10			
		Зачет			10		
	<b>ИТОГО</b>			<b>35</b>	<b>55</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

**Разработчики:**

к.т.н., ст. преподаватель  
Агроинженерного департамента

АТИ РУДН

должность, название кафедры

\_\_\_\_\_

подпись

Мельников А.Ю.

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

должность, название кафедры

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

**Руководитель программы**

к.т.н., ст. преподаватель  
Агроинженерного департамента

АТИ РУДН

должность, название кафедры

\_\_\_\_\_

подпись

Мельников А.Ю.

инициалы, фамилия

**Директор департамента**

к.т.н., доцент  
Агроинженерного департамента

АТИ РУДН

должность, название кафедры

\_\_\_\_\_

подпись

Поддубский А.А.

инициалы, фамилия