

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ

 Гайдай Н.К.

" 9 " 12 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### С1.В.ДВ.01.01 Основы космической геодезии

Направления (специальности) подготовки

21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета)

Профиль подготовки (Специализация)

Специализация №4 «Маркшейдерское дело»

Квалификация (степень) выпускника

Горный инженер (специалист)

Форма обучения

**очная, заочная**

г. Магадан 2020 г.

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Цель дисциплины - *Основы космической геодезии* - усвоение студентами теории, принципа действия систем спутникового позиционирования, устройства спутниковых приемников, методик измерения и обработки результатов измерений.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина согласно учебному плану относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана и читается в восьмом семестре четвертого курса.

Дисциплина базируется на предшествующем изучении таких дисциплин, как «Физика», «Математика», «Высшая геодезия».

Дисциплина «Основы космической геодезии» является базой для прохождения производственной практики.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению (специальности) подготовки 21.05.04 «Горное дело», специализация №4 «Маркшейдерское дело»:

**ПК-7:** способность определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты;

**ПСК-4-1:** готовность осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики состояния земной поверхности и недр, горно-технических систем, подземных и наземных сооружений и отображать информацию в соответствии с современными нормативными требованиями;

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

– основы теории фигуры Земли; спутниковые технологии позиционирования и дистанционного зондирования (**ПК-7**).

**Уметь:**

– выполнять сгущение государственной геодезической сети, построение опорных и съемочных маркшейдерских сетей на земной поверхности и в горных выработках; разрабатывать проекты, средства и методы выполнения натуральных наблюдений, рекомендации по их применению, обработке и интерпретации их результатов (**ПК-7, ПСК-4-1**).

**Владеть:**

– приемами производства маркшейдерско-геодезических работ; особенностями применения

Ф СВГУ Рабочая программа направления (специальности) специальных технологий выполнения натуральных определений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности и недр (*ПК-7, ПСК-4-1*).

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

Содержание разделов дисциплины отражены в таблице 1 и таблице 2.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплинам (модулям) включает в себя занятия лекционного типа, семинарского типа (практические занятия).

Объем (в часах) контактной работы занятий лекционного типа, семинарского типа (практические занятия) определяется расчетом аудиторной учебной нагрузки по данной дисциплине и составляет **60 часов – очная форма обучения, 16 часов – заочная форма обучения.**

Контактная работа при проведении промежуточной аттестации включает в себя индивидуальную сдачу экзамена. Объем (в часах) для индивидуальной сдачи экзамена определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет 0,25 час на одного обучающегося.

Содержание разделов дисциплины отражены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 Очная форма обучения

Формы промежуточного контроля: 8 семестр – экзамен.

	Наименование модулей, разделов, тем	Количество часов/Зачетных единиц				Общая трудоем. с учетом зачета (час/зачет.ед.)
		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	<b>9-й семестр</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>108/3</b>
1	<b>Первый модуль:</b> Общие вопросы космической геодезии	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	
	<b>Тема 1.1:</b> Принципы использования ИСЗ в геодезических целях	3	-	-	1	
	<b>Тема 1.2:</b> Системы координат. Системы счета времени	3	8	-	2	
2	<b>Второй модуль:</b> Законы движения ИСЗ. Методы наблюдений в космической геодезии	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	
	<b>Тема 2.1:</b> Законы движения ИСЗ	4	2	-	1	
	<b>Тема 2.2:</b> Методы наблюдений ИСЗ. Геодезические ИСЗ и требования к параметрам их орбит.	4	6	-	2	
3	<b>Третий модуль:</b> Глобальные навигационные спутниковые системы. Принципы работы	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	

	<b>Тема 3.1:</b> Принцип работы ГНСС. Физические основы методов измерения дальности	4	-	-	1
	<b>Тема 3.2:</b> Основные факторы, влияющие на точность и надежность спутниковых определений координат	4	6	-	2
4	<b>Четвертый модуль:</b> Методы определения координат и обработка результатов измерений с использованием ГНСС	8	8	-	3
	<b>Тема 4.1:</b> Методы спутниковых определений координат	4	4	-	1
	<b>Тема 4.2:</b> Спутниковые приемники	2	4	-	1
	<b>Тема 4.3:</b> Перспективы развития ГНСС	2	-	-	1
	<b>ИТОГО:</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
	<b>ВСЕГО по учебному плану аудиторные+сам. работа</b>	<b>72</b>			<b>108/3</b>

Таблица 2 Заочная форма обучения

Формы промежуточного контроля: 6 курс – экзамен.

	Наименование модулей, разделов, тем	Количество часов/Зачетных единиц				Общая трудоем. с учетом зачета (час/ зачет.ед.)
		Аудиторные занятия				
		Лекции	Семинарские занятия (практические)	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	<b>5 курс</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	<b>108/3</b>
1	<b>Первый модуль:</b> Общие вопросы космической геодезии	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	
	<b>Тема 1.1:</b> Принципы использования ИСЗ в геодезических целях	0,5	-	-	10	
	<b>Тема 1.2:</b> Системы координат. Системы счета времени	0,5	2	-	12	
2	<b>Второй модуль:</b> Законы движения ИСЗ. Методы наблюдений в космической геодезии	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	
	<b>Тема 2.1:</b> Законы движения ИСЗ	1	2	-	8	
	<b>Тема 2.2:</b> Методы наблюдений ИСЗ. Геодезические ИСЗ и требования к параметрам их орбит.	1	-	-	14	
3	<b>Третий модуль:</b> Глобальные навигационные спутниковые системы. Принципы работы	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	
	<b>Тема 3.1:</b> Принцип работы ГНСС. Физические основы методов измерения дальности	1	2	-	10	
	<b>Тема 3.2:</b> Основные факторы, влияющие на точность и надежность спутниковых определений координат	1	-	-	12	
4	<b>Четвертый модуль:</b> Методы определения координат и обработка результатов измерений с использованием ГНСС	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	
	<b>Тема 4.1:</b> Методы спутниковых определений координат	0,5	2	-	10	
	<b>Тема 4.2:</b> Спутниковые приемники	1	-	-	10	
	<b>Тема 4.3:</b> Перспективы развития ГНСС	0,5	-	-	2	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	

	<b>ВСЕГО по учебному плану аудиторные+сам. работа+контроль</b>	<b>104</b>	<b>108/3</b>
--	--	------------	--------------

Перечень практических работ по модулям.

**Первый модуль:** Общие вопросы космической геодезии

Практическая работа № 1. «Перевычисление координат из системы общеземного эллипсоида на эллипсоид Красовского»

**Второй модуль:** Законы движения ИСЗ. Методы наблюдений в космической геодезии

Практическая работа № 2. «Определение условий видимости ИСЗ»

**Третий модуль:** Глобальные навигационные спутниковые системы. Принципы работы

Практическая работа № 3. «Определение эллипса погрешностей кодовых измерений»

Практическая работа № 4. «Составление сценария наблюдений ГНСС»

**Четвертый модуль:** Методы определения координат и обработка результатов измерений с использованием ГНСС

Практическая работа № 5. «Производство наблюдений фазовыми приемниками»

Практическая работа № 6. «Обработка результатов спутниковых наблюдений»

## 5. Образовательные технологии

Реализация программы осуществляется во время аудиторных занятий – лекций, практических занятий. На практических занятиях проводится контроль в виде блиц-тестов. На практических занятиях регулярно осуществляется контроль пройденных тем в форме защиты практической работы по пройденной теме.

Оценка контроля знаний студентов производится по модульно-рейтинговой системе.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов.

Всего на самостоятельную работу запланировано 24 часов – для очной формы, 62 часа - для заочной формы.

Самостоятельная работа студентов представляет собой:

- Теоретическую подготовку к лекционным и практическим занятиям.
- Самостоятельное выполнение расчетной части практических работ.
- Подготовку к защите выполненных работ

п/п	Форма работы	Объем работы, час		Учебно-методическое обеспечение
		очная	заочная	
1	Теоретическая подготовка к лекционным и практическим	9	42	См. список основной и дополнительной литературы,

	занятиям.			конспекты лекций
2	Самостоятельное выполнение расчетной части практических работ	9	44	См. список основной и дополнительной литературы, методические указания к практическим работам
3	Подготовка к защите выполненных работ	6	6	Конспекты лекций, методические указания к практическим работам, список основной и дополнительной литературы
	Итого	24	92	

**Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы по модулям**

**Первый модуль - Общие вопросы космической геодезии**

1. Перечислите задачи космической геодезии.
2. Напишите фундаментальное уравнение космической геодезии.
3. Чем динамические методы космической геодезии отличаются от геометрических?
4. Чем различаются системы координат WGS-84 и ПЗ-90?
5. На каком эллипсоиде основана система координат СК-95?
6. Перечислите известные Вам системы измерения времени.

**Второй модуль – Законы движения ИСЗ. Методы наблюдений в космической геодезии**

1. Какое движение спутника называется невозмущенным?
2. Сформулируйте первый закон Кеплера.
3. Сформулируйте второй закон Кеплера.
4. Сформулируйте третий закон Кеплера.
5. Чему равна первая космическая скорость?
6. Напишите дифференциальные уравнения невозмущенного кеплеровского движения.
7. Перечислите элементы орбиты спутника.
8. Какое движение спутника называется возмущенным движением?
9. Какие силы вызывают возмущения в движении ИСЗ?
10. Какие возмущающие силы оказывают наибольшее влияние на движение ИСЗ?
11. Назовите методы наблюдений ИСЗ.
12. На чем основан доплеровский метод наблюдений?
13. Какой метод наблюдений ИСЗ считается наиболее точным?
14. Назовите требования к элементам орбит геодезических ИСЗ.

**Третий модуль - Глобальные навигационные спутниковые системы. Принципы работы**

1. На каком методе основано определение координат при помощи глобальных навигационных спутниковых систем?
2. Какие ГНСС функционируют в настоящее время?
3. Какие элементы орбиты имеют ИСЗ систем GPS и ГЛОНАСС?
4. Сигнал от какого минимального количества спутников необходимо принимать для работы спутниковых приемников?
5. Какие измерительные коды передаются спутниками ГНСС?
6. Сколько измерительных частот в сигнале спутника ГНСС?
7. Объясните принцип кодовых измерений.
8. Какова точность кодового метода?
9. Объясните принцип фазовых измерений.
10. Какова точность фазового метода?
11. Что такое неоднозначность фазовых измерений?

12. Какие способы разрешения фазовой неоднозначности применяются в ГНСС?
13. Назовите основные факторы, влияющие на точность спутниковых определений координат.
14. Объясните принцип влияния геометрического фактора на точность спутниковых определений координат.
15. Какое максимальное значение геометрического фактора допустимо при измерениях?
16. Что такое эффект многопутности? Как он влияет на точность спутниковых измерений?
17. На какие классы делятся спутниковые приемники?
18. Какие спутниковые приемники являются наиболее точными?
19. Для каких работ могут использоваться кодовые приемники?
20. Для каких работ могут использоваться одночастотные фазовые приемники?
21. Назовите ведущих производителей спутниковых приемников.

#### **Четвертый модуль - Методы определения координат и обработка результатов измерений с использованием ГНСС**

1. Какие два основных способа определения координат применяются в ГНСС?
2. В чем отличие статического метода от кинематического?
3. На какие способы подразделяется статический метод определения координат?
4. На какие способы подразделяется кинематический метод определения координат?
5. Какое главное условие измерений в кинематическом методе?
6. На чем основано определение координат в реальном режиме времени?
7. Что такое поправки дифференциальной коррекции?
8. Какие источники поправок дифференциальной коррекции существуют?
9. Расскажите о перспективах развития ГНСС GPS.
10. Расскажите о перспективах развития ГНСС ГЛОНАСС.
11. Какие новые ГНСС разрабатываются в настоящее время?

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **Основная литература**

1. Пандул, И.С. Геодезическая астрономия применительно к решению инженерно-геодезических задач / И.С. Пандул. – Санкт-Петербург : Политехника, 2011. – 327 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129559> (дата обращения: 16.01.2020). – ISBN 978-5-7325-0982-3. – Текст : электронный.

2. Введение в ракетно-космическую технику : учебное пособие / А.П. Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вокин и др. ; под общ. ред. Г.Г. Вокина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – Т. 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные Средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты. – 381 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493753> (дата обращения: 16.01.2020). – Библиогр.: с. 367-373. – ISBN 978-5-9729-0195-1. – Текст : электронный.

#### ***Дополнительная литература***

1. Дробчик, Т.Ю. Астрономия : лабораторный практикум / Т.Ю. Дробчик, К.П. Мацуков, Б.П. Невзоров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 102 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278346> (дата обращения: 16.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-1772-1. – Текст : электронный.

2. Мурзин, В.С. Астрофизика космических лучей : учебное пособие / В.С. Мурзин. –

Ф СВГУ Рабочая программа направления (специальности)  
 Москва : Логос, 2007. – 489 с. – (Классический университетский учебник). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84789> (дата обращения: 16.01.2020). – ISBN 978-5-98704-171-6. – Текст : электронный.

### *Адреса сайтов в сети ИНТЕРНЕТ*

1. Информационно-аналитический центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс] // <  
<http://www.rsa-ianc.ru/>>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

*Лекционные и практические занятия* – ГСА ProMark2, ГСА ProMark3, ГСА Topcon Hiper+, ГСА "Javad Triumph", программное обеспечение Ashtech Solution, GNSS Solution, Topcon Tools, Justin.

## **9. Рейтинг-план дисциплины**

### **С1.В.ДВ.01.01 Основы космической геодезии**

Политехнический институт

Курс 5, группа **МАР-** семестр 9 20   /20    учебного года

Преподаватель: **Волин Александр Михайлович**  
*(ФИО преподавателя)*

Кафедра горного дела

<b>Аттестационный период</b>	<b>Номер модуля</b>	<b>Название модуля</b>	<b>Виды работ, подлежащие оценке</b>	<b>Количество баллов</b>
1	1	Общие вопросы космической геодезии	Практическая работа «Перевычисление координат из системы общеземного эллипсоида на эллипсоид Красовского»	5
			Тестирование	10
	2	Законы движения ИСЗ. Методы наблюдений в космической геодезии	Практическая работа «Определение условий видимости ИСЗ»	5
			Тестирование	10
2	3	Глобальные навигационные спутниковые системы. Принципы работы	Практическая работа «Определение эллипса погрешностей кодовых измерений»	5
			Практическая работа «Составление сценария наблюдений ГНСС»	5
			Тестирование	10
3	4	Методы определения координат и обработка результатов	Практическая работа «Производство наблюдений фазовыми приемниками»	5
			Производство наблюдений в режиме РТК	5

		измерений с использованием ГНСС	Практическая работа «Обработка результатов спутниковых наблюдений»	5
			Тестирование	10
<b>Итоговый контроль за семестр</b>				<b>75</b>



**Лист изменений и дополнений на 20\_\_/20\_\_ учебный год**

в рабочую программу учебной дисциплины

\_\_\_\_\_  
(код, наименование дисциплины)

Направления подготовки (специальности)

\_\_\_\_\_  
(Шифр и название направления подготовки (специальности)»

Профиль подготовки (специализация)

\_\_\_\_\_

1. В рабочую программу учебной дисциплины вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

---

---

---

---

2. В рабочую программу учебной дисциплины вносятся следующие дополнения:

---

---

---

---

---

---

---

---

Автор(ы): Ф.И.О., степень, звание, должность (полностью), подпись, дата

Рабочая программа учебной дисциплины пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (указать какой), дата, номер протокола заседания кафедры.

Заведующий(ая) кафедрой (указать какой): Ф.И.О., степень, звание, подпись дата