



**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in specialty 05.03.01 Geology.**

**Study profile "Geology"**

**Course title:** Physics of the Solid Earth

**Basic part of Block 1, 4 credits**

**Instructor:** Molev V. P.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

GC-8. the ability to use the basics of philosophical knowledge for the formation of ideological position;

GPC-2. Own ideas about the modern scientific picture of the world based on the knowledge of the basic concepts of philosophy, basic laws and methods of natural Sciences:

GPC -4. The ability to solve standard tasks of professional activity on the basis of information and bibliographic culture with the use of information and communication technologies and taking into account the basic requirements of information security:

SPC-4. Willingness to apply basic professional knowledge and skills of field geological, geophysical, geochemical, hydrogeological and ecological-geological works in the solution of production tasks (in accordance with the direction (profile) bachelor program).

**Learning outcomes:**

SPC-2. The ability to get geological information by oneself and use skills of the field and laboratory geological researches for scientific work (in accordance with the orientation (profile) of education);

SPC-3: the ability to participate in the interpretation of geological information, preparation of reports, abstracts, bibliographies on the subject of scientific research, in the preparation of publications as part of the research.

SPC-5: willingness to work on modern field and laboratory geological, geophysical, geochemical instruments, plant and equipment (in accordance with the direction (profile) bachelor program) publications.

SPC-6. Readiness as a part of scientific and production collective to participate in drawing up maps, schemes, sections and other established reporting according to the approved forms.

**Course description:** In the process of studying the discipline students will examine the basic principles of the main geophysical methods. Students will study the basic physical properties of minerals, rocks, methods for determining the physical properties of the minerals and rocks; structures of the main Earth's geospheres, principles of the interpretation of geophysical data. Also the students will

study the principles of the main physical fields of the Solid Earth and there measurements and interpretation.

**Main course literature:**

Kuznetsov V. V. Fizika Zemli [Physics of the Solid Earth]. – Novosibirsk, 2011. – 840 p. (rus). URL:

<http://www.twirpx.com/file/757612/>

Vikulin A. A. Fizika Zemli i geodinamika [Physics of the Solid Earth and Geodynamics]. – Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamGU, 2008. – 464 p. (rus). URL:

[http://www.studmed.ru/vikulin-av-fizika-zemli-i-geodinamika\\_ac85c1be027.html](http://www.studmed.ru/vikulin-av-fizika-zemli-i-geodinamika_ac85c1be027.html)

Smirnov V. V. Fizika Zemli [Physics of the Solid Earth]. – Chelyabinsk: City Print, 2011. – 143 p. (rus). CHAMO online public access catalog: URL:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669357&theme=FEFU> . 1 instance.

Sokolov A. G. Polevaya geofizika [Fild Geophysics]: Uchebnoe posobie / Sokolov A. G., Popova O. V., Kechina T. M. – Orenburg: Orenburgskiy gosudarstvenniy universitet, EBS ASB, 2015. – 160 p. (rus). URL:

<http://www.docme.ru/doc/1197849/9791.polevaya-geofizika>.

Geofizika [Geophysics]: Uchebnik dlya vuzov / V. A. Bogoslovskiy, U. I. Gorbachev, A. D. Zhigalin i dr. Pod red. V. K. Khmelevskogo. – Moscow: Universitet, 2012. – 319 p. (rus). CHAMO online public access catalog: URL:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:664404&theme=FEFU> .5 instances.

**Form of final control:** exam.

## **Аннотация дисциплины**

### **«Физика Земли»**

Учебная дисциплина «Физика Земли» разработана для студентов направления подготовки 05.03.01 «Геология», профиль «Геология», и проводится в 3-м семестре 2-го курса.

Дисциплина входит в базовую часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.22). Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, в том числе: 18 часов лекций, 18 часов практически занятий, 18 часов лабораторных занятий, 90 часов самостоятельной работы, включая 36 часов на подготовку к экзамену.

Дисциплина тесным образом связана с такими дисциплинами как: «Общая геология», «Структурная геология», «Физика». Физика Земли является связующим звеном в цикле дисциплин, посвященных наукам о Земле. Дисциплина представляет совокупность методов изучения строения Земли и физических процессов, протекающих в недрах планеты, а также изучает взаимодействие Земли с другими планетами и космическими телами Солнечной системы. Физика Земли объединяет геофизические методы: гравиметрию, магнитометрию, электрометрию, сейсмометрию, радиометрию, петрофизику.

**Целью дисциплины** является привлечение внимания будущих геологов к основным проблемам, связанным с изучением строения Земли и определение значение полученных знаний для геологических исследований.

**Задачами дисциплины** являются:

- знакомство с историей развития представлений о строении Земли;
- изучение гипотез и теорий образования Солнечной системы и связи Земли с другими планетами;
- изучение физико-геологических основ и современных представлений о строении Земли, характеристика земных оболочек;
- изучение основ и методики проведения геофизического изучения строения Земли;
- установление связей особенностей строения планеты Земля с геолого-геофизическими характеристиками верхней части Земли (земная кора, верхняя часть литосферы).

Для успешного изучения дисциплины «Физика Земли» у обучающихся должны быть частично сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук (ОПК-3);
- способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-2);
- готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-4);
- готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-6).

В результате изучения данной дисциплины у студента формируются следующие профессиональные компетенции (этапы компетенции).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-3</b> , способность в составе способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	Знает	строение Солнечной системы, гипотезы её происхождения, физические характеристики и геофизические поля Земли, общие сведения о химизме Земли, геологические процессы, породообразующие минералы и горные породы.
	Умеет	по диагностическим признакам определять физические свойства наиболее распространенных породообразующих минералов и горных пород; распознавать формы и элементы форм рельефа, образованные в результате эндогенных и экзогенных геологических процессов, устанавливать последовательность образования геологических комплексов и их возраст.
	Владеет	методами геологических, тектонических, структурных, литологических, петро- и геохимических исследований для проведения работ по геологическим изысканиям как фундаментального, так и прикладного характера,

		навыками использования базовых компьютерных программ стандартного пакета Microsoft Word и специализированные геологические программы.
<b>ПК-4</b> , готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач в соответствии с направлением (профилем) программы бакалавриата	Знает	особенности использования современного полевого геологического, геофизического, геохимического оборудования
	Умеет	работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
	Владеет	Методами работы на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
<b>ПК-7</b> , способность использовать знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии, информационных технологий для решения практических задач в области геологии	Знает	сейсмичность Земли, характеристику и типы упругих волн. Механизм возникновения очага землетрясения.
	Умеет	Исследовать сейсмичность и поле силы тяжести, магнитное поле Земли; делать выводы об их особенностях и роли в изучении строения Земли.
	Владеет	Методами изучения электрических полей, радиоактивности и их использования для изучения внутреннего строения Земли.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физика Земли» применяются следующие методы активного обучения: лекции-беседы и лекции-дискуссии.

### **Построение и содержание курса**

Строение и происхождение Галактики, Солнечной системы и Земли.

Литосфера Земли.

Гидросфера.

Атмосфера.

Ближний космос.

Физические поля Земли: магнитное, гравитационное, сейсмическое, электрическое, радиационное и термическое.

**Целью** изучения дисциплины является получение знаний о строении Земли и методах изучения ее внутреннего строения, являющихся базовыми при изучении дисциплин геолого-геофизического и экологического профиля, а также при осуществлении хозяйственной деятельности.

**Задачи:**

- формирование современных знаний о строении и функционировании оболочек Земли;
- помощь при поисках и разведки месторождений полезных ископаемых;
- геоэкологическое образование и просвещение;
- проектирование методов исследования литосферы, гидросферы и атмосферы Земли.

В процессе обучения используются словесные методы (устное и печатное слово), геофизические приборы и оборудование, схемы и плакаты, интерактивные методы обучения.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*3 семестр (18 час.)*

### **Тема 1. Вводная лекция. Солнечная система (2 часа)**

Содержание и задачи курса. История возникновения и развития. Связь Физики Земли с другими методами и науками. Современное состояние.

Происхождение Галактики. Закон красного смещения. Планеты солнечной системы. Закон Бодэ. Метеориты и их состав. Эффект Пойтинга-Робертсона. Состав планет земной группы.

### **Тема 2. Фигура Земли (4 часа)**

Фигура Земли. Прецессия земной оси. Чандлеровские колебания полюса. Приливное трение. Флуктуации скорости вращения Земли.

Строение Земли: земная кора, мантия, ядро. Свойства оболочек Земли. Современные методы изучения внутреннего строения Земли.

### **Тема 3. Поле силы тяжести (2 часа)**

Ускорение силы тяжести как градиент геопотенциала. Геоид по спутниковым данным. Строение земной коры и изостазия. Земные приливы.

### **Тема 4. Сейсмология и внутреннее строение Земли (2 часа)**

Сейсмичность Земли. Механизм очага землетрясения. Упругие волны и сейсмические лучи. Географы. Плотность и состав земных недр. Собственные колебания земли. Землетрясения.

### **Тема 5. Геомагнитное поле. Палеомагнетизм (2 часа)**

Главное геомагнитное поле – поле магнитного диполя. Вариации магнитного поля. Дрейф и инверсии магнитных полюсов.

Магнитные минералы и магнитные свойства горных пород. Остаточный магнетизм горных пород. Палеомагнетизм и его использование в геологии.

### **Тема 6. Радиационное поле Земли (2 часа)**

Радиоактивные изотопы, их характеристика. Закон радиоактивного распада. Радиоактивность горных пород, вод и атмосферы.

Радиологические методы определения возраста горных пород.

Радиоэкология. Радиационный фон Земли. Космические лучи. Нормы радиационной безопасности.

### **Тема 7. Внутреннее тепло Земли (2 часа)**

Геотермический поток. Процессы теплопереноса в мантии. Температура в недрах Земли. Источник тепловой энергии для формирования геотермических полей океанов и континентов.

### **Тема 8. Электрическое и электромагнитное поля Земли (2 часа)**

Электрические свойства горных пород. Естественное электрическое поле Земли. Магнитотеллурическое поле.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие № 1. Расчет поля силы тяжести шара (2 часа)**

Выполнение данной лабораторной работы позволит студентам ознакомиться как с гравитационным полем Земли в целом как планеты, так и с аномальными

полями геологических тел, форма которых в первом приближении может быть аппроксимирована шаром.

#### **Занятие № 2. Расчет аномального теплового поля шара (2 часа)**

Выполнение данной лабораторной работы позволит получить представление о том, как геологические тела, форма которых может быть уподоблена шару, искажают поле естественного теплового потока Земли.

#### **Занятие № 3. Измерение гравитационного поля Земли маятниковым способом (2 часа)**

Производится измерение ускорения силы тяжести Земли в лаборатории с помощью специально изготовленного нитяного достаточно длинного маятника и секундомера. Также производится измерение аномального поля силы тяжести на разных высотах от уровня моря с помощью гравиметра.

#### **Занятие № 4. Расчет естественного электрического поля шара (2 часа)**

Выполнение данной лабораторной работы позволит получить представление об аномалиях естественного электрического поля окислительно-восстановительной природы над изометричными телами

#### **Занятие № 5. Расчет годографов отраженных и преломленных сейсмических волн (2 часа)**

Рассчитываются годографы сейсмических волн, в том числе с учетом сферичности Земли. Проводится анализ сейсмограмм землетрясений.

#### **Занятие № 6. Расчет магнитного поля шара (2 часа)**

Выполнение данной лабораторной работы позволит ознакомиться как со структурой магнитного поля Земли в целом как планеты, так и с особенностями аномального магнитного поля объектов, которые можно аппроксимировать шаром.

#### **Занятие № 7. Измерение радиационного фона Земли (2 часа)**

Измеряется радиационный фон Земли в различных условиях с помощью радиометра.

#### **Занятие № 8. Измерение естественного электрического поля на поверхности Земли (4 часа)**

Производится измерение естественного электрического поля при различных условиях в лаборатории и на поверхности Земли с помощью милливольтметра.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика Земли» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Солнечная система. Фигура Земли	ПК-3	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 1-4
			умеет	ПР-1 Тест 1	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 1	
2.	Поле силы тяжести	ПК-3	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 5-10
			умеет	ПР-2 Контрольная работа 2	
			владеет		
3.	Сейсмология и внутреннее строение Земли	ПК-4	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 11-17
			умеет	ПР-1 Тест 2	
			владеет		
4.	Геоманнитное поле. Палеомагнетизм	ПК-4	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 18-24
			умеет	ПР-1 Тест 3	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 1 ПР-2 Контрольная работа 3	
5.	Радиационное поле Земли. Внутреннее	ПК-4,7	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к

	тепло Земли		умеет	ПР-1 Тест 4	экзамену 25-29
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 4	
6.	Электрическое и электромагнитное поля Земли	ПК-4,7	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 30-35
			умеет	ПР-1 Тест 5	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 5	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Кузнецов В.В. Физика земли. - Новосибирск, 2011.- 840с.  
URL: <http://www.twirpx.com/file/757612/>
2. Викулин А.А. Физика Земли и геодинамика. -Петропаловск-Камчатский: КамГУ. 2008.- 464с. URL:  
[http://www.studmed.ru/vikulin-av-fizika-zemli-i-geodinamika\\_ac85c1be027.html](http://www.studmed.ru/vikulin-av-fizika-zemli-i-geodinamika_ac85c1be027.html)
3. Смирнов В. В. Физика Земли. - Челябинск: Сити Принт, 2011.- 143 с.  
URL: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669357&theme=FEFU>  
Режим доступа: НБ ДВФУ - 1 экз.
4. Соколов А. Г. Полевая геофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соколов А. Г., Попова О. В., Кечина Т. М. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 160 с.  
URL: <http://www.docme.ru/doc/1197849/9791.polevaya-geofizika>.
5. Геофизика: Учебник для вузов / В. А. Богословский, Ю. И. Горбачев, А. Д. Жигалин и др. Под ред. В. К. Хмелевского. - М.: Университет, 2012. – 319 с.

URL: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:664404&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 5 экз.

### Дополнительная литература

1. Кашубин С.Н., Виноградов В.Б., Кубин А.В. Физика Земли.- Екатеринбург , ЕГГА, 1998. – 172 с. URL:

[http://mirknig.su/knigi/estesstv\\_nauki/80883-fizika-zemli.html](http://mirknig.su/knigi/estesstv_nauki/80883-fizika-zemli.html)

2. Молев В. П. Радиометрия и ядерная геофизика: Учебное пособие. – Владивосток, Дальневосточный государственный технический университет, 2008. – 195 с. URL:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384634&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 16 экз.

3. Порцевский А.К. Физика Земли: Учебное пособие. - М.: МГОУ, 2005. – 178 с. URL:

[http://www.studmed.ru/porcevskiy-ak-fizika-zemli\\_c4dcbd4f94c.html](http://www.studmed.ru/porcevskiy-ak-fizika-zemli_c4dcbd4f94c.html)

4. Физика Земли / Ф. Стейси ; пер. с англ. А. А. Гвоздева, Д. М. Печерского. – М.: Мир, 1972. -342 с. URL:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:83262&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 3 экз.

5. Внутреннее строение Земли и планет / В. Н. Жарков.–М.:Наука, 1983. – 415 с. URL:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:47416&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 2 экз.

6. Дмитриев А.Н. Физика Земли: Методические указания к лабораторным занятиям. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. - 35 с. URL:

[http://www.studmed.ru/dmitriev-an-fizika-zemli\\_214000a4931.html](http://www.studmed.ru/dmitriev-an-fizika-zemli_214000a4931.html)

6. Викулин А.А. Введение в физику Земли. -Петропаловск-Камчатский: КамГУ. 2004.- 240с. URL:

[http://www.studmed.ru/vikulin-av-vvedenie-v-fiziku-zemli\\_628167b972a.html](http://www.studmed.ru/vikulin-av-vvedenie-v-fiziku-zemli_628167b972a.html)

7. Физика земных недр / В. Н. Жарков; (отв. ред. А. О. Глико); Российская академия наук, институт физики Земли. – М.: Наука и образование, 2012. – 384 с. URL:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:706327&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 1 экз.

8. Внутреннее строение и физика Земли / В. А. Магницкий; (ред. кол.: А. О. Глико и др.); Научный совет Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Издание трудов выдающихся ученых»; Российская академия наук, Институт физики Земли. – М.: Наука, 2006. – 390 с. URL: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:270299&theme=FEFU>

Режим доступа: НБ ДВФУ - 1 экз.

### **Периодические издания:**

1. Геология и геофизика
2. Геофизика
3. Геофизические исследования
4. Доклады Академии наук
5. Известия Вузов. Геология и разведка
6. Тихоокеанская геология
7. Физика Земли

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Видеосистема для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point.

Информационные справочные системы, возможности которых студенты могут свободно использовать:

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;

Электронно-библиотечная система Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" <http://znanium.com/>

Электронная библиотека "Консультант студента" КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - электронная библиотека технического вуза. Доступные рубрики - "Медицина. Здравоохранение"; "Машиностроение"; "Архитектура и строительство" <http://www.studentlibrary.ru/>

• Электронно - библиотечная система образовательных и просветительских изданий в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. <http://www.iqlib.ru>

• Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online» ЭБС по тематике охватывает всю область гуманитарных знаний и предназначена для использования в процессе обучения в высшей школе, как студентами преподавателями, так и специалистами гуманитариями. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритм изучения студентом дисциплины «Физика Земли» может быть следующим.

После прослушивания лекции и конспектирования основных ее положений необходимо в качестве самостоятельной работы (желательно в тот же день) проработать соответствующий раздел учебника или учебного пособия, уделяя повышенное внимание наиболее трудным моментам и пользуясь при необходимости электронными ресурсами. Если какой-либо вопрос не удалось самостоятельно прояснить, необходимо обсудить его с преподавателем на следующем занятии или на консультации. Особое внимание при самостоятельной работе над материалом следует уделить расчетам физических полей для простейших моделей тел по простым формулам (а не по готовым компьютерным программам!), так как это позволит не только понять, но и «прочувствовать» характер естественных физических полей Земли, прежде всего гравитационного и магнитного.

Дальнейшее понимание сущности физических полей Земли приходит после непосредственного их измерения при проведении лабораторных работ. При этом важно начинать с измерений полей простейшими общедоступными приборами, а лишь затем переходить к высокоточным измерениям с современной цифровой аппаратурой. Так, практическое изучение поля силы тяжести целесообразно начать с абсолютных измерений ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника и таймера. При достаточном количестве колебаний маятника получить точность до  $1 \text{ см} / \text{с}^2$ . Далее можно проводить относительные измерения с высокоточным гравиметром на различных высотах от уровня моря, начиная с нулевой, что позволит наглядно показать, как сильно гравитационное поле зависит от высоты. Это особенно легко сделать в условиях г. Владивостока с его пересеченным рельефом. Непосредственное изучение магнитного поля также целесообразно начать с измерений элементов земного магнетизма с помощью горного компаса или буссоли. Воспользовавшись сведениями о направлении на географический северный полюс (с помощью GPS-навигатора или по ориентирам на топографической карте), студенты определяют фактическое магнитное склонение в точке измерения, что весьма важно для будущих геологов. Если взять магнитную стрелку горного компаса (разумеется, горный компас берется не новый, а уже непригодный к эксплуатации) и снять с нее противовес (намотанную медную проволочку), а затем свободно подвесить стрелку на нити, то можно с помощью транспортира определить

наклонение магнитного поля Земли. Наконец, измерив в той же точке модуль полного вектора геомагнитного поля с помощью протонного магнитометра, можно рассчитать по всем полученным данным основные элементы земного магнетизма – вертикальную, а также северную и восточную горизонтальные составляющие.

Также полезно для будущих геологов ознакомиться с методикой измерения естественного поля радиоактивности с помощью стандартного радиометра, так как нередко различные геологические работы сопровождаются радиационными измерениями.

Условия г. Владивостока также весьма благоприятны для наглядных измерений естественного электрического поля Земли, которое, как известно, возникает в основном в двух случаях: а) при наличии электропроводящих сульфидизированных и антрацитизированных или графитизированных зон; б) в случае фильтрации подземных вод. Если последнее явление встречается повсеместно, то наличие электропроводящих геологических тел на городской территории является исключением. В этом смысле в ДВФУ имеются уникальные условия для непосредственного наблюдения естественных электрических полей окислительно-восстановительного происхождения. Такие объекты известны, например, в районе бутощебеночного комбината, а также на острове Попова. Довольно вероятно обнаружение подобных зон и недалеко от кампуса университета в экзоконтакте гранитного интрузива.

Таким образом, выполнение данных методических указаний позволит студентам овладеть знаниями, умениями и навыками по дисциплине «Физика Земли».

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физика Земли» является достаточным для проведения полноценного учебного процесса. Так, на кафедре геологии, геофизики и геоэкологии Инженерной школы ДВФУ имеется современная высокоточная цифровая геофизическая аппаратура, которая позволяет проводить измерения физических полей Земли. Измерения геомагнитного поля могут осуществляться с помощью протонных магнитометров MPOS-1. Для измерения естественного электрического поля имеется аппаратура ERA-MAX и неполяризуемые электроды ЭН-1. Измерение естественного радиоактивного поля может производиться с помощью современного радиометра с цифровой регистрацией. Также в Инженерной

школе (на кафедре нефтегазового дела и нефтехимии) имеется современный гравиметр Scintrex канадского производства. Кроме того, имеется возможность ознакомления студентов с измерениями физических полей Земли на аппаратной базе Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН и сейсмостанции «Владивосток» Геофизической службы РАН.

Кроме того, на кафедре в достаточном количестве имеются иллюстративные материалы: карты гравитационных, магнитных, естественных электрических полей, а также карты естественного радиоактивного гамма-поля.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Физика Земли»  
Направление подготовки 05.03.01 Геология  
профиль «Геология»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-14 неделя	Работа с учебной литературой. Подготовка презентаций.	34 час.	Собеседование. Презентации.
2	8-18 неделя	Подготовка отчетов	20 час.	Отчет о выполненной лабораторной работе в электронной форме

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов включает в себя материалы по оформлению отчетов по выполненным лабораторным работам и рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы в целом по дисциплине.

### Методические указания к пункту 1 плана-графика СРС «Работа с учебной литературой. Подготовка презентаций»

Цель: научиться обобщать литературные данные и в сжатой форме представлять основные полученные результаты.

Основные требования:

Работа с литературой включает знакомство с основными и дополнительными источниками. В результате собеседования преподаватель выясняет глубину проработки материала и оценивает работу в соответствии с критериями оценки (см. ниже).

Подготовка презентаций осуществляется в соответствии с планом- графиком. Каждая тема должна быть раскрыта, в ней необходимо осветить актуальность, цели и задачи проведенного исследования, должны быть приведе-

ны конкретные примеры, составлено заключение и приведены основные использованные источники, включая литературные и электронные данные с соответствующими ссылками.

Студент (по согласованию с преподавателем) представляет либо лекцию-презентацию, подготовленную в программе PowerPoint, включающую не менее 5-7 слайдов, либо доклад для общей дискуссии и последующего обсуждения.

Критерии оценки: оценка выполняется по двухбалльной системе (1 – выполнено, 0 – не выполнено).

### **Методические указания к пункту 2 плана-графика СРС «Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы»**

Практические работы выполняются с помощью соответствующего оборудования в лаборатории кафедры геологии, геофизики и геоэкологии, а также на территории кампуса ДВФУ. В процессе выполнения лабораторных измерений студент собирает данные в черновой форме, а окончательный отчет в электронном виде готовится во время самостоятельной работы обучающегося.

Титульный лист отчета выполняется в соответствии с требованиями, принятыми в университете. На следующем листе отчета указывается цель и задачи лабораторного исследования, используемая аппаратура и оборудование, описывается порядок работы. Далее приводятся в табличной форме результаты измерений. Все измеряемые физические величины должны быть представлены в системе СИ. В случае проведения математических расчетов приводятся расчетные формулы, подготовленные в одном из редакторов формул, входящих в общеупотребительные текстовые процессоры, например, в MS Word. Обязательно оценивается погрешность физических измерений – либо по характеристикам применяемых измерительных прибором, либо с помощью стандартных формул для среднеквадратической или среднеарифметической погрешности. Некоторые используемые при лабораторных работах геофизические приборы позволяют оценивать погрешность измерений автоматически (например, протонный магнитометр MPOS-1). Результаты измерений физических величин, представленные в табличной форме, обязательно сопровождаются графиком, построенным с помощью соответствующей компьютерной программы, например, MS Excel. Далее обязательно проводится анализ полученного графика, и в конце отчета делаются выводы о характере поведения измеряемой физической величины, а также о причинах

такого поведения. Например, проводятся относительные измерения силы тяжести на различных высотах от уровня моря. По результатам измерений строится график аномалии силы тяжести, а также профиль рельефа. Делается вывод: сила тяжести уменьшается с увеличением высоты точки наблюдения над уровнем моря, причиной этого является уменьшение ускорения свободного падения с удалением от центра Земли.

Критерии оценки: оценка для вынесения в систему БРС выполняется по четырехбалльной системе (3 – «отлично», 2 – «хорошо», 1 – «удовлетворительно», 0 – «неудовлетворительно»).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Физика Земли»**  
**Направление подготовки 05.03.01 Геология**  
**профиль «Геология»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

## Паспорт ФОСС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ПК-3</b>, способность в составе способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций</p>	Знает	строение Солнечной системы, гипотезы её происхождения, физические характеристики и геофизические поля Земли, общие сведения о химизме Земли, геологические процессы, породообразующие минералы и горные породы.
	Умеет	по диагностическим признакам определять физические свойства наиболее распространенных породообразующих минералов и горных пород; распознавать формы и элементы форм рельефа, образованные в результате эндогенных и экзогенных геологических процессов, устанавливать последовательность образования геологических комплексов и их возраст.
	Владеет	методами геологических, тектонических, структурных, литологических, петро- и геохимических исследований для проведения работ по геологическим изысканиям как фундаментального, так и прикладного характера, навыками использования базовых компьютерных программ стандартного пакета Microsoft Word и специализированные геологические программы.
<p><b>ПК-4</b>, готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата</p>	Знает	особенности использования современного полевого геологического, геофизического, геохимического оборудования
	Умеет	работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
	Владеет	Методами работы на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
<p><b>ПК-7</b>, способность использовать знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии, информацион-</p>	Знает	сейсмичность Земли, характеристику и типы упругих волн. Механизм возникновения очага землетрясения.
	Умеет	Исследовать сейсмичность и поле силы тяжести, магнитное поле Земли; делать выводы об их особенностях и роли в изучении строения Земли.

ных технологий для решения практических задач в области геологии	Владеет	Методами изучения электрических полей, радиоактивности и их использования для изучения внутреннего строения Земли.
--	---------	--

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1.	Солнечная система. Фигура Земли	ПК-3	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 1-4
			умеет	ПР-1 Тест 1	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 1	
2.	Поле силы тяжести	ПК-3	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 5-10
			умеет		
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 2	
3.	Сейсмология и внутреннее строение Земли	ПК-4	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 11-17
			умеет	ПР-1 Тест 2	
			владеет		
4.	Геоманнитное поле. Палеомагнетизм	ПК-4	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 18-24
			умеет	ПР-1 Тест 3	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 1 ПР-2 Контрольная работа 3	
5.	Радиационное поле Земли. Внутреннее тепло Земли	ПК-4,7	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 25-29
			умеет	ПР-1 Тест 4	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 4	
6.	Электрическое и электромагнитное поля Земли	ПК-4,7	знает	УО-1. Собеседование	Вопросы к экзамену 30-35
			умеет	ПР-1 Тест 5	
			владеет	ПР-2 Контрольная работа 5	

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p><b>ПК-3,</b> способность в составе способности в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций</p>	знает (пороговый уровень)	Терминологию в области физики Земли. Порядок и сущность классификации геофизических полей, методы их исследования, актуальность теоретической и практической значимости геофизических исследований	<p>Знание определенных основных понятий в области физики Земли;</p> <p>знание основных понятий по методам научных исследований в физике Земли; знание методов научных исследований и определение их принадлежности к научным направлениям; знание источников геофизической информации</p>	<p>- способность измерять физические поля Земли;</p> <p>- способность применить методы геофизических исследований,</p> <p>- способность описать физические процессы, происходящие в Земле</p>
	умеет (продвинутый)	Проводить научные исследования в области физики Земли для выполнения задач геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии	Умение составлять электронные базы данных физических полей Земли, умение применять известные методы научных исследований, умение представлять результаты геофизических исследований ученых по изучаемой проблеме и сопоставлять их с мировыми достижениями	<p>- способность работать с данными и сейсмологическими каталогами, необходимыми для исследований;</p> <p>- способность найти труды по физике Земли и обосновать объективность применения изученных результатов научных исследований в качестве доказательства или опровержения исследовательских аргументов;</p> <p>- способность применять методы геофизических исследований для нестандартного решения геологических задач</p>
	владеет (высокий)	Геофизическими методами проведения работ для решения геологических научно-исследовательских и прикладных задач. Способен использовать базовые компьютерные программы стандартного пакета Microsoft Word и специализированные геофизические про-	Владение терминологией в области геофизических знаний, владение способностью сформулировать задание по геофизическому исследованию, четкое понимание требований, предъявляемых к содержанию и последовательности исследования, владение инстру-	<p>- способность бегло и точно применять терминологический аппарат геофизической области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах,</p> <p>-способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях.</p>

		граммы.	ментами представления результатов научных исследований	
<b>ПК-4,</b> готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата	знает (пороговый уровень)	особенности использования современного полевого геологического, геофизического, геохимического оборудования	интерпретацию основных петрофизических характеристик горных пород и физических полей Земли в профессиональной геологической деятельности.	- способность применять геофизические методы для проведения геологических исследований
	умеет (продвинутый)	работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	Интерпретировать геофизическую информацию В геологической деятельности.	- способность бегло и точно применять терминологический аппарат геофизических исследований в устных ответах на вопросы и в письменных работах, - способность сформулировать задание по геофизическим исследованиям; -
	владеет (высокий)	Методами работы на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	Методами интерпретации геофизической информации в геологической деятельности.	способность проводить самостоятельные геофизические исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях. координировать и регулировать проведение геофизических исследований.
<b>ПК-7,</b> способность использовать знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии, информационных технологий для решения практических задач в области геологии	знает (пороговый уровень)	Значение радиационного поля Земли. Особенности электрического и электромагнитного полей Земли	знание значительной части сведений о физических полях Земли	способность провести измерения физических полей Земли на современных приборах;
			знание основных понятий по методам геофизических исследований; знание основных методов геологических исследований; знание источников информации,	- способность раскрыть суть методов геофизического исследований; -способность самостоятельно сформулировать тему и составить план геофизических исследований; - способность обосновать актуальность геофизических исследований; -способность перечислить источники информации по физике Земли для проведения исследований

	умеет (продвину- тый)	Составлять гра- фики и карты фи- зических полей Земли, района ра- бот	знание основных петрофизических характеристик горных пород и физических полей Земли в профес- сиональной геоло- гической деятель- ности.	- способность проектировать и применять геофизические ме- тоды для проведения геологи- ческих исследований
	владеет (высо- кий)	Методиками ис- следования физи- ческих полей Зем- ли; основами их интерпретации,.	Самостоятельное владение геофи- зической терми- нологией и спо- собностью к по- становке заданий по геофизическим исследованиям,.	- способность бегло и точно применять терминологический аппарат геофизических иссле- дований в устных ответах на вопросы и в письменных рабо- тах, - способность сформулировать задание по геофизическим ис- следованиям; -способность проводить само- стоятельные геофизические исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях. координировать и регулиро- вать проведение геофизиче- ских исследований.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Перечень типовых вопросов**

1. История возникновения и развития физики Земли
2. Связь физики Земли с другими методами и науками
3. Происхождение Галактики. Закон красного смещения
4. Планеты солнечной системы. Закон Бодэ
5. Метеориты и их состав. Эффект Пойтинга-Робертсона
6. Состав планет земной группы
7. Фигура Земли. Прецессия земной оси

8. Приливное трение. Флуктуации скорости вращения Земли
9. Строение Земли: земная кора, мантия, ядро
10. Современные методы изучения внутреннего строения Земли
11. Ускорение силы тяжести как градиент геопотенциала
12. Геоид по спутниковым данным
13. Строение земной коры и изостазия
14. Сейсмичность Земли. Механизм очага землетрясения
15. Упругие волны и сейсмические лучи. Годографы волн
16. Плотность и состав земных недр
17. Главное геомагнитное поле – поле магнитного диполя
18. Вариации магнитного поля. Дрейф и инверсии магнитных полюсов
19. Магнитные минералы и магнитные свойства горных пород
20. Остаточный магнетизм горных пород. Палеомагнетизм и его использование в геологии
21. Радиоактивные изотопы, их характеристика
22. Закон радиоактивного распада
23. Радиоактивность горных пород, вод и атмосферы
24. Радиологические методы определения возраста горных пород
25. Радиоэкология. Радиационный фон Земли. Космические лучи
26. Нормы радиационной безопасности
27. Геотермический поток. Процессы теплопереноса в мантии
28. Температура в недрах Земли. Источник тепловой энергии для формирования геотермических полей океанов и континентов
29. Электрические свойства горных пород
30. Естественное электрическое поле Земли
31. Магнитотеллурические токи.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

К типовым оценочным средствам для текущей аттестации относятся собеседование (оценка выполняется по двухбалльной системе (1 – выполнено,

0 – не выполнено), контрольные работы и тесты. Их оценка для вынесения в систему БРС выполняется по четырехбалльной системе (3 – отлично, 2 – хорошо, 1 – удовлетворительно, 0 - не удовлетворительно). Чтобы получить оценку 3 балла, необходимо ответить правильно на 10 вопросов, 2 балла – 9 правильных ответов, и 1 балл – 8 правильных ответов.

### Типовой вариант теста

В о п р о с	О т в е т				
	1	2	3	4	5
1. Как соотносятся полярный и экваториальный радиусы Земли?	Полярный радиус больше экваториального	Полярный радиус равен экваториальному	Полярный меньше экваториального	Это одно и то же	Полярный больше экваториального в 2,53 раза
2. Где сила тяжести больше?	На экваторе	На полюсе	На широте 45°	На Луне	В Европе
3. Какая горная порода из перечисленных имеет наибольшую плотность?	Гранит	Глина	Риолит	Габбро	Песчаник
4. Как направлено нормальное магнитное поле Земли на экваторе?	Вертикально вниз	Вертикально вверх	Под углом 45° к поверхности Земли	Под углом 30° к поверхности Земли	Горизонтально
5. Какая горная порода из перечисленных наиболее магнитна?	Гранит	Глина	Риолит	Габбро	Песчаник
6. Какие сейсмические волны при землетрясении приходят первыми к поверхности Земли?	продольные	поперечные	Рэлея	Лява	поверхностные
7. В каких единицах измеряется магнитуда землетрясения?	В джоулях	В баллах по шкале Рихтера	В баллах по шкале MSK-64	В м / с <sup>2</sup>	В Гц
8. Что такое годограф?	Прибор для измерения скорости упругих волн	Прибор для измерения времени пробега волн	График зависимости времени прихода волны от координат пункта приема	График полевых сейсмических работ	Прибор для измерения амплитуды сейсмических волн
9. Что такое геотермическая ступень?	Структура в Земной коре, на которой происходит увеличение температуры	Увеличение глубины в метрах, при котором температура возрастает на 1 °С	Увеличение температуры на клинометр глубины	Характеристика вулканической области	Геологическая граница, на которой температура меняется скачком
10. Какова причина магнитотеллурических токов?	Разность потенциалов на границе литосферы и мантии	Радиоактивность вещества Земли	Процессы в ядре Земли	Солнечный ветер	Гидромагнитное динамо

## **Перечень контрольных заданий к выполнению «ПР-2. Контрольная работа»**

Преподаватель выдает задания для выполнения контрольных работ по следующей тематике:

Контрольная работа № 1. Определение параметров сейсмических волн.

Задание: по выданной сейсмограмме определить время прихода, видимую амплитуду, видимый период, преобладающую частоту сейсмических волн.

Контрольная работа № 2. Определение параметров аномалий гравитационного поля.

Задание: По карте аномального гравитационного поля Земли определить амплитуды аномалий, их ширину, направление простирания. Предварительно оценить характеристики аномалообразующих объектов.

Контрольная работа № 3. Определение параметров аномалий магнитного поля.

Задание: По карте аномального магнитного поля Земли определить амплитуды аномалий, их ширину, направление простирания. Предварительно оценить характеристики аномалообразующих объектов.

### **Типовая схема выполнения контрольных работ № 1-3**

1. Внимательно изучить выданный преподавателем материал (сейсмограммы, карты гравитационного и магнитного полей).
2. Выбрать 2-3 объекта (сейсмические волны, гравимагнитные аномалии) для дальнейшего анализа.
3. Измерить параметры выбранных объектов (времена прихода сейсмических волн, амплитуды, видимые периоды, площади гравимагнитных аномалий, направление их простирания и т. п.).
4. Сделать сравнительные выводы об определенных параметрах аномалий и предполагаемых характеристиках их источников.
5. Составить отчет о выполненной работе.

## **Примерное содержание отчета о выполненной работе**

1. Введение.
2. Цель работы.
3. Краткая теоретическая информация об исследуемых физических полях Земли.
4. Результаты измерений параметров исследуемых физических полей.
5. Определение расчетных характеристик геофизических аномалий и их предполагаемых источников.
6. Заключение.
7. Список использованных литературных источников.