

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы физики  
и исследований им. Ландау  
А.В. Рогачев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Морская геофизика
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра прикладной геофизики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной геофизики 28.01.2022

## Аннотация

Курс «Морская геофизика» знакомит студентов с целями и методами проведения геофизических исследований на акваториях. Рассматриваются особенности организации наблюдений, обработки и интерпретации их результатов. Изучаются современные методы исследования глубинного строения и инженерно-геофизические исследования верхней части разреза. Рассматриваются особенности исследований в открытом море, на шельфе, в транзитной зоне, на предельном мелководье, а также – на пресноводных акваториях.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование знаний в области методов исследований строения геологической среды на акваториях морей и океанов при решении практических задач поисков и разведки полезных ископаемых, инженерных изысканий при строительстве шельфовой инфраструктуры и экологических задач.

#### Задачи дисциплины

- познакомить студентов с основными особенностями проведения геофизических исследований на акваториях;
- дать представление о современных подходах к организации наблюдений и интерпретации их результатов;
- познакомить студентов с основными типами аппаратуры, используемой при геофизических исследованиях на акваториях;
- дать представление об основных практических задачах, решаемых методами морской геофизики.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при поиске месторождений полезных ископаемых;
- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при инженерно-геофизических исследованиях на акваториях;
- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при решении экологических задач;
- Особенности и методы организации измерений аномалий магнитного поля на акваториях;
- Особенности и методы организации измерений аномалий поля силы тяжести на акваториях;
- Современные подходы к организации сейсмоакустических исследований на акваториях;
- Современные методы исследований дна акваторий с использованием локаторов бокового обзора;
- Методы отбора проб грунта на акваториях;
- Современные подходы к обработке и интерпретации данных морских сейсмоакустических исследований;
- Современные подходы к комплексной интерпретации результатов геофизических исследований на акваториях при поиске месторождений углеводородов;
- Современные подходы к оценке геологических рисков по результатам инженерно-геофизических исследований на акваториях.

уметь:

- Правильно выбирать комплекс геофизических методов, необходимых для исследований на акваториях в зависимости от геологической задачи;
- Интерпретировать временные и глубинные сейсмические разрезы;
- Выделять зоны потенциально опасные для бурения и возведения шельфовой инфраструктуры;
- Проводить комплексную интерпретацию геофизических данных на акваториях;
- Интерпретировать изображения поверхности дна, получаемые при помощи локаторов бокового обзора.

владеть:

- методами интерпретации морских геофизических данных;
- навыками выделения потенциальных геологических рисков по совокупности данных морских геофизических исследований;
- представлениями о современных видах аппаратуры для морских геофизических исследований;
- навыками интерпретации сейсмических разрезов.

#### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### **4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий**

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Цели и задачи морской геофизики	1			1
2	Общие принципы организации морских геофизических работ	1			1
3	Измерения аномалий силы тяжести на акваториях, особенности обработки и интерпретации результатов наблюдений	2	2		2
4	Измерения аномалий магнитного поля на акваториях, особенности обработки и интерпретации результатов наблюдений	2	2		2

5	Общие принципы организации морских сейсмических исследований: генерация и приём сигнала, системы наблюдения	1	2		1
6	Морская сейсморазведка при поиске месторождений углеводородов на глубоководье, шельфе и в транзитной зоне	1	1		1
7	Высокоразрешающая сейсморазведка при инженерно-геофизических изысканиях на акваториях	2	2		2
8	Исследования дна с применением глубинных локаторов бокового обзора	2	2		2
9	Комплексная интерпретация геофизических данных при поисках и разведке полезных ископаемых	2	2		2
10	Выделение геологических рисков по результатам морских геофизических исследований	1	2		1
Итого часов		15	15		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

##### Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Цели и задачи морской геофизики

Виды задач, решаемых методами морской геофизики. Комплекс методов, используемых при поиске и разведке углеводородов. Комплекс методов, используемых при решении инженерно-геофизических задач. Экологические задачи морской геофизики.

##### 2. Общие принципы организации морских геофизических работ

Суда, применяемые при морских геофизических исследованиях: их типы. Организация и планирование морских геофизических исследований.

##### 3. Измерения аномалий силы тяжести на акваториях, особенности обработки и интерпретации результатов наблюдений

Методы измерения силы тяжести на подвижном основании. Морские гравиметры. Организация наблюдений. Первичная обработка данных измерений. Особенности обработки: поправка Этвеша, поправка Брунса. Интерпретация результатов измерений в различных масштабах.

##### 4. Измерения аномалий магнитного поля на акваториях, особенности обработки и интерпретации результатов наблюдений

Методы измерения аномалий магнитного поля на акваториях. Морские магнитометры. Организация наблюдений. Первичная обработка данных измерений. Особенности обработки: поправка за девиацию, учёт вариаций. Интерпретация результатов измерений в различных масштабах.

##### 5. Общие принципы организации морских сейсмических исследований: генерация и приём сигнала, системы наблюдения

Морские сейсмические источники: пневмоисточники, электроискровые источники, пьезоэлектрические источники. Регистрация волн в жидкости, плавучие и донные сейсмические косы, донные станции. Методы морской сейсмоакустики: НСП, ОГТ, МПВ, принципы организации наблюдений. Особенности волнового поля на акваториях: волны-спутники, оптимизация геометрии наблюдений.

6. Морская сейсморазведка при поиске месторождений углеводородов на глубоководье, шельфе и в транзитной зоне

Морская сейсморазведка 2D ОГТ и 3D ОГТ. Системы наблюдений. Обработка и интерпретация данных морской сейсморазведки ОГТ.

7. Высокоразрешающая сейсморазведка при инженерно-геофизических изысканиях на акваториях

Типы высокоразрешающей сейсморазведки на акваториях. Особенности сейсмических источников, применяемых в высокоразрешающей сейсморазведке: «спаркер», «бумер», их комбинирование. Многочастотная сейсморазведка. 2D и 3D наблюдения, их обработка и интерпретация.

8. Исследования дна с применением глубинных локаторов бокового обзора

Принцип работы глубинных локаторов бокового обзора (ГЛБО). Типы ГЛБО. Интерпретация изображений, получаемых ГЛБО.

9. Комплексная интерпретация геофизических данных при поисках и разведке полезных ископаемых

Комплексирование геофизических методов: принципы и подходы. Виды комплексной интерпретации. Роль различных методов при поиске и разведке углеводородов. Сейсмоплотностные и сейсмамагнитные модели, их построение и интерпретация. Применение методов геоэлектрики. Применение данных геохимии. Прогноз нефтегазоносности по результатам комплексной интерпретации.

10. Выделение геологических рисков по результатам морских геофизических исследований

Понятие геологического риска при добыче углеводородов и сооружении объектов шельфовой инфраструктуры. Зоны аномально высокого порового давления. Разломы. Газовые гидраты подводные оползни. Характерные признаки зон геологических рисков на сейсмических разрезах.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория с компьютерами. Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, интерактивная доска).

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Шалаева, Н. В., Старовойтов А. В. Основы сейсмоакустики на мелководных акваториях. М.: МГУ, 2010, 254 с.
2. Гордин В.М., Розе Е.Н. Углов Б.Д. Морская магнитометрия — М.: Недра, 1986, 232 с.
3. Гайнанов А.Г., Пантелеев В.Л. Морская гравиразведка. М.: Недра, 1991. 214 с.

### Дополнительная литература

1. Ермаков А. П. Введение в сейсморазведку. ГЕРС. Тверь. 2012. 160 с.
2. Кауфман А.А., Левшин А.Л. Введение в теорию геофизических методов. Ч. 3. Акустические и упругие волновые поля в геофизике. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр". 2001. 519 с.
3. Кауфман А.А., Левшин А.Л., Ларнер К.Л. Введение в теорию геофизических методов. Ч. 4. Акустические и упругие волновые поля в геофизике. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр". 2003. 661 с.
4. Кауфман А.А., Левшин А.Л. Введение в теорию геофизических методов. Ч. 5. Акустические и упругие волновые поля в геофизике. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр". 2006. 663 с.

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Общая и прикладная физика  
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау  
кафедра прикладной геофизики  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Морская геофизика» обучающийся должен:

### знать:

- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при поиске месторождений полезных ископаемых;
- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при инженерно-геофизических исследованиях на акваториях;
- Современные методы морских геофизических исследований, применяемые при решении экологических задач;
- Особенности и методы организации измерений аномалий магнитного поля на акваториях;
- Особенности и методы организации измерений аномалий поля силы тяжести на акваториях;
- Современные подходы к организации сейсмоакустических исследований на акваториях;
- Современные методы исследований дна акваторий с использованием локаторов бокового обзора;
- Методы отбора проб грунта на акваториях;
- Современные подходы к обработке и интерпретации данных морских сейсмоакустических исследований;
- Современные подходы к комплексной интерпретации результатов геофизических исследований на акваториях при поиске месторождений углеводородов;
- Современные подходы к оценке геологических рисков по результатам инженерно-геофизических исследований на акваториях.

### уметь:

- Правильно выбирать комплекс геофизических методов, необходимых для исследований на акваториях в зависимости от геологической задачи;
- Интерпретировать временные и глубинные сейсмические разрезы;
- Выделять зоны потенциально опасные для бурения и возведения шельфовой инфраструктуры;
- Проводить комплексную интерпретацию геофизических данных на акваториях;
- Интерпретировать изображения поверхности дна, получаемые при помощи локаторов бокового обзора.

### владеть:



- методами интерпретации морских геофизических данных;
- навыками выделения потенциальных геологических рисков по совокупности данных морских геофизических исследований;
- представлениями о современных видах аппаратуры для морских геофизических исследований;
- навыками интерпретации сейсмических разрезов.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Примеры вопросов для текущего контроля:

Какие геофизические методы применяются при поиске и разведке углеводородов на акваториях?

Какие типы сейсмических приёмников применяются при работах на шельфе и в транзитной зоне? Их сравнительные преимущества и недостатки?

Какие поправки вводятся в результаты измерений силы тяжести на подвижном основании?

Что такое девиация? Каковы методы её учёта?

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Примеры контрольных заданий

1. Вычислить поправку Этвеша по заданному курсу и скорости движения судна.
2. Выделить на сейсмическом разрезе области аномально высокого порового давления.
3. Дать классификацию методов сейсморазведки, используемых при инженерно-геофизических исследованиях на акваториях и указать решаемые ими задачи.
4. Сформулировать и обосновать комплекс геофизических и сопутствующих методов для проведения поиска углеводородов на шельфе.
5. Рассчитать оптимальную глубину сейсмической косы по данным о частотном составе источника.

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении зачёта обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.