

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
аэрокосмических технологий  
С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Космическая океанография
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Ю. Иванов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры термогидромеханики океана 08.06.2020

## Аннотация

Космическая океанография – комплексное научное направление, в котором используются методы дистанционного зондирования Земли и классической океанографии для изучения Мирового океана на различных пространственно-временных масштабах. Программа дисциплины «Космическая океанография» предусматривает изучение основных методов дистанционного зондирования океана (ДЗО), которые используются для наблюдения, мониторинга и изучения основных океанологических процессов и явлений. Вводится понятие поля и явления Мирового океана и обосновывается необходимость применения методов ДЗО для их исследования. Рассматриваются физические основы зондирования океана в основных диапазонах электромагнитного спектра, основные датчики и системы ДЗО, характеристики съемочной аппаратуры, особенности зондирования в различных диапазонах (видимом, ИК и микроволновом), характеристики предоставляемых данных, виды научных и прикладных океанологических задач, решаемые с применением спутниковых данных и основных продуктов дистанционного зондирования, в частности оптических, ИК-радиометрических, альтиметрических, скаттерометрических, радиолокационных и СВЧ-радиометрических, а также факторы, определяющие пространственное, спектральное и радиометрическое разрешение соответствующих систем и космических изображений, точности измерения параметров, интересующих океанологов, и методы, алгоритмы обработки, анализа и интерпретации получаемых данных. Дисциплина предназначена для получения базовых понятий по проблемам ДЗО и необходимых навыков для самостоятельной работы в области дистанционного зондирования океана.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование основных знаний в области дистанционного зондирования океана (ДЗО), его методов и подходов, а также о гидрофизических и биологических процессах, которые можно исследовать с помощью ДЗО;
- формирование исследовательских навыков и способности применять данные ДЗО на практике.

#### Задачи дисциплины

- дать студентам базовые знания в области дистанционного зондирования океана (ДЗО).

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных

ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и проблемы современного дистанционного зондирования океана (ДЗО);
- современные методы ДЗО;
- поля и явления в океане, которые могут быть исследованы методами ДЗО.

уметь:

- пользоваться полученными знаниями для решения прикладных и технологических задач ДЗО;
- делать соответствующие выводы из сопоставления результатов ДЗО, теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в задачах ДЗО физическое содержание;
- осваивать новые области применения методов ДЗО, экспериментальные подходы и методики;
- получать значения измеряемых параметров верхнего слоя моря и приповерхностного слоя атмосферы и правильно оценивать степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с данными ДЗО;
- навыками усвоения и обработки большого объема спутниковой информации об океане;
- навыками грамотной обработки результатов спутниковых съемок, данных дистанционного зондирования и сопоставления их с данными подспутниковых измерений;
- практическими навыками исследования и решения прикладных задач с использованием доступных данных ДЗО;
- культурой использования данных ДЗО в океанографических задачах.

### 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	Поля и явления Мирового океана	2			1
2	Дистанционное зондирование океана (ДЗО)	2			1

3	Спектр электромагнитных волн	2			1
4	Орбиты, полоса обзора и разрешение	2			1
5	Мультиспектральность и мультидатчиковость	2			1
6	Точности определения основных параметров океана	2			1
7	Основы ДЗО в оптическом диапазоне	2			1
8	Оптические датчики ДЗО: камеры и сканеры цвета.	2			1
9	Основы ДЗО в инфракрасном диапазоне	2			1
10	Инфракрасные датчики ДЗО: ИК-радиометры	2			1
11	Датчики ДЗО: спектрометрические	2			1
12	Основы ДЗО в микроволновом (СВЧ) диапазоне	2			1
13	Микроволновые датчики ДЗО: РЛС БО и РСА	2			1
14	Микроволновые датчики ДЗО: высотомеры и альтиметры	2			1
15	Микроволновые датчики ДЗО: скаттерометры	2			1
16	Микроволновые датчики ДЗО: пассивные СВЧ-радиометры	2			1
17	Основы лазерного зондирования океана и в ультрафиолетовом диапазоне	2			1
18	Аэрокосмические методы ДЗО	2			1
19	Основные виды и методы обработки и анализа космических снимков	2			1
20	Анализ и обработка снимков оптического диапазона	2			1
21	Анализ и обработка снимков инфракрасного диапазона	2			1
22	Анализ и обработка радиолокационных данных	2			1
23	Дистанционное зондирование волновых процессов в океане	2			1
24	Дистанционное зондирование течений	2			1
25	Дистанционное зондирование фронтов и фронтальных зон	2			1
26	Дистанционное зондирование хлорофилла и цветений	2			1
27	Дистанционное зондирование пленочных загрязнений	2			1
28	Дистанционное зондирование процессов в нижнем слое атмосферы	2			1
29	Дистанционное зондирование морских льдов	2			1
30	Дистанционное зондирование судовой обстановки	2			1
Итого часов		60			30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

##### Семестр: 7 (Осенний)

###### 1. Поля и явления Мирового океана

Основные понятия и принципиальные различия. Что нужно знать океанологам из космоса.

###### 2. Дистанционное зондирование океана (ДЗО)

Основные понятия. Различные средства, методы и подходы в ДЗО. Спутниковый мониторинг.

###### 3. Спектр электромагнитных волн

Видимый, инфракрасный и микроволновый диапазоны. Поглощение в атмосфере и окна пропускания.

###### 4. Орбиты, полоса обзора и разрешение

Параметры орбит спутников ДЗО. Полосы обзора, режимы зондирования и сканирования. Понятия пространственного, радиометрического и спектрального разрешений.

###### 5. Мультиспектральность и мультидатчиковость

Мультиспектральные системы датчиков ДЗО. Мультидатчиковый подход в ДЗО.

###### 6. Точности определения основных параметров океана

Радиометрическое и спектральное разрешения, полоса обзора. Восстановление параметров океана из данных ДЗО, ограничения методов ДЗО.

###### 7. Основы ДЗО в оптическом диапазоне

Отражение, проникновение и поглощение солнечного света в верхнем слое моря. Входящее и исходящее излучение. Основные рассеиватели. Спектральные закономерности. Влияние атмосферы, атмосферная коррекция.

###### 8. Оптические датчики ДЗО: камеры и сканеры цвета.

Основные типы оптических датчиков и их устройство. Принципы зондирования в оптическом диапазоне. Спутники/датчики: SPOT, Landsat, UK-DMC2, SeaWiFS (SeaStar), MERIS (Envisat), MODIS (Terra и Aqua), OCM-2 (Oceansat-2), POLDER-3 (Parasol), VIIRS (Suomi NPP) и др.

###### 9. Основы ДЗО в инфракрасном диапазоне

Ближний, средний и дальний ИК-диапазоны. Особенности зондирования в этих диапазонах. Дневное и ночное зондирование. Влияние атмосферы, атмосферная коррекция.

###### 10. Инфракрасные датчики ДЗО: ИК-радиометры

Основные типы инфракрасных датчиков – ИК-радиометры и их устройство. Принципы зондирования в инфракрасном диапазоне. Датчики/спутники: AVHRR (NOAA-1 и NOAA-18), MODIS (Terra и Aqua), ATSR/AATSR (ERS-2/Envisat), VIIRS (Suomi NPP) и др.

###### 11. Датчики ДЗО: спектрорадиометры

Совмещение в датчиках ДЗО оптического и инфракрасного каналов. Принципы работы спектрорадиометров. Датчики/спутники: AVHRR (NOAA), MODIS (Terra и Aqua), VIIRS (Suomi NPP) и др.

## 12. Основы ДЗО в микроволновом (СВЧ) диапазоне

Активные и пассивные режимы работы, боковой обзор и зондирование в надир. Прозрачность атмосферы для СВЧ-сигнала и всепогодность СВЧ-приборов. Основные типы датчиков и решаемые задачи.

## 13. Микроволновые датчики ДЗО: РЛС БО и РСА

Режимы бокового обзора и синтезирования апертуры. Размеры антенны и пространственное разрешение. Возможность поляризационной съемки. Радиолокационное изображение и радиолокационные продукты. Примеры основных продуктов. Радиолокационные спутники: Seasat, «Алмаз-1», ERS-1/ERS-2, Envisat, Radarsat-1/2, COSMO-SkyMed, TerraSAR-X, Sentinel-1 и др.

## 14. Микроволновые датчики ДЗО: высотометры и альтиметры

Режим бокового обзора в маломощном режиме. Восстановление параметров ветра (скорости и направления) у поверхности моря с использованием нескольких разно-ориентированных антенн. Датчики/спутники: ESCAT (ERS-1/ERS-2), NSCAT (ADEOS), SeaWinds (ADEOS-2, Quikscat), ASCAT (Metop-A) и др.

## 15. Микроволновые датчики ДЗО: скаттерометры

Режим зондирования в надир. Особенности излучения и взаимодействия сигнала с поверхностью моря. Восстановления параметров поля уровня океана. Альтиметрические спутники: Geosat, GFO, Torex-Poseidon, Jason-1/2, Cryostat-2 и др.

Семестр: 8 (Весенний)

## 16. Микроволновые датчики ДЗО: пассивные СВЧ-радиометры

Режимы работы пассивных СВЧ-радиометров. Частотные диапазоны, режимы зондирования и сканирования. Восстановление параметров поля ветра, температуры и солености поверхности океана, а также влажности столба атмосферы, влагозапаса облаков, интенсивности выпадения осадков и др. параметров атмосферы над океаном. Датчики/спутники: SSM/I (F1-F20), TMI (TRMM), AMSR-E (Aqua), ATMS (Suomi NPP), SMOS, Aquarius и др.

## 17. Основы лазерного зондирования океана и в ультрафиолетовом диапазоне

Основные принципы лазерного и УФ зондирования. Лидары и УФ-радиометры.

## 18. Аэрокосмические методы ДЗО

Совмещение в системах ДЗО космических и самолетных средств дистанционного зондирования. Триада: спутник - самолет - судно.

## 19. Основные виды и методы обработки и анализа космических снимков

Сжатие, фильтрация и усреднение изображений, геометрическая и радиометрическая коррекция, устранение спекл-шума и т.п. Предварительная и тематическая обработка. Принципы создания основных океанографических и геоинформационных продуктов. Геоинформационный подход в ДЗО. Валидация и верификация. Использование подспутниковых наблюдений. Программное обеспечение для обработки данных ДЗО. Он-лайн продукты на интернет-ресурсах.

## 20. Анализ и обработка снимков оптического диапазона

Особенности обработки снимков оптического диапазона. Восстановление полей хлорофилла-а, растворенной органики (ОРОВ) и терригенной взвеси. Биооптические алгоритмы.

## 21. Анализ и обработка снимков инфракрасного диапазона

Особенности обработки снимков инфракрасного диапазона. Восстановление ТПО.

## 22. Анализ и обработка радиолокационных данных

Особенности обработки радиолокационных данных для задач ДЗО. Сырые данные (голограммы), синтез радиолокационных изображений, радиолокационный контраст и разрешение.

## 23. Дистанционное зондирование волновых процессов в океане

Поверхностные и внутренние волны. Особенности зондирования поверхностных волн, ветровые волны и зыбь. Зондирование поля волнения. Зондирование внутренних волн.

## 24. Дистанционное зондирование течений

Зондирование поверхностных течений, особенности зондирования поля течений.

## 25. Дистанционное зондирование фронтов и фронтальных зон

Особенности зондирования океанских фронтов, фронтальных зон и зон апвеллинга.

## 26. Дистанционное зондирование хлорофилла и цветений

Особенности зондирования биологических процессов. Фитопланктон, хлорофилл, растворенное органическое вещество и терригенная взвесь. Основные биооптические параметры.

## 27. Дистанционное зондирование пленочных загрязнений

Особенности зондирования пленочных загрязнений морской поверхности. Типы пленочных загрязнений: сырая нефть, нефтепродукты, судовые разливы, грифонные пленки. Биогенные пленки. Обнаружение и идентификация пленочных загрязнений.

## 28. Дистанционное зондирование процессов в нижнем слое атмосферы

Особенности зондирования процессов в нижнем слое атмосферы. Восстановление параметров приводного ветра и волновых процессов в атмосфере по их отпечаткам на морской поверхности.

## 29. Дистанционное зондирование морских льдов

Основные типы льдов, их поверхностные характеристики альbedo и шероховатость. Использование оптических, микроволновых и радиолокационных данных для мониторинга ледовой обстановки. Мониторинг айсбергов.

## 30. Дистанционное зондирование судовой обстановки

Детектирование судов и их следов.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Основы дистанционного зондирования [Текст] / У. Рис ; пер. с англ. М. Б. Кауфмана, А. А. Кузьмичевой - М. Техносфера, 2006
2. Цифровая обработка изображений [Текст], [монография]/Р. Гонсалес, Р. Вудс, -М., Техносфера, 2005
3. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. М. Чандра, С. К. Гош ; пер. с англ. А. В. Кирюшина .— М. : Техносфера, 2008 .— 312 с.
1. Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 375 с.
2. Спутниковая гидрофизика / Б.А. Нелепо, Ю.В. Терехин, В.К. Коснырев, Б.Е. Хмыров – Изд-во «Наука», 1983 – 252 с.
3. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во «А и Б», 1997. – 296 с.

### **Дополнительная литература**

1. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Н. А. Шовенгердт; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова - М. Техносфера, 2013
1. Robinson I.S. Measuring the Oceans from Space: The principles and methods of satellite oceanography. – Springer Praxis Books / Geophysical Sciences, 2004. – 670 p.
2. Robinson I.S. Discovering the Ocean from Space: The unique applications of satellite oceanography – Berlin, Springer/Praxis Publishing, 2010. – 638 p.
3. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т.1. / пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 397 с.
6. Дейвис Ш.М., Ландгребе Д.А., Филлипс Т.Л. и др. Дистанционное зондирование: количественный подход / Под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис. Пер. с англ. – М.: Недра, 1983. – 415 с.
7. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001. – 228 с.
8. Вербя В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования – М.: Радиотехника, 2010. – 681 с.
9. Комплексный спутниковый мониторинг морей России / О.Ю. Лаврова, А.Г. Костяной, С.А. Лебедев и др. – М.: ИКИ РАН, 2011. – 480 с.

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

1. Physical principles of remote sensing:  
<http://www.iapmw.unibe.ch/teaching/vorlesungen/remotesensing>
2. Электронная библиотека Физтеха – <http://lib.mipt.ru/>
3. Сайт сети публикации геоданных и данных по окружающей среде: <http://www.Pangaea.de>
4. Сайт ЕСИМО; <http://www.data.oceaninfo.ru>
5. Сайт научной литературы <http://www.sci-hub.org>
6. Сайт научной океанографической литературы <http://www.oceanographers.ru>

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

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

Успешное освоение курса «Космическая океанография» требует некоторой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе).

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа устных ответов студентов в течение учебного года.

Показателем владения материалом служит умение объяснить физические процессы в океане и принципы моделирования этих процессов.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** А.Ю. Иванов, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Космическая океанография» обучающийся должен:

**знать:**

- фундаментальные понятия, законы и проблемы современного дистанционного зондирования океана (ДЗО);
- современные методы ДЗО;
- поля и явления в океане, которые могут быть исследованы методами ДЗО.

**уметь:**

- пользоваться полученными знаниями для решения прикладных и технологических задач ДЗО;
- делать соответствующие выводы из сопоставления результатов ДЗО, теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в задачах ДЗО физическое содержание;
- осваивать новые области применения методов ДЗО, экспериментальные подходы и методики;
- получать значения измеряемых параметров верхнего слоя моря и приповерхностного слоя атмосферы и правильно оценивать степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы с данными ДЗО;
- навыками усвоения и обработки большого объема спутниковой информации об океане;
- навыками грамотной обработки результатов спутниковых съемок, данных дистанционного зондирования и сопоставления их с данными подспутниковых измерений;
- практическими навыками исследования и решения прикладных задач с использованием доступных данных ДЗО;
- культурой использования данных ДЗО в океанографических задачах.

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

### **3. Перечень контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Космическая океанография» проводится в форме зачета.

Итоговая аттестация по дисциплине «Космическая океанография» проводится в форме дифференцированного зачета (устного).

**Примеры экзаменационных билетов (заданий, тестов и др. материалов, используемых для проведения зачета, дифференцированного зачета, (устного экзамена):**

Билет №1.

Поля и явления Мирового океана.

Основы ДЗО в оптическом диапазоне электромагнитного спектра.

Билет №2.

Поля и явления Мирового океана.

Основы ДЗО в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра.

Билет №3.

Поля и явления Мирового океана.

Основы ДЗО в микроволновом диапазоне электромагнитного спектра.

Билет №4.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические камеры и сканеры цвета.

Билет №5.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические спектрометрические приборы.

Билет №6.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические скаттерометры.

Билет №7.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические радиолокаторы бокового обзора и с синтезированной апертурой.

Билет №8.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические высотометры и альтиметры.

Билет №9.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Космические пассивные СВЧ-радиометры и сканеры.

Билет №10.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Принципы зондирования океана в СВЧ-диапазоне. Активные и пассивные датчики

Билет №11.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Принципы зондирования океана в оптическом диапазоне.

Билет №12.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Принципы зондирования океана в инфракрасном диапазоне.

Билет №13.

Электромагнитный спектр и дистанционное зондирование океана.

Принципы зондирования океана в ультрафиолетовом диапазоне.

Билет №14.

Современное ДЗО и современные задачи океанологии.

Методы и точности определения основных параметров верхнего слоя океана.

Билет №15.

Современное ДЗО и современные задачи океанологии.

Мульти- и гипер-спектральность.

Билет №16.

Современное ДЗО и современные задачи океанологии.

Пространственное и спектральное разрешение.

Билет №17.

Аэрокосмические методы океанологических исследований.

Виды и методы дешифрирования/анализа космических снимков.

Билет №18.

Аэрокосмические методы океанологических исследований.

Анализ и обработка снимков инфракрасного диапазона.

Билет №19.

Аэрокосмические методы океанологических исследований.

Анализ и обработка радиолокационных данных и изображений.

Билет №20.

Основные понятия и принципы ДЗО.

Особенности обработки космических снимков и изображений.

#### 4. Критерии оценивания

Для зачета:

оценка «зачтено» выставляется студенту по результатам посещений (не менее 75%) и устных собеседований, а также, если во время ответа на вопросы он показал достаточные знания, при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «не зачтено» выставляется студенту по результатам посещений (менее 75%), при условии, что во время ответов на вопросы, он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Для дифференцированного зачета (устного):

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки

базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета, он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

Во время проведения контрольных работ/тестов обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, калькуляторами.

Зачет по предмету “Космическая океанография” проводится по итогам текущей успеваемости: по результатам устных ответов на вопросы в течение года и в виде специального опроса в устной форме.

Порядок проведения зачёта:

При проведении зачёта обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцируемом зачёте не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения зачёта при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой. Дифференцированный зачет по предмету “Космическая океанография” проводится по итогам текущей успеваемости: по результатам устных ответов на вопросы в течение года и в виде специального опроса в устной форме.

Порядок проведения устного дифференцируемого зачёта:

При проведении устного дифференцируемого зачёта обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцируемом зачёте не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения дифференцируемого зачёта при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.