

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПО АЭРОКОСМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ  
ПО КОНКУРСНЫМ ГРУППАМ ФАКТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА,  
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Структура программы и испытания:** Программа состоит из нескольких разделов, содержащих вопросы по физике и высшей математике, и специальные вопросы по профилю наук о Земле и мониторингу. Поступающие по конкурсным группам ФАКТ сдают вступительные испытания в соответствии с обязательными разделами 1 и 5 программы, а также опционально разделами 2–4, связанными с тематикой базовой кафедры (специализации), на которую они поступают.

Испытание состоит из письменной и устной части. Письменная часть проводится с применением дистанционных технологий под контролем экзаменатора (проктора). Вариант состоит из нескольких заданий по темам из раздела 5 программы, время на выполнение — 1 час. Во время экзамена не разрешается использование технических средств и материалов, кроме разрешённых экзаменатором (проктором).

Устная часть включает ответ на билет, состоящий из 2 вопросов (из разделов 1-4 программы). На подготовку ответа отводится 30 минут. При этом допускается использование литературы, в том числе на электронных носителях. Абитуриент отвечает на билет в форме устного собеседования, в ходе которого могут быть заданы дополнительные вопросы по соответствующему разделу программы.

## **1. Основы физики**

- 1.1. Законы Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета.
- 1.2. Законы сохранения энергии и импульса. Упругие и неупругие столкновения.
- 1.3. Закон всемирного тяготения и законы Кеплера. Движение тел в поле тяготения.
- 1.4. Закон сохранения момента импульса. Уравнение моментов. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.
- 1.5. Течение идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли.
- 1.6. Вязкое движение жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса, его физический смысл.
- 1.7. Упругие деформации. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Энергия упругой деформации.
- 1.8. Уравнение состояния идеального газа, его объяснение на основе молекулярно-кинетической теории. Уравнение неидеального газа Ван-дер-Ваальса.
- 1.9. Квазистатические процессы. Первое начало термодинамики. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия. Энтальпия.
- 1.10. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия и закон ее возрастания. Энтропия идеального газа.
- 1.11. Термодинамические потенциалы. Условия равновесия систем.
- 1.12. Распределения Максвелла и Больцмана.
- 1.13. Теплоемкость. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Зависимость теплоемкости газов от температуры.
- 1.14. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояний.
- 1.15. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газах.
- 1.16. Флуктуации. Броуновское движение. Соотношение Эйнштейна.

- 1.17. Закон Кулона. Теорема Гаусса в дифференциальной и интегральной формах. Теорема о циркуляции для электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона.
- 1.18. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ .
- 1.19. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Закон Био-Савара. Сила Ампера. Сила Лоренца.
- 1.20. Магнитное поле в веществе. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные условия для векторов  $B$  и  $H$ .
- 1.21. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. ЭДС индукции. Само- и взаимоиנדукция. Теорема взаимности.
- 1.22. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
- 1.23. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.
- 1.24. Квазистационарные токи. Свободные и вынужденные колебания в электрических цепях. Явление резонанса. Добротность колебательного контура, ее энергетический смысл.
- 1.25. Спектральное разложение электрических сигналов. Спектры колебаний, модулированных по амплитуде и фазе.
- 1.26. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
- 1.27. Электромагнитные волны в волноводах. Критическая частота. Объемные резонаторы.
- 1.28. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей.
- 1.29. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики.
- 1.30. Спектральные приборы (призма, дифракционная решетка, интерферометр Фабри-Перо) и их основные характеристики.
- 1.31. Дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов. Критерий Рэлея.
- 1.32. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения.
- 1.33. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Формула Рэлея. Классическая теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия.
- 1.34. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
- 1.35. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга-Вульфа. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
- 1.36. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
- 1.37. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность уровней. Принцип работы лазера.
- 1.38. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана.
- 1.39. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. опыты Девиссона-Джермера и Томсона по дифракции электронов.
- 1.40. Волновая функция. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенности для координаты и импульса. Уравнение Шредингера.
- 1.41. Постулаты Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Характеристическое излучение, закон Мозли.

- 1.42. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Орбитальный и спиновый магнитные моменты электрона.

Литература к подразделу 1:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1-5 М.: Физматлит, 2003.
2. Сборник задач по общему курсу физики. Т.1-3 / под ред. В.А. Овчинкина. – М.: Физматкнига, 2013.
3. Кингсеп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Т. 1-2 – М.: Физматлит, 2001

## **2. Физические основы мониторинга**

- 2.1. Физические основы космонавтики. Характеристики орбитального движения. Формула Циолковского.
- 2.2. Физические основы полета в атмосфере. Основные схемы летательных аппаратов: характеристики, преимущества и недостатки.
- 2.3. Основы электродинамики. Уравнения Максвелла. Диэлектрическая и магнитная проницаемость.
- 2.4. Электромагнитные волны. Распространение электромагнитных волн в различных средах. Преломление и отражение электромагнитных волн. Радиолокация.
- 2.5. Основные законы оптики. Лучевая оптика. Параксиальное приближение. Формула тонкой линзы. Дифракция. Принцип Гельмгольца. Дифракционный предел разрешения. Критерий Рэлея.
- 2.6. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Формула Планка.
- 2.7. Механизмы излучения и поглощения электромагнитных волн. Спектральный анализ.
- 2.8. Оптические приборы. Телескоп, микроскоп, спектрограф. Критерий разрешения Рэлея.
- 2.9. Методы регистрации электромагнитных волн. Детекторы излучения радиодиапазона, терагерцового, инфракрасного, видимого и ультрафиолетового диапазонов. Регистрация ионизирующего излучения.
- 2.10. Источники электромагнитного излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры и мазеры). Свойства лазерного излучения.
- 2.11. Взаимодействие излучения с веществом. Рассеяние, поглощение. Рассеяние на малых (аэрозольных) частицах.

## **3. Основы геоинформационных технологий**

- 3.1. Строение Земли. Литосфера, атмосфера и гидросфера. Круговорот вещества в природных и техногенных системах. Энергетический баланс планеты.
- 3.2. Географические координаты. Основные виды проекций.
- 3.3. Основы картографии. Растровые и векторные карты. Понятие о геоинформационных системах.
- 3.4. Методы геодезической привязки. Компас. Ориентация по звездам. Глобальные системы позиционирования: GPS, ГЛОНАСС, BEIDOU. Навигационные сервисы.
- 3.5. Принципы обработки изображений. Монохромные и цветные изображения. Основные виды дефектов изображений. Методы коррекции.
- 3.6. Пространственное разрешение. Функция рассеяния точки (аппаратная функция). Теорема Котельникова.
- 3.7. Гиперспектральные изображения. Методы идентификации объектов по аэрокосмическим снимкам.

#### **4. Основы строения и анализа вещества**

- 4.1. Строение вещества. Атомы, молекулы, кристаллические решетки. Поликристаллы.
- 4.2. Уровни энергии осциллятора. Спектры атомов и молекул. Колебательные, вращательные, электронные переходы.
- 4.3. Зонная структура твердых тел. Полупроводники. Принципы работы полупроводниковых лазеров.
- 4.4. Методы химического анализа газов: спектроскопия поглощения, хроматография, масс-спектрометрия.
- 4.5. Методы химического анализа конденсированного вещества: спектроскопия отражения, рамановская спектроскопия, флуоресцентный анализ. Рентгеноструктурный анализ. Анализ живых систем.
- 4.6. Активные и пассивные методы дистанционного зондирования. Мультиспектральные и гиперспектральные камеры, тепловизоры, лидары, радиолокаторы. Преимущества и недостатки.

Литература к подразделам 2-4:

1. Демтрёдер В. Современная лазерная спектроскопия Долгопрудный: Интеллект, 2014.— 1072 с.
2. Клаассен К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы, пер. с англ., 4-е изд., Учебное пособие. Долгопрудный, Интеллект, 2012. 352 с.
3. Лурье И.К., Самсонов Т.Е. Информатика с основами геоинформатики. Часть 2. Основы геоинформатики. М., МГУ, 2016. 200 с.
4. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике. Долгопрудный, Интеллект, 2010. 304 с.
5. Романов А.А. Геоинформационные технологии и интерактивная компьютерная обработка изображений в задачах дистанционного зондирования океана. Учебное пособие. М.: МФТИ, 1999, 230 с.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 томах. М.: ФИЗМАТЛИТ; Издательство МФТИ, 2005.
7. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. СПб.: Наука, 2003. — 474 с.
8. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008. — 312 с.

#### **5. Высшая математика**

- 5.1. Теоремы о среднем для дифференцируемых функций Ролля, Лагранжа и Коши.
- 5.2. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа и Пеано.
- 5.3. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Необходимые условия и достаточные условия дифференцируемости.
- 5.4. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимые условия, достаточные условия.
- 5.5. Условный экстремум функций нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа (необходимые условия экстремума).
- 5.6. Определённый интеграл. Свойства интеграла с переменным верхним пределом: непрерывность, дифференцируемость. Формула Ньютона-Лейбница
- 5.7. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса.

- 5.8. Степенные ряды. Радиус сходимости. Ряд Тейлора. Криволинейные интегралы. Формула Грина.
- 5.9. Поверхностные интегралы. Формула Остроградского-Гаусса.
- 5.10. Тригонометрический ряд Фурье. Условия сходимости ряда Фурье в точке.
- 5.11. Различные способы задания прямой и плоскости. Углы между прямыми и плоскостями. Формулы расстояния от точки до прямой и плоскости.
- 5.12. Кривые второго порядка. Эллипс, парабола, гипербола и их свойства.
- 5.13. Системы линейных алгебраических уравнений. Правило Крамера. Теорема Кронекера-Капелли. Общее решение системы.
- 5.14. Линейное преобразование конечномерного пространства, его матрица. Собственные векторы и собственные значения, их свойства.
- 5.15. Квадратичные формы и их приведение к каноническому виду. Приведение двух квадратичных форм в диагональному виду.
- 5.16. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Методы их решения.
- 5.17. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Метод вариации постоянных. Определитель Вронского, формула Лиувилля-Остроградского.
- 5.18. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера
- 5.19. Вероятностное пространство. Независимые события. Теорема сложения. Условная вероятность. Полная система событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
- 5.20. Случайная величина и её функция распределения. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, их свойства.
- 5.21. Испытания Бернулли. Неравенство Чебышева и закон больших чисел.

Рекомендованная литература к подразделу 5:

1. Л. Д. Кудрявцев. Краткий курс математического анализа.
2. С. М. Никольский. Курс математического анализа.
3. А. М. Тер-Крикоров, М. И. Шабунин. Курс математического анализа.
4. Г. Н. Яковлев. Лекции по математическому анализу.
5. Г. Е. Иванов. Лекции по математическому анализу.
6. А. Е. Умнов. Аналитическая геометрия и линейная алгебра.
7. В. И. Чехлов. Лекции по аналитической геометрии и линейной алгебре.
8. Д. В. Беклемишев. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры.
9. Л. С. Понтрягин. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
10. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений.
11. М. В. Федорюк. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
12. В. К. Захаров, Б. А. Севастьянов, В. П. Чистяков, Теория вероятностей.
13. В. П. Чистяков. Курс теории вероятностей.