

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям, профессор

М.Г.Барышев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА


для направления подготовки аспирантов **03.06.01 Физика и астрономия**

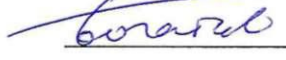
профиль  
**01.04.05 Оптика**

Форма обучения  
Очная, заочная

Краснодар  
2017

Программа составлена в соответствии с утвержденными ФГОС высшего образования по программам специалитета и программам магистратуры, и основной образовательной программой подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре.

Автор(ы):  Н.А. Яковенко, доктор тех. наук, профессор, зав. кафедрой оптоэлектроники физико-технического факультета КубГУ;

 Н.М. Богатов, доктор физ.-мат наук, профессор, председатель методической комиссии физико-технического факультета КубГУ.

Программа одобрена на заседании кафедры оптоэлектроники  
от «9» февраля 2017 года, протокол № 4.

Зав. кафедрой оптоэлектроники  
Декан  
физико-технического факультета  
Зав. отделом аспирантуры  
и докторантуры

 Н.А.Яковенко  
 Н.А.Яковенко  
 Е.В. Строганова

## ПРОГРАММА вступительного экзамена

### 1. Механика

Движение материальной точки и системы материальных частиц в механике Ньютона. Интегралы движения и законы сохранения. Движение в центральном поле. Общее решение задачи 3-х тел в квадратурах. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Движение при наличии связей. Уравнения Лагранжа 1-го и 2-го рода. Интегралы движения и законы сохранения. Принцип наименьшего действия. Теорема Нетер. Собственные (линейные) колебания механических систем. Нормальные координаты. Нелинейные колебания. Функция Лагранжа твердого тела. Тензор инерции.

Канонические уравнения (Гамильтона). Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Метод Гамильтона-Якоби. Адиабатические инварианты.

Замкнутая система уравнений гидродинамики. Тензоры деформаций и напряжений. Интегралы Бернулли и Коши. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Ударные волны.

Литература.

Основная:

1. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Малагин, В. И. Яковлев. М. : Издательство Юрайт, 2017. 368 с.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 353 с.
3. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина. М. : Издательство Юрайт, 2017. с. 183.

4. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 256 с.

5. Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 1. Механика. М.: Физматлит, 2007. 224 с.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 6. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2006. 736 с.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 7. Теория упругости. М.: Физматлит, 2007. 264 с.

4. Веретенников В.Г., Сеницын В.А. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам). М.: Физматлит, 2006. 416 с.

5. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. М.: Физматлит, 2008. 304 с.

## **2. Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Термодинамические (ТД) потенциалы и их свойства. Условия ТД-равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.

Смешанное состояние. Матрица плотности. Канонические распределения Гиббса. Переход к статистической механике классических систем. Идеальный и неидеальный газ. Системы с кулоновским взаимодействием. Дебаевское экранирование. Идеальные газы Ферми и Бозе и их ТД-свойства.

Теплоемкость двухатомного газа. Равновесное излучение. Формула Планка.

Теплоемкость твердых тел по Дебаю.

Случайный стационарный марковский гауссовский процесс и его временная корреляционная функция. Уравнение Смолуховского и уравнение Фоккера-Планка.

Кинетические уравнения Больцмана. H-теорема. Уравнение Власова. Плазменные волны. Затухание Ландау.

#### Литература.

Основная:

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 369 с.
2. Бухарова, Г. Д. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания / Г. Д. Бухарова. М. : Издательство Юрайт, 2017. 221 с.
3. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 / Г. В. Белов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 264 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 5, Ч.1 Статистическая физика. М.: Физматлит, 2010. 616 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 9, Ч.2 Стат. физика. Теория конденсир. состояния. М.: Физматлит, 2004. 496 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 10. Физическая кинетика. М.: Физматлит, 2007. 536 с.
4. Щеголев И. Ф. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2008. 208 с.
5. Орлов В.В. Равновесная и неравновесная термодинамика. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 120 с.

### **3. Электродинамика**

Уравнения Максвелла в вакууме. Уравнения для потенциалов при калибровке Лоренца.

Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении, интенсивность и угловое распределение, поляризация. Радиационное трение. Рассеяние электромагнитных волн на зарядах.

Законы преобразования плотностей заряда и тока, потенциалов и полей при преобразованиях Лоренца. Преобразования частоты и волнового вектора электромагнитной волны. Эффект Доплера. Законы преобразования энергии и импульса, связь энергии, импульса, массы и скорости релятивистской частицы.

Уравнения Максвелла в среде, материальные уравнения и граничные условия. Пространственная и временная дисперсии. Закон сохранения энергии в электродинамике покоящихся тел. Скин-эффект.

Дисперсия диэлектрической проницаемости, физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Формула Крамерса - Кронинга. Излучение Вавилова-Черенкова.

#### Литература.

Основная:

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.
2. Бухарова, Г. Д. Электричество и магнетизм. Методика преподавания / Г. Д. Бухарова. М. : Издательство Юрайт, 2017. — 246 с.
3. Гершанок, В. А. Теория поля / В. А. Гершанок, Н. И. Дергачев. М. : Издательство Юрайт, 2016. 278 с.
4. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Общая теория относительности / С. Н. Вергелес. М. : Издательство Юрайт, 2017. 190 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 2. Теория поля. М.: Физматлит, 2012.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2005. 656 с.
3. Пименов Ю. В. Линейная макроскопическая электродинамика : вводный курс [учебное пособие] Долгопрудный, изд-во "Интеллект", 2008с.

#### **4. Оптика**

##### **Электромагнитная теория света**

Уравнение Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. Фазовая и групповая скорости света.

Поляризация света. Типы поляризационных устройств.

Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

Распространение света в анизотропных средах. Волновые поверхности в кристаллах. Лучи и волновые нормали. Эллипсоид Френеля. Оптические свойства одноосных и двуосных кристаллов. Двойное лучепреломление. Коническая рефракция. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность. Эффект Фарадея.

Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Допплера.

##### **Геометрическая оптика**

Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Уравнение Эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма.

Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Типы оптических приборов.

## **Интерференция и дифракция световых волн**

Двухлучевая и многолучевая интерференция. Многослойные покрытия.

Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа-Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка.

## **Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом**

Классическая теория взаимодействия излучения с веществом. Резонансное приближение. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига.

Законы теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект.

Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна.

## **Спектроскопия**

Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Мультиплетная структура. Правила отбора.

Спектры молекул. Адиабатическое приближение. Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос. Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона.

Спектроскопия твердого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Взаимодействие света с фотонной подсистемой. Переходы в электронной подсистеме.

Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля.

Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике.



## **Нелинейная оптика**

Распространение волн в нелинейной среде. Нелинейная поляризация.

Общие свойства тензора квадратичной восприимчивости.

Генерация оптических гармоник. Условие синхронизма. Укороченные уравнения для генерации второй гармоники в приближении плоских волн.

Генерация второй гармоники в приближении заданного поля основного излучения. Внутррезонаторная генерация второй гармоники

Самофокусировка света.

Вынужденное комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Четырехволновое взаимодействие.

Параметрический генератор когерентного излучения. Оптические схемы параметрических генераторов. Перестройка частоты в параметрических генераторах. Нелинейная оптика планарных волноводов и волоконных световодов.

## **Волоконная и интегральная оптика**

Волоконно-оптический световод. Моды световода и их классификация. Волновой подход к расчету направленных мод световода.

Затухание оптического излучения в волокне. Рэлеевское рассеяние. Потери на изгибе волокна.

Распространение оптических импульсов в волоконных световодах. Дисперсия в оптическом волокне: хроматическая дисперсия и ее составляющие, поляризационная модовая дисперсия. Типы оптических волокон.

Волоконно-оптические усилители. Оптические усилители на волоконных световодах, легированных эрбием. Рамановские волоконно-оптические усилители. Интегральная оптика. Типы волноводов. Современные технологии формирования интегрально-оптических схем. Технологии ионного обмена в стекле и протонного обмена в кристаллах. Технология “оксид кремния на кремнии”. Интегрально-оптические схемы для систем оптической связи.

Основные принципы передачи информации по линиям волоконно-оптической связи. Прямая и внешняя модуляции оптического излучения, коды передачи. Временное и спектральное уплотнение каналов.

### **Оптика лазеров**

Принцип работы лазера. Схемы накачки. Теория Лэмба. Эффекты затягивания частоты и выгорания дыр. Лэмбовский провал.

Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков.

Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски. Принципы адаптивной оптики; коррекция волнового фронта лазерных пучков.

### **Нанофотоника**

Дифракционный предел в оптике.

Микроскопия сверхвысокого разрешения. Конфокальная микроскопия. Мультифотонная микроскопия. Фотонные кристаллы. Зонная структура фотонных кристаллов. Оптические эффекты в фотонных кристаллах. Нелинейные фотонные кристаллы. Фотонно-кристаллические волокна. Применение фотонных кристаллов.

Электронные свойства металлов. Плазменные колебания. Плазмоны.

Плазмоны на границе сред «металл-диэлектрик». Поверхностный плазмонный резонанс. Методы возбуждения поверхностных плазмонов. Плазмонно-резонансные биосенсоры. Рассеяние и поглощение света малыми частицами. Плазмоны в наночастицах. Метаматериалы. Гиперболические метаматериалы. Метаповерхности. Отрицательная рефракция. Суперлинзы.

## Основная литература

1. Ахманов С.А., Никитин СЮ. Физическая оптика: [учебное пособие] / Изд-во Московского университета, 2004 и предыдущие издания.
2. Звелто О.Н. Принципы лазеров. Перевод с англ. Изд. Лань, 2008.
3. Раутиан С.Г. Введение в физическую оптику. М., 2009.
4. Никоноров Н.В., Шандаров С.М. Волноводная фотоника. Учебное пособие. Санкт-Петербург 2008.
5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. Изд. Лань, 2002 и предыдущие издания.

## Дополнительная литература

1. Янг М. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы. М., Мир, 2005.
2. Бутиков Е.И. Оптика. М., Высшая школа, 1986.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., Наука, 1973.
4. Энциклопедия «Современное естествознание», том 7 «Физика волновых процессов», Магистр-пресс, 2001.

## 5. Квантовая физика

Постоянная Планка и ее экспериментальное определение. Уравнения Шредингера и их свойства. Законы изменения и сохранения физических величин. Принцип неопределенности Вернера Гейзенберга. Энергетические спектры гармонического осциллятора и атома водорода в нерелятивистском приближении; спектр углового момента. Туннельный эффект. Эффект Штарка. Сечение упругого рассеяния частиц в борновском приближении.

Гамильтонова и ковариантная форма уравнения Дирака, его свойства. Тонкая структура атома, лэмбовский сдвиг уровней, эффект Зеемана.

Литература.

Основная:

1. Степанов, Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 1 / Н. Ф. Степанов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 233 с.
2. Степанов, Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 2 / Н. Ф. Степанов. М. : Издательство Юрайт, 2016. 283 с.
3. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы / С. И. Кузнецов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 301 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 3. Квантовая механика. (нерелятивистская теория). М.: Физматлит, 2008. 808 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 4. Квантовая электродинамика. М.: Физматлит, 2006. 720 с.
3. Ципенюк Ю.М. Квантовая микро- и макрофизика. М.: Физматлит, 2006. 640 с.
5. Борисёнок С.В., Кондратьев А.С. Квантовая статистическая механика. М.: Физматлит, 2010. 136 с.

## **6. Ядерная физика**

Опыт Резерфорда. Состав, размер и форма ядра. Энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов. Альфа-, бета- и гамма-радиоактивность. Синтез и деление ядер. Ядерная энергия. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия. Изоспин. Модель ядерных оболочек. Ядерные реакции. Прямые реакции и составное ядро. Ускорители и детекторы частиц.

### Литература.

Основная:

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.

2. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы / С. И. Кузнецов. М.: Издательство Юрайт, 2017. 301 с.  
Осеledчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Осеledчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М.: Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Дополнительная:

1. Хангулян В.А., Шапиро И.С. Избранные вопросы теории ядра. Часть 1 Проблема двух тел в ядерной физике. М.: МИФИ, 2009. – 156 с.
2. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика :: учебник : [в 3 т.] / Т. 1. Физика атомного ядра./К. Н. Мухин. Изд. 6-е, испр. и доп. -СПб. [и др.]: Лань , 2008
3. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика :: учебник : [в 3 т.] / Т. 2. Физика ядерных реакций./К. Н. Мухин. Изд. 6-е, испр. и доп. -СПб. [и др.]: Лань , 2008.

## **7. Физика полупроводников**

Удельное сопротивление металлов, полупроводников и диэлектриков. Ковалентные связи в полупроводниках. Гетеровалентные связи в полупроводниках. Зона проводимости, зона запрещенных энергий, валентная зона. Электроны и дырки в полупроводниках. Донорные примеси в полупроводниках. Акцепторные примеси в полупроводниках.

Средняя длина и среднее время свободного пробега. Подвижность электронов и дырок в полупроводниках. Уравнения переноса электронов и дырок в полупроводниках. Уравнение Шредингера для кристалла в общем виде. Значения компонент волнового вектора электрона в кристалле.

Эффективная масса электронов. Эффективная масса дырок. Циклотронный резонанс. Зонная структура кремния, германия. Зонная структура прямозонных полупроводников (GaAs).

Литература.

Основная:

1. Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники / В. И. Старосельский. М. : Издательство Юрайт, 2016. 463 с.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 369 с.
3. Щука, А. А. Нанoeлектроника / А. А. Щука ; под общ. ред. А. С. Сигова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. 297 с.

Дополнительная:

- Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Лань, 2010. 400 с.
- Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2009. 336 с.

#### Электронные ресурсы

<http://e.lanbook.com/>  
<http://www.sciencedirect.com/>  
<http://www.scopus.com/>  
<http://www.polpred.com/http://www.nature.com/siteindex/index.html>  
<http://www.scirus.com>  
<http://www.elibrary.ru/>  
<http://iopscience.iop.org/>  
<http://online.sagepub.com>  
<http://scitation.aip.org>  
<http://www.annualreviews.org/ebvc>  
<http://www.uspto.gov/patft/>

#### 4. Матрица компетенций

Матрица соответствия результатов вступительного экзамена в аспирантуру по направлению подготовки **03.06.01 Физика и астрономия**, Профиль программы **01.04.05 Оптика** универсальным компетенциям выпускника магистратуры по направлению 03.04.02 Физика

<i>Требуемые компетенции выпускников</i>	<b>ОПК-1</b> Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и ино-	<b>ПК-1</b> Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физи-	<b>ПК-2</b> Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-
--	---	---	---

<p><i>Планируемые результаты, проверяемые на вступительном экзамене в аспирантуру</i></p>	<p><b>странном языке для решения задач профессиональной деятельности</b></p>	<p><b>ки и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</b></p>	<p><b>инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</b></p>
<p><b>Знать:</b></p>	<p>методы коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации</p>	<p>методы проведения физического эксперимента, методы построения физических теорий, методы компьютерной обработки экспериментальных и теоретических данных, методы поиска и анализа информации</p>	<p>основные разделы общей, теоретической физики, Оптики необходимые для решения научно-инновационных задач</p>
<p><b>Уметь:</b></p>	<p>последовательно и логично излагать свои мысли, доказывать правильность своего мнения, использовать аргументацию современных авторов и классиков науки</p>	<p>самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики полупроводников, решать задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p>	<p>применять результаты научных исследований в Оптике, оптоэлектронике, нанооптике, волоконной и интегральной оптике в инновационной деятельности</p>
<p><b>Владеть:</b></p>	<p>навыками устной и письменной речи, культурой общения, методами ведения научной</p>	<p>современным экспериментальным оборудованием, современной вы-</p>	<p>основными разделами общей, теоретической физики, Оптики, физи-</p>

	дискуссии, методами построения физических концепций.	числительной техникой и информационными технологиями для решения задач научных исследований в области физики полупроводников	ки полупроводников, необходимыми для решения научно-инновационных задач
--	--	--	---

### **Критерии оценки и требования ко вступительным испытаниям на программы подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре**

**1.** Вступительные испытания проводятся в устно-письменной форме в соответствии с утвержденной программой вступительного экзамена по направлению **03.06.01 Физика и астрономия**, профиля **01.04.05 Оптика**.

Все поступающие на специальность (профиль) подготовки получают билеты одновременно и готовятся 1 час, после чего отвечают членам экзаменационной комиссии.

**2.** Результаты вступительных испытаний оцениваются по пятибалльной шкале.

**3.** Критерии оценки и требования к поступающему определяются пороговыми уровнями знаний, умений и опыта деятельности, которые требуются для успешного формирования компетенций в соответствии с ООП.

#### **Расшифровка компетенций:**

**УК-1:** Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

**ЗНАТЬ:** основные методы научно-исследовательской деятельности.

**УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.

**ВЛАДЕТЬ:** навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

**УК-3:** Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.



**ЗНАТЬ:** методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности

**УМЕТЬ:** анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.

**ВЛАДЕТЬ:** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.

**ОПК-1:** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

**ЗНАТЬ:** цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов

**УМЕТЬ:** составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты

**ВЛАДЕТЬ:** систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме



