

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **УТВЕРЖДЕНО**

приказом ФИЦ КазНЦ РАН  
от 28.06.2019 № 29-А

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом

КФТИ - обособленного структурного  
подразделения ФИЦ КазНЦ РАН  
26 июня 2019 г., протокол № 20

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

#### **03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

#### Направленность подготовки:

Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества  
(01.04.17)

#### Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

### **Содержание:**

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Трудоемкость дисциплины.
5. Содержание дисциплины.
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, фонд оценочных средств.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

## **1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения**

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия 1 зачетная единица труда (36 часов), самостоятельная работа 7 зачетных единиц труда (252 часа), всего 8 зачетных единиц труда (288 часов).

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, лабораторные и практические занятия.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы, готовятся к практическим и лабораторным работам.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### ***универсальных***

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

### ***общепрофессиональных***

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

### ***профессиональных***

- способность проводить самостоятельные исследования в области химической физики, владеть современными методами физического эксперимента, а также способность анализировать экспериментальные данные с целью исследования термодинамики и кинетики химических реакций, фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах, процессов адсорбции, гомогенного и гетерогенного катализа (ПК-1);
- способность планировать и организовать физические исследования, применять на практике полученные знания и навыки для написания научных статей, составления и оформления научно-технических документации (ПК-2);

➤ способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области химической физики (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен

**Знать:**

➤ методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области химической физики;

➤ роль и место химической физики в формировании современной физической картины мира, стадии ее эволюции и взаимосвязь с другими разделами физики;

➤ особенности научной терминологии, понятийный аппарат химической физики, используемые при представлении результатов научной деятельности в устной и письменной форме;

➤ основы химической физики, включая термодинамику и кинетику химических реакций, фазовые равновесия в одно и многокомпонентных системах, процессы адсорбции, гомогенный и гетерогенный катализ;

➤ технику исследования термодинамики и кинетики химических превращений и реакций;

➤ существующие методы анализа полученных экспериментальных данных возможные способы их развития;

**Уметь:**

➤ анализировать альтернативные варианты решения практических задач по термодинамике и кинетике химических реакций;

➤ выбирать и применять при решении задач по термодинамике и кинетике химических реакций адекватные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;

**Владеть:**

➤ навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации в области химической физики;

➤ навыками получения информации на основе экспериментальных данных о фундаментальных физических и химических процессах, таких как термодинамика и кинетика химических реакций, адсорбция, катализ.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

**Целью** дисциплины «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» является раскрытие смысла основных законов химической физики, умение видеть области применения этих законов, четкое понимание их принципиальных возможностей при решении конкретных задач. Программой курса предусмотрен значительный объем практических работ, выполняемых на современном экспериментальном оборудовании.

Дисциплина относится к **обязательным** дисциплинам, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) Химическая

физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». Индекс (по учебному плану) – **Б1.В.ОД1**. Дисциплина изучается на втором курсе.

Актуальность курса обусловлена большой значимостью законов химической физики для создания и исследования новых соединений, разработки способов формирования наноструктур и материалов с заданными свойствами.

Материал, изучаемый в ходе освоения дисциплины, является обязательной составляющей экзамена кандидатского минимума по специальности 01.04.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. Освоение данной дисциплины дает возможность свободно ориентироваться в научной литературе по современным проблемам химической физики, использовать ее методы и достижения в научных исследованиях и в преподавательской деятельности по основным программам высшего образования. Дополнением к данной дисциплине являются дисциплины по выбору: «Атомы и молекулы на поверхности» - дисциплина, направленная на расширенное изучение поверхностных состояний, процессов адсорбции, методов исследования атомов и молекул на поверхности; «Магнитный резонанс» – дисциплина, направленная на изучение теории магнитного резонанса, в которых учитывается специфика темы научно-квалификационной работы аспиранта. Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов по высшей математике, общей и теоретической физике.

#### 4. Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, в том числе 1 ЗЕ аудиторных занятий и 7 ЗЕ самостоятельной работы.

| № | Дисциплина  | Курс | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах) |                      |              |                        |
|---|---|------|---|----------------------|--------------|------------------------|
|   |   |      | Лекции  | Практические занятия | Лаб. занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества | 2    | 16  | 10                   | 10           | 252                    |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Лекционные занятия

*(аудиторная нагрузка 20 часов, самостоятельная работа 148 часов)*

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины                      | Содержание раздела   |
|----------|--|--|
| 1.       | Химическая термодинамика.                                  | Превращение вещества. Взаимосвязь термодинамики и кинетики. Основные определения и понятия. Первый закон термодинамики. Стандартные состояния и условия термодинамического равновесия. Закон Гесса. Вычисление стандартной энтальпии реакции. Энергия связи атомов в молекуле. Второй закон термодинамики. Условия термодинамического равновесия. Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Химический потенциал.   |
| 2.       | Фазовые равновесия в однокомпонентных системах и растворах | Условие равновесного распределения компонента между фазами. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы в однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Стабильность фаз. Фазовый переход твёрдое тело – жидкость, твёрдое тело – газ, жидкость – газ. Примеры фазовых диаграмм. Парциальные мольные величины компонентов смеси. Идеальные растворы. Закон Рауля. Растворимость газов, твёрдых веществ. Разбавленные неидеальные растворы. Закон Генри. Интегральная и дифференциальная теплоты растворения. Реальные растворы. Активности компонентов. |
| 3.       | Адсорбция  | Физическая и химическая адсорбция. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Адсорбция из смеси газов. Полимолекулярная адсорбция. Адсорбция на жидких поверхностях. Изотерма Гиббса.   |
| 4.       | Химическая кинетика.                                       | Основные определения и понятия химической кинетики и краткая история ее формирования. Типы химических частиц и их характерные реакции. Кинетика односторонних реакций. Односторонние реакции в открытых системах. Струевые методы изучения быстрых реакций. Обратимые реакции. Релаксационные методы изучения быстрых реакций. Параллельные реакции. Метод конкурентных реакций. Сопряженные реакции. Промежуточные вещества в химических превращениях. Последовательные реакции. Метод квазиравновесных и   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия.  |
| 5. | Элементарная теория одностадийных реакций | Признаки одностадийных реакций и принципы их осуществления. Теория активных столкновений (ТАС). Моно-, би- и тримолекулярные реакции. Гетерогенные реакции. Теория переходного состояния (ТПС). Основные положения ТПС. Зависимость константы скорости от свойств среды. Влияние ионной силы раствора. Влияние зарядов ионов и диэлектрической постоянной растворителя на скорость реакции. |
| 6. | Кинетика сложных химических реакций       | Типы сложных реакций. Методология изучения сложных процессов. Прямая и обратная задачи кинетики. Каталитические реакции. Общие положения учения о катализе. Кинетика гомогенно-каталитических реакций. Гетерогенные катализаторы. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Цепные реакции. Катализ цепных реакций. Автокаталитические реакции. Автоколебательные реакции.               |

### **5.2. Лабораторные занятия**

*(аудиторная нагрузка 10 часов, самостоятельная работа 52 часа)*

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование раздела дисциплины</b> | <b>Примеры выполняемых экспериментальных работ</b>                                  |
|--------------|--|---|
| 1            | Растворы                               | Приготовление растворов заданной концентрации и определение водородного показателя. |
| 2            | Адсорбция                              | Исследование морфологии поверхности наноструктур, адсорбированных на поверхности    |

### **5.3. Практические занятия**

*(аудиторная нагрузка 10 часов, самостоятельная работа 52 часа)*

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование раздела дисциплины</b> | <b>Тематика семинаров</b>  |
|--------------|--|--|
| 1.           | Термодинамика                          | Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики. Работа расширения идеального газа в различных условиях.<br>Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Связь $Q_P$ и $Q_V$ . Следствия из закона Гесса. Теплоты образования и сгорания. |

|    |                      |   |
|----|----------------------|---|
|    |                      | Теплота растворения, гидратации, сольватации. Термохимические уравнения. Приемы расчета тепловых эффектов химических реакций. Основные понятия термодинамики.   |
| 2  | Термодинамика        | Решение задач на вычисление тепловых эффектов химических реакций при постоянной температуре.  |
| 3. | Химическая кинетика. | Основные понятия химической кинетики. Скорость реакции, молекулярность, порядок реакции, константа скорости. Вывод интегральных выражений для константы скорости необратимых реакций 0, 1, 2 и 3 порядков. Решение задач. |
| 4  | Химическая кинетика. | Влияние температуры на скорость химических реакций. Решение задач.  |

## 6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, фонд оценочных средств

Текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по теме, анализа результатов решения практических задач и выполненных лабораторных работ.

Промежуточный контроль подразумевает проведение коллоквиума по учебному материалу нескольких тем.

Формой итогового контроля по дисциплине является зачет.

Формой промежуточной аттестации – кандидатский экзамен по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, экстремальные состояния вещества.

**6.1. Текущий контроль: Контрольные темы и вопросы для проведения текущего и итогового контроля по дисциплине «Химическая физика, горение и взрыв, экстремальные состояния вещества»:**

**Тема 1** Химическая термодинамика

**Тема 2** Фазовые равновесия в однокомпонентных системах и растворах

**Тема 3** Адсорбция

1. I закон термодинамики для изобарных условий (энтальпия).
2. Закон Гесса (тепловой эффект химической реакции).
3. Следствие закона Гесса.
4. Мольная теплоемкость, зависимость от T.
5. Закон Кирхгоффа.
6. II закон термодинамики, энтропия.
7. Правило фаз Гиббса (степень свободы, фаза, компонент).



8. Фазовый переход твёрдое тело – жидкость, твёрдое тело – газ, жидкость – газ.
9. Примеры фазовых диаграмм.
10. Диаграмма состояния воды.
11. Растворимость газов, твёрдых веществ.
12. Разбавленные неидеальные растворы. Закон Генри.
13. Физическая и химическая адсорбция.
14. Изотерма адсорбции Лэнгмюра.
15. Адсорбция из смеси газов.
16. Полимолекулярная адсорбция.
17. Адсорбция на жидких поверхностях.
18. Изотерма Гиббса.

**Тема 4 Химическая кинетика**

**Тема 5 Элементарная теория одностадийных реакций**

**Тема 6 Кинетика сложных химических реакций**

1. Основные определения и понятия химической.
2. Кинетика односторонних реакций.
3. Обратимые реакции.
4. Последовательные реакции.
5. Лимитирующая стадия.
6. Теория активных столкновений.
7. Теория переходного состояния.
8. Методология изучения сложных процессов.
9. Прямая и обратная задачи кинетики.
10. Каталитические реакции.
11. Цепные реакции.
12. Катализ цепных реакций.
13. Автокаталитические реакции.
14. Автоколебательные реакции.

**6.2. Критерии оценки и шкала оценивания результатов освоения дисциплины «Химическая физика, горение и взрыв, экстремальные состояния вещества»:**

| № п/п         | Результат освоения дисциплины   | Балл | Показатели оценивания        |
|---------------|---|------|------------------------------|
| <b>Знание</b> |   |      |                              |
| 1.            | методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и | 1    | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2    | достаточный уровень знания   |

|               |   |   |                              |
|---------------|---|---|------------------------------|
|               | практических задач в области химической физики  | 3 | высокий уровень знания       |
| 2.            | роли и места химической физики в формировании современной физической картины мира, стадии ее эволюции и взаимосвязь с другими разделами физики  | 1 | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2 | достаточный уровень знания   |
|               |   | 3 | высокий уровень знания       |
| 3.            | особенностей научной терминологии, понятийного аппарата химической физики, используемых при представлении результатов научной деятельности в устной и письменной форме                      | 1 | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2 | достаточный уровень знания   |
|               |   | 3 | высокий уровень знания       |
| 4.            | основ химической физики, включая термодинамику и кинетику химических реакций, фазовые равновесия в одно и многокомпонентных системах, процессы адсорбции, гомогенный и гетерогенный катализ | 1 | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2 | достаточный уровень знания   |
|               |   | 3 | высокий уровень знания       |
| 5.            | техники исследования термодинамики и кинетики химических превращений и реакций  | 1 | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2 | достаточный уровень знания   |
|               |   | 3 | высокий уровень знания       |
| 6.            | существующих методов анализа полученных экспериментальных данных возможные способы их развития  | 1 | недостаточный уровень знания |
|               |   | 2 | достаточный уровень знания   |
|               |   | 3 | высокий уровень знания       |
| <b>Умение</b> |   |   |                              |
| 1.            | анализировать альтернативные варианты решения практических задач по термодинамике и кинетике химических реакций   | 1 | не умеет                     |
|               |   | 2 | частично освоенное умение    |
|               |   | 3 | сформированное умение        |
| 2.            | выбирать и применять при решении задач по термодинамике и кинетике химических реакций адекватные  | 1 | не умеет                     |
|               |   | 2 | частично освоенное умение    |

|                            |   |          |                           |
|----------------------------|---|----------|---------------------------|
|                            | экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования  | 3        | сформированное умение     |
| <b>Владение</b>            |   |          |                           |
| 1.                         | навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации в области химической физики   | 1        | не владеет                |
|                            |   | 2        | частично освоенные навыки |
|                            |   | 3        | сформированные навыки     |
| 2.                         | навыками получения информации на основе экспериментальных данных о фундаментальных физических и химических процессах, таких как термодинамика и кинетика химических реакций, адсорбция, катализ | 1        | не владеет                |
|                            |   | 2        | частично освоенные навыки |
|                            |   | 3        | сформированные навыки     |
| <i><b>Итого баллов</b></i> |   | 20–30    | <b>«зачтено»</b>          |
|                            |   | менее 20 | <b>«не зачтено»</b>       |

**При отсутствии зачета обучающийся не допускается к промежуточной аттестации**

***6.3. Промежуточная аттестация: кандидатский экзамен по утвержденной программе***

Кандидатский экзамен по дисциплине «Химическая физика, горение и взрыв, экстремальные состояния вещества» (01.04.17) проводится в устной форме по вопросам программы, на экзамене предлагается три вопроса (без билетов). После устного ответа могут заданы дополнительные и уточняющие вопросы, не выходящие за пределы программы кандидатского экзамена.

***6.4. Критерии оценки промежуточной аттестации***

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Отлично</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Все вопросы раскрыты полностью;</li> <li>– Обучающийся владеет основными теориями и глубоко понимает их содержание;</li> <li>– Имеет ясное представление связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>– Уверенно владеет необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>– Ясно и четко дает основные определения. Владеет терминологическим и понятийным аппаратом;</li> <li>– Развернуто отвечает на дополнительные вопросы.</li> </ul> |
|----------------|--|

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Хорошо</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вопросы раскрыты по существу;</li> <li>- Обучающийся в целом владеет основными теориями и понимает их содержание;</li> <li>- Имеет общее представление о связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>- Владеет в целом необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>- В достаточной мере владеет понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>- Имеет затруднения при ответе на дополнительные вопросы.</li> </ul> |
| <b>Удовлетворительно</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вопросы раскрыты, но не полностью;</li> <li>- Слабое понимание связи теории и практики;</li> <li>- Обучающийся может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач;</li> <li>- Обучающийся не демонстрирует уверенного владения понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>- Дополнительные вопросы вызывают затруднение.</li> </ul>   |
| <b>Неудовлетворительно</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Большая часть вопросов не раскрыта;</li> <li>- Обучающийся не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач;</li> <li>- Нет ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>  |

## 7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. - М.: Академия. 2003.
2. Герасимов Я.И., Древинг В.П., Еремин Е.Н., Киселев А.В., Лебедев В.П., Панченков Г.М., Шлыгин А.И. Курс физической химии. Т. 1. - М. Химия, 1970. 592 с.
3. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. - М.: Химия, 1975. 520 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Буданов В.В. Химическая кинетика / В.В. Буданов, Т.Н. Ломова, В.В. Рыбкин. - Издательство: "Лань", 2014. – 288 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=42196](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=42196)
2. Горшков И. Основы физической химии. – М.: Бином: Лаборатория знаний, 2011. - 408 с.
3. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия / Пер. с англ. под ред. Топчиевой К.В. - М.: Мир, 1978. 645 с.
4. Мелвин-Хьюз Э.А. Физическая химия / Пер с англ. под ред. Герасимова Я.И. в двух книгах. - М.: Издательский центр «Издательство МГУ», 1962. 1148 с.
5. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. - М, Высшая школа, 1974.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

### I. НЕКОММЕРЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ (ЭБС) СВОБОДНОГО ДОСТУПА

- Библиотека международного издательства INTECHOPEN –  
<http://www.intechopen.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
- Научная электронная библиотека КиберЛенинка <http://www.cyberleninka.ru/>
- Полнотекстовая электронная библиотека РФФИ  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
- Электронная библиотека «Научное наследие России» <http://www.e-heritage.ru/index.html>
- Электронная библиотека ИФТТ РАН <http://www.issp.ac.ru/libcatm/elib.html>
- Электронная библиотека международного научно-образовательного сайта EqWorld – <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

### II. РЕФЕРАТИВНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ И НАУЧНЫЕ ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

- ArXiv: Open access to 1,146,534 e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (Электронный архив публикаций библиотеки Корнелльского университета)  
<http://xxx.lanl.gov/archive>
- Directory of Open Access Books (DOAB) <http://doabooks.org/>
- Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://www.doaj.org>
- Science Research Portal – научно-поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др., в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library

of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News  
<http://www.scienceresearch.com>

- Международная реферативная база по физике, астрономии, теории частиц ADS(NASA) <http://adsabs.harvard.edu/>
- Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

### III. ЖУРНАЛЫ И КНИГИ

- List of Free Physics Books | Physics Database <http://physicsdatabase.com/free-physics-book>
- Nature Communications <http://www.nature.com/ncomms/index.html>
- New Journal of Physics <http://iopscience.iop.org/journal/1367-2630>
- Physical Review X <http://journals.aps.org/prx/>
- Physics Books – Free Computer Books <http://www.freebookcentre.net/Physics/Physics-Books-Online.html>
- Scientific Reports <http://www.nature.com/srep/>
- Журналы физико-технического института им А.Ф. Иоффе РАН: «Журнал технической физики», «Письма в журнал технической физики», «Физика твердого тела», «Физика и техника полупроводников» <http://journals.ioffe.ru/>
- Труды института общей физики им. А.М. Прохорова РАН <http://www.gpi.ru/trudgpi.php>

### IV. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И СПРАВОЧНЫЕ РЕСУРСЫ «ИНТЕРНЕТ»

- Российское магнитное общество <http://www.amtc.ru/mago/>
- European community of Magnetism <http://magnetism.eu>
- International Society of Magnetic Resonance <https://www.weizmann.ac.il/ISMAR/education>
- ETH Zurich group about EPR <http://www.epr.ethz.ch>
- Molecular magnetism <http://www.molmag.de>
- Magnetic Resonance Imaging <http://www.magnetic-resonance.org>
- Техническая библиотека <http://techlibrary.ru/>
- Библиотека Гумер. Гуманитарные науки. [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Pedagog/](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Pedagog/)
- Федеральный портал «Российское образование» [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>
- Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru/>
- Информационная справочно-правовая система «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru/> (некоммерческая версия)
- Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ <http://www.gramota.ru/>

## **8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины**

Обучение по дисциплине ведётся с применением как традиционных методов (лекции, практические занятия, лабораторные работы), так и с использованием инновационных подходов: активное участие аспирантов в научных семинарах подразделений КФТИ – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН по профилю подготовки, представление докладов на научной конференции молодых ученых КФТИ – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и молодежных научных школах, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе для дополнительного изучения.

Аудиторные занятия, целью которых является освоение теоретических основ дисциплины, проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного оборудования. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Практические занятия (семинары) имеют своей целью освоение расчетно-теоретических методов, используемых при решении задач в области химической физики, а также развития навыков рационального выбора методов решения.

В ходе лабораторных занятий аспирантам предоставляется возможность изучить специфику экспериментальных исследований в области химической физики, познакомиться с принципами работы и возможностями современной экспериментальной аппаратуры и оборудования, используемых при проведении научных исследований, получить практические навыки интерпретации экспериментальных результатов.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает углубленное освоение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, подготовку к текущему, промежуточному и итоговому контролю успеваемости. В целях формирования способности к критическому анализу информации и поиску путей решения поставленных задач в дальнейшей профессиональной деятельности используется технология проблемного обучения, требующая значительных временных ресурсов, что предусмотрено структурой дисциплины, и предполагает самостоятельную проработку учебно-проблемных задач аспирантами, выполняемую с привлечением основной и дополнительной литературы; поиск необходимой научно-технической информации в открытых источниках, консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на персональных рабочих местах аспирантов с доступом к ресурсам «Интернет», в научных подразделениях КФТИ –

обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, ресурсы «Интернет».

**Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, научная периодика;
- зал, оснащённый стационарным проектором, экраном и обычной доской – для проведения лекционных занятий;
- учебная аудитория, оснащенная переносными проектором и экраном для проведения практических занятий;
- индивидуальные рабочие места аспирантов, оснащенные персональным компьютерами с доступом к сети «Интернет», локальной сети и электронной информационно-образовательной среде ФИЦ КазНЦ РАН.

В учебном процессе аспиранты используют современное научное оборудование профильных подразделений КФТИ – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН: сканирующий зондовый микроскоп P4-SPM-16 фирмы "НТ-МДТ", работающий как атомно-силовой микроскоп в контактной моде на воздухе с атомарным разрешением, в режимах сканирующей туннельной микроскопии, а также в режимах спектроскопии и измерения работы выхода. Максимальное поле сканирования – 15x15 мкм.