

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии  
высокочистых веществ им. Г.Г.Девярых Российской академии наук

ПРИНЯТО

Ученым советом ИХВВ РАН

Протокол № 2 от «02» 03 2017 г.

Ученый секретарь, д.х.н. Лазукина О.П.

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХВВ РАН

академик Чурбанов М.Ф.

---

«02» 03 2017 г.

Рабочая программа дисциплины  
**Термодинамика неравновесных процессов**

Направление подготовки  
**04.06.01 «Химические науки»**

Направленность подготовки  
02.00.04 «Физическая химия»

Квалификация выпускника  
***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения  
**очная**

---

Нижний Новгород  
2017

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Термодинамика неравновесных процессов» является обязательной дисциплиной.

Данная дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с курсами математики, физики, физической химии, курса специальных дисциплин «Избранные главы термодинамики».

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- сформировать представления о методах неравновесной термодинамики применительно к явлениям переноса в изотермических и неизотермических условиях при наличии внешних факторов воздействия, в том числе, применительно к биологическим системам.

- уметь описывать модели процессов в непрерывных системах, включая биологические.

Изучение дисциплины «Термодинамика неравновесных процессов» необходимо для подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

**Таблица 1**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

| <b>Код формируемой компетенции</b> | <b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>   |
|------------------------------------|---|
| <i>ПК-3</i>                        | <i>З1 Знать:</i> общие подходы, лежащие в основе традиционных методов обработки экспериментальных данных и методы численного моделирования; модели, лежащие в основе анализируемых химических процессов.<br><i>У1 Уметь:</i> осуществлять выбор наиболее оптимальных методов численного анализа или моделирования химических процессов и явлений.<br><i>В1 Владеть:</i> систематическими базовыми знаниями в области информационных технологий в химии, методами численного анализа получаемых результатов. |
| <i>ПК-5</i>                        | <i>З1 Знать:</i> химические, физические и технические аспекты химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с оборудованием различных классов сложности и опасности; цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных.<br><i>У1 Уметь:</i> предлагать наиболее оптимальные технологические              |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>решения и способы обработки результатов, документировать полученные результаты; составлять общий план работы по заданной теме, предлагать наиболее оптимальные способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану; представлять полученные результаты.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> навыками проведения испытаний на лабораторном и промышленном оборудовании в соответствии с требованиями руководящих документов и требований правил безопасности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме; базовыми навыками работы со стандартным исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием.</p> |
|--|---|

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 90 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (90 часов лекции), 90 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

| Наименование раздела дисциплины                                 | Всего, часов | В том числе              |                           |                            |              |           | Самостоятельная работа обучающегося, часов |
|---|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|-----------|--|
|   |              | Контактная работа, часов |                           |                            |              |           |  |
|   |              | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Консультации | Всего     |  |
| Основные положения и понятия неравновесной термодинамики        | 45           | 15                       | -                         | -                          | -            | 15        | 15   |
| Термодинамика процессов в однородных и неоднородных системах    | 45           | 25                       | -                         | -                          | -            | 25        | 25   |
| Термодинамика процессов в непрерывных системах                  | 45           | 25                       | -                         | -                          | -            | 25        | 25   |
| Термодинамика стационарных и квазистационарных состояний систем | 45           | 25                       | -                         | -                          | -            | 25        | 25   |
| Аттестация по дисциплине: зачет                                 |              |                          |                           |                            |              |           |  |
| <b>Итого</b>  | <b>180</b>   | <b>90</b>                | -                         | -                          | -            | <b>90</b> | <b>90</b>                                  |

### **3.1. Содержание разделов дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные положения и понятия неравновесной термодинамики**

Локальное термодинамическое равновесие. Типы неравновесных систем. Термодинамическое сопряжение процессов. Взаимосвязь потоков и сил. Принцип Кюри. Соотношения взаимности. Онзагера эффекты Зеебека  $\leftrightarrow$  Пельтье. Электрокинетические явления. Некоторые свойства функции диссипации

#### **Раздел 2. Термодинамика процессов в однородных и неоднородных системах**

Однородные системы. Прерывные системы. Обобщенные термодинамические силы. Закон распределения Нернста

#### **Раздел 3. Термодинамика процессов в непрерывных системах**

Непрерывные системы. Функция диссипации неизотермической диффузии. Вывод закона Фика

#### **Раздел 4. Термодинамика стационарных и квазистационарных состояний систем**

Теорема Глендсдорфа–Пригожина. Вычисление термодинамических сил

### **4. Образовательные технологии**

*Использование* мультимедийных презентаций. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для выполнения самостоятельной работы, подготовки к итоговому контролю.

*Самостоятельная работа.* Умение работать с учебной и научной литературой; производить расчеты; пользоваться химическим языком. Развитие самостоятельности, интеллектуальных умений, умение анализировать явления и делать выводы.

### **5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся**

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при выполнении индивидуальных заданий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме индивидуальных заданий и опроса.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

## Контрольные вопросы к зачету

- 1 Термодинамические функции в неравновесных состояниях
- 2 Поток энтропии и производство энергии.
- 3 Баланс энтропии.
- 4 Скорости реакций и сродства.
- 5 Явления последствия и процессы релаксации.
- 6 Мембранные процессы в изотермических системах.
- 7 Осмос в двухкомпонентной системе.
- 8 Процессы в изотермических системах.
- 9 Феноменологические законы.
- 10 Соотношения взаимности Онзагера.
- 11 Гравитационные и центробежные цепи.
- 12 Однородные системы.
- 13 Неоднородные системы.
- 14 Применение теории Пригожина к биологическим системам.

### 6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

#### 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

#### 6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

##### Критерии оценок

|            |   |
|------------|---|
| Зачтено    | Аспирант посетил не менее 60% аудиторных занятий, ответил на вопросы по основным разделам курса                       |
| Не зачтено | Аспирант пропустил более 40% аудиторных занятий, при ответах на вопросы проявил незнание важнейших разделов дисциплин |

Итоговый контроль сформированности компетенции осуществляется на основании оформления отчета по комплексным практическим работам.

#### 6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

Контрольные вопросы:

1. Термодинамические функции в неравновесных состояниях (ПК-3).
2. Поток энтропии и производство энергии (ПК-3).
3. Баланс энтропии (ПК-3).
4. Скорости реакций и сродства (ПК-5).
5. Явления последствия и процессы релаксации (ПК-5).
6. Мембранные процессы в изотермических системах (ПК-3).
7. Осмос в двухкомпонентной системе (ПК-3).

8. Процессы в изотермических системах (ПК-5).
9. Феноменологические законы (ПК-5).
10. Соотношения взаимности Онзагера (ПК-3).
11. Гравитационные и центробежные цепи (ПК-5).
12. Однородные системы (ПК-5).
13. Неоднородные системы (ПК-5).
14. Применение теории Пригожина к биологическим системам (ПК-5).

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Бажин Н.М., Пармон В.Н. Начала физической химии. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 332 с. **В электронной форме**
2. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: Мир, 1973. – 280 с. **В электронной форме**
3. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1961 и 1976. – 344 с. **В бумажном и электронном виде**
4. Степанов В.М., Колесников А.Н. Термодинамика межфазного распределения примесей при получении высокочистых веществ. Монография. ИХВВ РАН. 2013. **В бумажном виде 4 экз.**
5. Булавин Л.А., Выгорницкий Н.В.; Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем. – М.: Интеллект, 2011 г. **в бумажном виде**
6. Розанов Ю.А. Лекции по теории вероятностей. – М.: Интеллект, 2008 г. **в бумажном виде**
7. Грибов Л.А. Элементы квантовой теории строения и свойств молекул. – М.: Интеллект, 2010 г. **в бумажном виде**
8. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Интеллект, 2008 г. **в бумажном и электронном виде**
9. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. М.: Физматлит, 2004 **в бумажном виде**
10. Полторац О.М. Термодинамика в физической химии: Учеб. для хим. и хим.-технол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1991 **в бумажном виде 2 экз.**
11. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика: Уч. Для ВУЗов. М.: Химия, 2000 **в бумажном виде**
12. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. М.: МЦНМО, 2005 **в бумажном и электронном виде**
13. Асиновский Э.И. Кириллин А.В. Нетрадиционные методы исследования термодинамических свойств веществ при высоких температурах. М.: Янус-К, 1997 **в бумажном виде**
14. Ватолин Н.А. Моисеев Г.К. Трусов Б.Г. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах. М.: Metallurgia, 1994 **в бумажном виде 2 экз.**
15. Глазов В.М. Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. (Двухкомпонентные металлические и полупроводниковые системы). М.: Metallurgia, 1981 **в бумажном виде**
16. Дуров В.А. Агеев Е.П. Термодинамическая теория растворов: Учеб. пос. М.: Едиториал УРСС, 2003 **в бумажном виде 2 экз.**
17. Казенас Е.К. Термодинамика испарения двойных оксидов. М.: Наука, 2004 **в бумажном виде 2 экз.**
18. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики: Учеб. для вузов. Н.Новгород: НГУ, 2003 **в бумажном виде 5 экз.**

б) дополнительная литература:

1. Гроот, С.Р., Мазур П. Неравновесная термодинамика. – М.: Мир, 1964. – 456 с. **В бумажном и электронном виде**
2. Ландау Л., Лифшиц Е. Статистическая физика. (Классическая и квантовая). – М.; Л.: Гостехиздат, 2001. – 480 с.  
Хаазе Р. Термодинамика необратимых процессов. – М.: Мир, 1967. – 544 с. **В электронной форме**
3. Кудинов В.А. Техническая термодинамика. М.: Высш. школа, 2003 **в бумажной форме 6 экз.**
4. Музыкантов В.С. Бажин Н.М. Пармон В.Н. Задачи по химической термодинамике: Учеб. пос. для вузов. М.: Химия, 2001 **в бумажной форме**
5. Мюнстер А. Химическая термодинамика. М.: Едиториал УРСС, 2002 **в бумажном виде 3 экз.; в электронной форме**
6. Панченков Г.М. Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ: Учеб. пос. для вузов. 3-е изд. М.: Химия, 1985 **в бумажной форме 2 экз.**
7. Пурмаль А.П. А, Б, В ... химической кинетики. М.: ИКЦ Академкнига (277) 2004 **в бумажной форме; в электронном виде**
8. Степанов В.М. Статистическая термодинамика разбавленных растворов: Учеб. Пос. Н.Новгород: НГУ, 1999 **в бумажном виде 38 экз.**
9. Степанов В.М. Термодинамика разбавленных растворов: Учеб. Пос. НГУ, 1998 **в бумажном виде 10 экз.**
10. Степанов В.М. Методологические основы системного анализа примесей в средах и материалах: Учеб. Пос. НГУ, 1997 **в бумажном виде 10 экз.**

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://elibrary.ru>

<http://нэб.рф>

<http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm>

<http://www.elsevier.com/solution/sciencedirect/content/book-title-lists>

<http://webbook.nist.gov>;

<http://www.chem.msu.ru>

г) периодические издания:

1. Доклады Академии наук
2. Журнал аналитической химии
3. Журнал неорганической химии
4. Журнал физической химии
5. Заводская лаборатория
6. Известия ВУЗ: Материалы электронной техники
7. Квантовая электроника
8. Коллоидный журнал
9. Масс-спектрометрия
10. Металлы
11. Мир измерений
12. Неорганические материалы
13. Оптика и спектроскопия

14. Оптический журнал
15. Перспективные материалы
16. Теоретические основы химической технологии
17. Успехи химии
18. Физика и химия стекла
19. Фотоника
20. Химия и жизнь
21. Энциклопедия инженера-химика

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Современный компьютер, мультимедиапроектор, экран, доска, специализированный пакет программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.06.01. Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) - приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 869.
2. Паспорт научной специальности 02.00.04 – физическая химия, разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.

**Автор:**

Д.х.н.

Кутьин А.М.

**Рецензент:**

Зам.директора, д.х.н.

Ширяев В.С.

**Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина**

| Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)                                 | Критерии оценивания результатов обучения |   |   |  |  |
|---|--|---|---|--|--|
|   | 1  | 2   | 3   | 4  | 5  |
| <b>ОПК 1</b>  |  |   |   |  |  |
| ЗНАТЬ:<br>современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности          | Отсутствие знаний                        | Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности |
| УМЕТЬ:<br>выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования | Отсутствие умений                        | Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи   | В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи    | Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи                 |
| ВЛАДЕТЬ:<br>навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа          | Отсутствие навыков                       | Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической  | В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и  | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической   | Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической  |

|  |                    |  |  |  |   |
|--|--------------------|--|--|--|---|
| информации по тематике проводимых исследований   |                    | информации   | технической информации   | информации   | информации  |
| ВЛАДЕТЬ:<br>навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов |
| ВЛАДЕТЬ:<br>навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности                     | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности                     | В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности                     | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности                     | Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности                     |
| <b>ПК 6</b>  |                    |  |  |  |   |
| ЗНАТЬ:<br>технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов         | Отсутствие знаний  | Фрагментарные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов       | Неполные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов                                      | Сформированные, но содержащие определенные пробелы знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов      | Сформированные систематические знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов)  |

|  |                    |  |  |  |   |
|--|--------------------|--|--|--|---|
| УМЕТЬ:<br>осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области  | Отсутствие умений  | Частично освоенное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области  | В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области   | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области  | Полностью сформированное и системное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области   |
| ВЛАДЕТЬ:<br>навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.) | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.) | В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.) | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.) | Успешное и систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.) |
| <b>ПК 7</b>  |                    |  |  |  |   |
| ЗНАТЬ:<br>технические и метрологические характеристики серийной  | Отсутствие знаний  | Фрагментарные знания о технических и метрологических характеристиках   | Неполные знания о технических и метрологических характеристиках  | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о технических и   | Сформированные и систематические знания о технических и метрологических   |

|  |                   |   |   |  |   |
|--|-------------------|---|---|--|---|
| аппаратуры, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях)   |                   | серийной аппаратуры, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях  | серийной аппаратуры, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях  | метрологических характеристиках серийной аппаратуры, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях   | характеристиках серийной аппаратуры, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях  |
| УМЕТЬ:<br>определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | Отсутствие знаний | Частично освоенное умение определять место УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | В целом успешное, но не систематическое умение определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | Успешное и системное умение определять место УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации |
| УМЕТЬ:<br>формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности   | Отсутствие умений | Частично освоенное умение формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов  | В целом успешное, но не систематическое умение формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для  | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации  | Успешное и системное умение формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю   |

|   |                    |  |  |   |   |
|---|--------------------|--|--|---|---|
| и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)   |                    | по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  | подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)   | УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  | научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  |
| <b>ВЛАДЕТЬ:</b><br>навыками составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела | В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела | Успешное и системное применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела |
| <b>ПК 8</b>   |                    |  |  |   |   |
| <b>ЗНАТЬ:</b><br>Требования, предъявляемые к содержанию и составу   | Отсутствие знаний  | Фрагментарные знания о требованиях, предъявляемых к содержанию и составу   | Неполные знания о требованиях, предъявляемых к содержанию и  | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о требованиях,   | Сформированные и систематические знания о требованиях, предъявляемых к  |

|  |                   |   |   |  |   |
|--|-------------------|---|---|--|---|
| учебно-методических комплексов (УМК) по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)   |                   | учебно-методических комплексов (УМК) по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  | составу учебно-методических комплексов (УМК) по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  | предъявляемых к содержанию и составу учебно-методических комплексов (УМК) по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)  | содержанию и составу учебно-методических комплексов (УМК) по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)   |
| УМЕТЬ:<br>определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | Отсутствие знаний | Частично освоенное умение определять место УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | В целом успешное, но не систематическое умение определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение определять место разрабатываемого УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации | Успешное и системное умение определять место УМК в общем учебном плане подготовки аспирантов по профилю научной направленности и дополнять с его (УМК) помощью действующий план подготовки аспирантов, обеспечивая повышения уровня их квалификации |
| УМЕТЬ:<br>формулировать цели, задачи, инструменты и  | Отсутствие умений | Частично освоенное умение формулировать цели,   | В целом успешное, но не систематическое умение  | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы   | Успешное и системное умение формулировать цели, задачи,   |

|   |                           |   |   |  |  |
|---|---------------------------|---|---|--|--|
| <p>технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)</p>   |                           | <p>задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)</p>   | <p>формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)</p>   | <p>умение формулировать цели, задачи, инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)</p>   | <p>инструменты и технологии реализации УМК для подготовки студентов по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки)</p>  |
| <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела</p> | <p>Отсутствие навыков</p> | <p>Фрагментарное применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела</p> | <p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела</p> | <p>В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела</p> | <p>Успешное и системное применение навыков составления УМК по профилю научной направленности и в смежных областях (в том числе – по междисциплинарным направлениям подготовки), в том числе – навыками системного изложения учебных материалов в доступной для обучающихся форме с учетом полученного ими ранее задела</p> |