

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
«Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
*подпись*

« 31 » \_\_\_\_\_ мая 2019 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.3 «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
МЕТОДЫ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ»**

для подготовки аспирантов

По направлению подготовки

09.06.01 Информатика и вычислительная техника для подготовки кадров  
высшей квалификации.

Профиль 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ

Форма обучения

заочная

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Программу составил(и):

К.А. Лебедев, д.ф.-м.н., доцент, профессор

\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 6 «09» июня 2019г.

Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.

\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 6«09» июня 2019г.

Председатель УМК факультета Малыхин К.В.

\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цель дисциплины.**

Целью дисциплины является формирование у аспирантов –системных знаний в области математического моделирования переноса частиц в мембранной электрохимии и обеспечение естественнонаучного фундамента для подготовки аспирантов к научной деятельности; формирование у аспирантов системных знаний в области математического моделирования в физико-химических средах и обеспечение естественнонаучного фундамента для профессиональной подготовки специалиста.

### **1.2 Задачи дисциплины:**

–формирование системных знаний об основных закономерностях математических методов и моделей в физико- химических задачах;

–формирование у навыков самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы в данной области;

–показать аспирантам возможности современных технических и программных средств для решения исследовательских задач теоретического характера применительно к данному классу задач;

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических задачах» для магистров относится к учебному циклу математических и естественнонаучных дисциплин вариативного блока Б1.В учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника профиля Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Программа связана со следующими дисциплинами: математические методы и модели нанотехнологий, численные и аналитические методы исследований математических моделей, компьютерное моделирование в задачах гидродинамики, математические модели и инструментальные средства в экономике, а также с дисциплиной кандидатского экзамена математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                               | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                  |                                                                                                  |                                                                                       |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                     | знать                                                                                                                        | уметь                                                                                            | владеть                                                                               |
| 1.     | УК - 2             | способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории | как проектировать и осуществлять комплексные исследования, в предметной области дисциплины на основе научного мировоззрения. | применять знаний в области истории и философии науки при работе в предметной области дисциплины; | набором умений проектирования комплексных исследований, в том числе междисциплинарных |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                        | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                              |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
|--------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                              | знать                                                                                                                                                    | уметь                                                                                                                                       | владеть                                                                                                                    |
|        |                    | и философии науки;                                                                                                                           |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| 2.     | ОПК- 6;            | способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав | как представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности в области предмета, на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав. | представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав             | методами предмета и представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне             |
| 3.     | ПК - 1             | владением основных теории, концепции и принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению ;                          | основные понятия компьютерного моделирования переноса ионов в физико-химических средах                                                                   | решать задачи теоретического и прикладного характера, относящиеся к компьютерному моделированию переноса ионов в физико-химических задачах. | математическим аппаратом компьютерном моделирование переноса ионов в физико-химических средах, применяя системное мышление |

## 2. Структура дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (**108** академических часов, (12 лекций, 12 лабораторных, 84 самостоятельной работы, контроль форма контроля – экзамен их распределение по видам работ представлено в таблице:

| Вид учебной работы                                         | Всего часов | Семестры (часы) |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|---|---|---|
|                                                            |             | 7               | — |   |   |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |             |                 |   |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>24</b>   | <b>24</b>       |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                   | 12          | 12              | - | - | - |
| Лабораторные занятия                                       | 12          | 12              | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |             |                 | - | - | - |

|                                                                       |                                      |            |            |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|----------|----------|
|                                                                       |                                      |            | -          | -        | -        |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                        |                                      |            |            |          |          |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                                      |            |            |          |          |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                                      |            |            |          |          |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                           |                                      |            |            |          |          |
| Курсовая работа                                                       |                                      |            | -          | -        | -        |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                                      | 84         | 84         | -        | -        |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                                      |            |            | -        | -        |
| Реферат                                                               |                                      |            |            | -        | -        |
|                                                                       |                                      |            |            |          |          |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                                      |            |            | -        | -        |
| <b>Контроль:</b>                                                      |                                      |            |            |          |          |
| Подготовка к экзамену                                                 |                                      |            |            |          |          |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                             | <b>час.</b>                          | <b>108</b> | <b>108</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |
|                                                                       | <b>в том числе контактная работа</b> |            |            |          |          |
|                                                                       | <b>зач. ед</b>                       | <b>3</b>   | <b>3</b>   |          |          |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

| № раз-дела | Наименование разделов                                                                                                                                                                                                         | Количество часов |                   |    |    |                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|-------------------------------|
|            |                                                                                                                                                                                                                               | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Самостоятельная работа<br>СРС |
|            |                                                                                                                                                                                                                               |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                               |
| 1          | Описание различных моделей переноса частиц в физико-химических средах. Описание процессов переноса в электродиализных аппаратах. Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды.         | 27               | 2                 |    | 2  | 16                            |
| 2          | Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели. Математические пакеты физического моделирования.                         | 27               | 2                 |    | 2  | 16                            |
| 3          | Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Аналитические, приближённые, численные методы. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач. Задачи электродиффузионного переноса бинарного электролита. | 27               | 4                 |    | 4  | 20                            |

|   |                                                                                                                                                          |     |    |  |    |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|--|----|----|
| 4 | Термодинамика неравновесных процессов. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции                      | 27  | 2  |  | 2  | 16 |
| 5 | Моделирование течения электролита уравнений Навье-Стокса в канале электрохимической ячейки. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. |     | 2  |  | 2  | 16 |
|   | <i>Итого по дисциплине</i>                                                                                                                               | 108 | 12 |  | 12 | 84 |

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № п/п | Наименование раздела                                                                                                                                | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Форма текущего контроля                                                                   |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды                                                                 | Описание различных моделей переноса частиц в физико-химических средах. Моделирование процессов переноса в однослойных и многослойных областях. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии. Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями электронейтральности. | Устный опрос, аналитический обзор по проблеме. Доклад по материалам статьи, исследования. |
| 2.    | Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели | Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями нарушения электронейтральности. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка-Пуассона. Модельные уравнения конвективного переноса. Модельные уравнения диссипации, конвекции и кинетики.                                                                                              | Доклад по материалам статьи, исследования.                                                |
| 3.    | Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач.                                  | Математические модели в многослойных мембранных системах. Двухточечные и многоточечные краевые задачи. Моделирование диссипации, конвекции и кинетики. Стационарные и нестационарные процессы. Численные решения. Двумерные модели переноса бинарного электролита.                                                                                              | Устный опрос, аналитический обзор по проблеме.                                            |
| 4.    | Моделирование переноса ионов в среде Comsol                                                                                                         | Численное моделирование процессов переноса, тепло- и массообмена на основе уравнений Навье-Стокса. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции.                                                                                                                                                                | Устный опрос, аналитический обзор по проблеме.                                            |
| 5.    | Механика жидких                                                                                                                                     | Баланс массы и импульса. Граничные усло-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Устный опрос,                                                                             |

|  |                                                                    |                                                                                                        |                                  |
|--|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | сред. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. | вия. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. Массоперенос в турбулентном течении. | аналитический обзор по проблеме. |
|--|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № п/п | Наименование раздела                                                                                                                                 | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Форма текущего контроля                                    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1.    | Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды                                                                  | Численное решение краевых задач для системы электродиффузионных уравнений для двух и нескольких ионов. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Моделирование одномерных однослойных задач мембранной электрохимии.                                                                                                                                                                 | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> .<br><i>ТЕОР</i> |
| 2.    | Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели. | Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями нарушения электронейтральности. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка–Пуассона. Модельные уравнения конвективного переноса. Модельные уравнения диссипации, конвекции и кинетики. Численные схемы для моделирования диссипации, конвекции и кинетики. Моделирование гидродинамики в каналах электродиализных ячеек. | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> ,<br><i>ТЕОР</i> |
| 3.    | Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач.                                   | Методы решения краевых однослойных и многослойных краевых задач. Роль граничных условий при моделировании переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции.                                                                                                                                                                                                                           | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> ,<br><i>ТЕОР</i> |
| 4.    | Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции                                                         | Численное моделирование процессов переноса на основе уравнений Навье–Стокса. Двумерные модели мембранной электрохимии. Интерфейсы математического пакета Comsol.                                                                                                                                                                                                                                     | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> ,<br><i>ТЕОР</i> |
| 5.    | Механика жидких сред. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение.                                                                   | Баланс массы и импульса. Граничные условия. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. Массоперенос в турбулентном течении.                                                                                                                                                                                                                                                        | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> ,<br><i>ТЕОР</i> |

Сокращения: *Л* – лекция, *ТЕОР* – проработка лекций и работа с математической литературой, *ДР* – неаудиторное самостоятельное выполнение практических заданий, *ТР* – типовой индивидуальный расчет., *ЛР* – лабораторная работа, *КР* – контрольная работа,

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                                                                                                  | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1 | Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям | Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.<br>Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г. |
| 2 | Подготовка к лабораторным занятиям                                                                                       | Методические указания по выполнению лабораторных работ, по дисциплине «Динамические модели в экономике», утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.                                                                                                                                                                                                   |
| 3 | Подготовка к решению задач и тестов                                                                                      | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.                                                                                                                                                                                                                                                |
|   |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии

Сочетание традиционных образовательных технологий в форме лекций и лабораторных. Каждый аспирант выступает с сообщением по одной из тем программы курса и решённым задачам. Возможно применение и других образовательных технологий.

Исследовательские методы в обучении. Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Каждый аспирант выступает с сообщением по одной из тем программы курса и решённым задачам.

Проблемное обучение. Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности.

Проектные методы обучения. Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению.

Информационно-коммуникационные технологии. Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование и интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Динамические модели в экономике».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, типовых расчетов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачёту.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Текущий контроль качества подготовки осуществляется путём привлечения студентов к активному обсуждению определений, новых для них результатов, к решению теоретических задач у доски, публичной защитой самостоятельно решённых задач, а также по докладам, подготовленным самостоятельно на основе предложенной преподавателем литературы.

## Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| №  | Контролируемые темы дисциплины                                                               | Код контролируемой компетенции                                 | Наименование оценочного средства |                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
|    |                                                                                              |                                                                | текущий контроль                 | промежуточная аттестация |
| 1  | История развития естествознания                                                              | ОПК-3(знать, ладеть),)                                         | опрос, доклады                   | Вопросы к зачёту 1-7     |
| 2  | Основные положения классической механики.                                                    | ОПК-3 (знать, уметь)                                           | опрос, презентации               | Вопросы к зачёту 8-14    |
| 3  | Принципы относительности галилея и эйнштейна.                                                | ОПК-3 (уметь, владеть)                                         | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 15-21   |
| 4  | Основные положения физики электромагнитных взаимодействий.                                   | ПК-24 (уметь, владеть),<br>ОПК-3 (знать)                       | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 22-28   |
| 5  | Основные положения квантовой механики.                                                       | ПК-24(уметь, владеть)<br>ОПК-3 (знать, уметь, владеть)         | опрос, КР                        | Вопросы к зачёту 29-35   |
| 6  | Статистическая физика. Законы термоЭлементы статистической механики и молекулярной физики. и | ОПК-3 (уметь, владеть)<br>ПК-24 (знать, уметь, владеть)        | опрос, ТР                        | Вопросы к зачёту 36-42   |
| 7  | Строение и взаимодействие химических веществ                                                 | ПК-24 (знать),<br>ОПК-3 (владеть)                              | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 43-49   |
| 8  | Возникновение жизни. Генная теория.                                                          | ОПК-3 (уметь, владеть)<br>ПК-24 (знать, уметь, владеть)        | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 50-56   |
| 9  | Глобальные проблемы современной экологии                                                     | ОПК-3 (знать, уметь, владеть)<br>ПК-24 (знать, уметь, владеть) | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 57-63   |
| 10 | Принципы синергетики.                                                                        | ОПК-3 (уметь, владеть)<br>ПК-24 (знать, уметь, владеть)        | опрос, РГЗ                       | Вопросы к зачёту 64-70   |

### Показатели, критерии и шкалы оценки сформированных компетенций

| Код и наименование компетенций       | Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания |                                          |                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                      | пороговый                                                                                            | базовый                                  | продвинутый                            |
|                                      | Оценка                                                                                               |                                          |                                        |
|                                      | Удовлетворительно /зачтено                                                                           | Хорошо/зачтено                           | Отлично /зачтено                       |
| УК – 2 – способность проектировать и | Знает как проектировать и осуществлять                                                               | Знает как проектировать способность про- | Знает как проектировать и осуществлять |

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                    |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки; | комплексные исследования                                                           | ектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения                                | комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | <i>Умеет проектировать и осуществлять комплексные исследования,;</i>               | <i>Умеет проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения</i>                | <i>Умеет проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;</i>                |
|                                                                                                                                                                                           | <i>Владеет способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования,</i> | <i>Владеет способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения</i> | <i>Владеет способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;</i> |
| ОПК- 6;—способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав                                       | <i>Знает как представлять полученные результаты</i>                                | <i>Знает как представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне</i>                                                              | <i>Знает как представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учётом соблюдения авторских прав</i>                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                           | <i>Умеет представлять полученные результаты</i>                                    | <i>Умеет представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне</i>                                                                  | <i>Умеет представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учётом соблюдения авторских прав</i>                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | <i>Владеет способностью представлять полученные результаты</i>                     | <i>Владеет способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне</i>                                                   | <i>Владеет способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учётом соблюдения авторских прав</i>                                                                           |
| ПК – 1 –владением основных теории,                                                                                                                                                        | <i>Знает основные теории, концепции</i>                                            | <i>Знает основные теории, концепции и</i>                                                                                                                                | <i>Знает основные теории, концепции и</i>                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                        |                                                            |                                                                                                         |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| концепции и принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению |                                                            | принципов в избранной области деятельности,                                                             | принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению                                                             |
|                                                                                        | <i>Умеет пользоваться теориями и концепциями</i>           | <i>Умеет пользоваться основными теориями, концепциями и принципов в избранной области деятельности,</i> | <i>Умеет пользоваться основными теориями, концепциями и принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению</i> |
|                                                                                        | <i>Владеет владением основными теориями и, концепциями</i> | <i>Владеет основными теориями, концепциями и принципов в избранной области деятельности,</i>            | <i>Владеет основными теориями, концепциями и принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению</i>            |

### **Подготовка рефератов (докладов, сообщений, презентаций) по учебной дисциплине**

#### **Темы презентаций**

1. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов через слой раствора или мембраны
2. Влияние переноса коионов на предельную плотность тока в мембранной системе.
3. Стационарная электродиффузия трёх сортов ионов через ионообменную мембрану.
4. Селективность ионообменных мембран. Теоретический анализ чисел переноса.
5. Коэффициенты диффузии противоионов и коионов в неоднородных ионообменных мембранах
6. Электромассоперенос через неоднородные мембраны. Стационарная диффузия электролита.

#### **Темы докладов, сообщений, рефератов**

1. Математическая модель электродиффузионного переноса простого электролита через неоднородные ионообменные мембраны.
2. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов в заряженном капилляре синтетической мембраны.
3. Модель конкурирующего транспорта ионов через ионообменную мембрану с модифицированной поверхностью.
4. Эффект диэлектрического насыщения в биполярной мембране.
5. Учёт нарушения электронейтральности при математическом моделировании стационарного переноса ионов через трёхслойную мембранную систему.

### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Вопросы к экзамену**

1. Описание процессов переноса в электродиализных аппаратах.
2. Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды.
3. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений.
4. Одномерные и двумерные модели переноса бинарного электролита.
5. Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц.
6. Стационарные и нестационарные модели.
7. Математические пакеты физического моделирования.
8. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии.
9. Стационарная электродиффузия двух ионов через ионообменную мембрану.
10. Стационарная электродиффузия трёх сортов ионов через ионообменную мембрану.
11. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач.
12. Задачи электродиффузионного переноса бинарного электролита.
13. Компьютерное моделирование явление конвекции.
14. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов в заряженном капилляре синтетической мембраны.
15. Моделирование диссипации, конвекции и кинетики.
16. Моделирование гидродинамики в каналах электродиализных ячеек.
17. Методы стрельбы в моделях электрохимии.
18. Конечноразностные методы в моделях электрохимии.
19. Двумерные модели мембранной электрохимии.
20. Диэлектрическое насыщение в биполярной мембране.
21. Компьютерное моделирование электромембранных процессов для очистки воды
22. Численное моделирование процессов переноса на основе уравнений Навье–Стокса.
23. Баланс массы и импульса. Граничные условия.
24. Течение жидкости к вращающемуся диску.

Пример экзаменационного билета:

Дисциплина

«Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии..
2. Двумерные модели переноса в электромембранных системах. Распределения концентраций.

Преподаватель:

Д-р. физ-мат. наук,  
проф. каф. прикл. математики

К.А. Лебедев

Зав. кафедрой прикл. математики

Д-р. физ-мат. наук, профессор

М.Х. Уртенев

**4.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

*Текущий контроль* представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра.

К основным формам текущего контроля (текущей аттестации) относятся опрос в рамках семинарских занятий, проведение тестовых заданий, подготовка реферата (сообщения, доклада, презентации) по определенной тематике, разбор расчетно-графических заданий, выполнение контролируемой самостоятельной работы.

*На первом этапе формируются комплекс знаний* на основе тщательного изучения теоретического материала (лекционные материалы преподавателя, рекомендуемые разделы основной и дополнительной литературы, материалы периодических научных изданий, необходимого для овладения понятийно-категориальным аппаратом и формирования представлений о комплексе инструментария, используемого в рамках данной отрасли знания).

*На втором этапе* на основе сформированных знаний и представлений по данному разделу студенты выполняют задания, нацеленные на *формирование умений и навыков в рамках заявленной компетенции*. На данном этапе студенты осуществляют самостоятельный поиск теоретических материалов в рамках конкретного задания, обобщают и анализируют собранный материал по схеме, рекомендованной преподавателем, формулируют выводы, готовят практические рекомендации, реферативные материалы для публичного их представления и обсуждения.

*Промежуточная аттестация* осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Концепции современного естествознания». Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений и уровень форсированности определённых компетенций.

#### **4.2.1. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания экзамена**

Промежуточная аттестация традиционно служит основным средством обеспечения в учебном процессе «обратной связи» между преподавателем и обучающимся, необходимой для стимулирования работы обучающихся и совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из двух теоретических вопросов и расчетно-графического задания к экзамену по дисциплине.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и экзаменную книжку.

Ответ студента на экзамене по дисциплине «КСЕ» оценивается по экзамен/нехачете.

#### ***Критерии оценки:***

**Отлично:** На два теоретических вопроса даны развернутые ответы, студент аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией и показывает: глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых закономерностей, принципов и теорий; умение давать точные определения

основным понятиям, выделять существенные связи между рассматриваемыми закономерностями. Студент полно и правильно ответил на вопросы преподавателя.

**Хорошо:** На два теоретических вопроса даны развернутые ответы. Студент, допуская отдельные неточности, обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. Возможно, при изложении одного вопроса допущены явные неточности в формулировке; студент в целом правильно отвечает на вопросы комиссии, допуская несущественные погрешности.

**Удовлетворительно:** Студент излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения. Допускает существенные ошибки на ответы преподавателя..

**Неудовлетворительно:** Студент демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, или вообще отказывается от ответа.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

#### **4.2.2. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания опроса**

Форма проведения – устный опрос.

Длительность опроса – 15-20 минут.

**Критерии оценки:**

**оценка «неудовлетворительно»** выставляется, если студент не знает значительной части материала изучаемой темы, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями отвечает по заданному вопросу темы;

**оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент демонстрирует фрагментарные представления о содержании изучаемой темы, усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала;

**оценка «хорошо»** выставляется, если студент демонстрирует общие знания по теме семинара, твердо знает материал по теме, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения;

**оценка «отлично»** ставится, если студент демонстрирует глубокие и прочные системные знания по изучаемой теме, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает ответ, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

#### **4.2.3. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания реферата (доклада, сообщения, презентации)**

Неправильно оформленная работа не принимается.

##### **Критерии оценки:**

*оценка «неудовлетворительно»* выставляется при несоответствии заявленной темы реферата (доклада, сообщения, презентации) его содержанию, наличии грубых погрешностей в оформлении работы, использовании ненадлежащих нормативных и научных источников, приводящих к утрате научной значимости подготовленного реферата или реферат не подготовлен;

*оценка «удовлетворительно»* выставляется, если студентом допущены несущественные фактические ошибки в изложении материала и/или допущено использование ненадлежащих нормативных источников при сохранении актуальности темы реферата. Реферат (сообщение, доклад, презентация) представляет собой изложение результатов чужих исследований без самостоятельной обработки источников;

*оценка «хорошо»* выставляется в том случае, когда имеются отдельные погрешности в оформлении реферата. Реферат (сообщение, доклад, презентация) представляет собой самостоятельный анализ разнообразных научных исследований и теоретических данных, однако не в полной мере отражает требования, сформулированные к его и содержанию;

*оценка «отлично»* выставляется студенту, если студентом представлен реферат (сообщение, доклад, презентация), отвечающий требованиям по оформлению. Содержание реферата должно основываться на соответствующих литературных источниках. В реферате (сообщении, докладе, презентации) отражаются такие требования как актуальность содержания, высокий теоретический уровень, глубина и полнота факторов, явлений, проблем, относящихся к теме, информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения материала; структурная организованность, обоснованность предложения и выводов, сделанных в реферате (сообщении, докладе, презентации)

#### **4.2.4. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания контрольных работ**

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **5.1. Основная литература:**

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190> . — Загл. с экрана.
2. Андреев, В.К. Современные математические модели конвекции [Электронный ресурс] : монография / В.К. Андреев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59497> . — Загл. с экрана.
3. Самарский А.А., Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс]: монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59285>
4. Лебедев К. А., Кузякина М. В. (КубГУ). Математические и компьютерные методы для моделирования переноса ионов. Краевые задачи [Текст] : Ч. 1 / К. А. Лебедев,;

М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 97 с.

5. Уртенев К. М., Коваленко, Шапошникова Т. Л. Математическое моделирование теплопереноса в А. В. электролизных аппаратах водоподготовки [Текст] / - М.: Финансы и статистика, 2010. - 214 с.

### **5.2. Дополнительная литература:**

6. Узденова Аминат Магомедовна. Математические модели электроконвекции в электроосветительных системах [Текст] / А. М. Узденова, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев. - Карачаевск : [КЧГУ], 2011. - 154 с.
7. Чубырь Наталья Олеговна (КубГУ). Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в мембранных системах (численный и асимптотический анализ) [Текст] : монография / Н. О. Чубырь, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего проф. образования "Кубанский гос. технол. ун-т". - Краснодар : [КубГУ], 2012. - 131 с
8. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло и массообмена М.: Наука. 1984. 284.

### **5.3 Периодические издания:**

1. Доклады академии наук // Академиздатцентр "Наука". ISSN 0869-5652.
2. Математическое моделирование // Академиздатцентр "Наука". ISSN 0234-0879.
3. Экологический вестник черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС) // Издательство Кубанского госуниверситета. ISSN 1729—5459.
4. Journal of Mathematical Physics // AIP Publishing. ISSN 0022-2488.
5. Russian Journal of Mathematical Physics // МАИК "Наука / Interperiodika". ISSN 1061-9208.
6. [Letters in Mathematical Physics](#) // Kluwer. ISSN 0377-9017.
7. [Mathematical Physics, Analysis and Geometry](#) // Kluwer. ISSN 1385-0172.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Материал курса изложен в основном в литературных источниках, перечисленных в списке дополнительной литературы по причине их давнего издания. Автором данного курса написан расширенный конспект лекций, иллюстрированный практическими примерами. Электронный вариант этого текста доступен студентам.

Лекции и лабораторные занятия чередуются. Общение преподавателя и студентов в аудитории предполагает предварительную проработку конспекта студентами самостоятельно. Задача преподавателя состоит в расстановке акцентов и разъяснении смысла и необходимости введения обобщений классических понятий. Для полноценного восприятия новых объектов необходима иллюстрация их практического применения.

Это физические модели, для которых математические модели приводят к краевым задачам.

На лабораторных занятиях студентам предлагаются примеры для применения теории, изложенной на лекциях и в упомянутом конспекте. Обсуждение способов решения предлагаемых задач призвано активизировать познавательную деятельность студентов. Этому должна способствовать практическая направленность итоговых результатов.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между

преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **7.1. Перечень информационно-коммуникационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. <http://ru.wikipedia.org>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru));
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
4. Каталог информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс]. – <http://window.edu.ru/window/catalog>
5. 3. Экспонента, образовательный математический сайт. [Электронный ресурс]. – <http://www.exponenta.ru>

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математический пакет **MathCAD, FemLAB**
5. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
6. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационно-справочных систем**

#### **7.3. Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Электронно-библиотечная система издательств «Лань» (<http://e.lanbook.com>).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLAIN» (<http://www.elibrary.ru/>).

## **8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                             | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                           |
|----|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                    | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук): ауд. 129, 131, А301б, А305, А307 |
| 2. | Семинарские занятия                   |                                                                                                                                  |
| 3. | Лабораторные занятия                  |                                                                                                                                  |
| 4. | Групповые (индивидуальные) консульта- | Аудитория Ауд. 147-150, 133                                                                                                      |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ции                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория Ауд. 147-150, 133                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Ауд. 102-А и читальный зал |