

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Хеометрика М1.ДВ.3

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Хемоинформатика и молекулярное моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Евтюгин Г.А. , Маджидов Т.И.

**Рецензент(ы):**

Антипин И.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2013

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Евтюгин Г.А. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Gennady.Evtugyn@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. Маджидов Т.И. лаборатория исследований органических соединений Отдел органической химии , Timur.Madzhidov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Хеометрика" является обеспечение возможности эффективного решения профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности: подготовка объектов исследования, выбор методов испытаний и технических средств, проведение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка полученных результатов, обеспечение метрологической обработки данных химического анализа и их единообразное представление.

Данная дисциплина дополняет и расширяет представления о методах интеллектуального анализа данных в отношении использования их для анализа экспериментальных данных и метрологического обеспечения анализа. Эти знания крайне необходимы для осуществления успешной научно-исследовательской работы в области хеометрики, управления производственными процессами и метрологии. Эта дисциплина расширяет представление студентов о возможности использования их знаний в области обработки данных для решения практических задач, связанных с метрологией, обработкой данных анализа (в том числе многокомпонентного), принятием решений на производстве.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.3 Общенаучный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Хеометрика" включена в раздел М1.ДВ3. "Общенаучный цикла. Вариативная часть" по направлению подготовки 020100 "Химия" и является дисциплиной по выбору. Форма обучения - очная. Осваивается на втором курсе магистратуры.

Дисциплина "Хеометрика" тесно связана с дисциплиной "Интеллектуальный анализ данных в химии", "Хеоминформатика". Базируется на знаниях, получаемых в процессе освоения дисциплины "Математические методы в химии" и "Основы компьютерного программирования в приложении к химическим задачам". Данная дисциплина готовит студента к решению задач, потенциально могущих возникнуть при выполнении квалификационной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	владением иностранным (прежде всего английским) языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения
ПК-4 (профессиональные компетенции)	умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- принципы методов исследования в химии;
- основные методы химического анализа;
- основные методы планирования и организации эксперимента;
- основные методы инновационного развития аналитического контроля природных и техногенных объектов;
- взаимосвязь состава, структуры и свойств веществ, сырья и материалов;
- основные принципы химического анализа в аналитических лабораториях;

2. должен уметь:

- Использовать основные понятия и терминологию химического анализа в аналитических лабораториях;
- Использовать математический аппарат статистики в организации эксперимента;
- Использовать методы оценивания показателей точности;
- Выполнять расчеты показателей аналитического контроля природных и техногенных объектов,

3. должен владеть:

- метрологическими основами обработки данных химического анализа;
- методологией выбора методики математической обработки данных химического анализа.

Анализировать экспериментальные данные с использованием подходов хемометрики

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Хемометрика. Предмет и задачи хемометрики.	3	1	2	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Метрологические основы химического анализа.	3	2-3	4	4	0	дискуссия
3.	Тема 3. Дисперсионный анализ.	3	4	2	2	0	
4.	Тема 4. Метод наименьших квадратов.	3	5	2	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Основы теории планирования эксперимента.	3	6-7	4	2	0	тестирование
6.	Тема 6. Обработка аналитического сигнала.	3	7-8	2	2	0	
7.	Тема 7. Многокомпонентный анализ.	3	8-9	2	2	0	дискуссия
8.	Тема 8. Интеллектуальный анализ данных и его использование в хеометрике.	3	9-10	2	4	0	дискуссия
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			20	20	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Хеометрика. Предмет и задачи хеометрики.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Предмет и задачи хеометрики. Распознавание образов. Искусственный интеллект. Анализ исследовательских данных. Взаимосвязь между отдельными стадиями химического анализа.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Семинарское занятие. Обсуждение и закрепление материала лекции.

### Тема 2. Метрологические основы химического анализа.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Химический анализ как метрологическая процедура. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации. Основные источники погрешностей в химическом анализе. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Первичная обработка экспериментальных результатов. Построение полигона и гистограммы распределения экспериментальных результатов. Нормальное распределение. Критерий Пирсона. Статистические гипотезы. Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов анализа. Применение статистических гипотез в анализе. Промахи и методы их исключения. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Погрешности косвенных измерений.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Круглый стол по теме с обсуждением вопросов по метрологическим аспектам анализа. Практическое занятие по математической обработке аналитического сигнала.

**Тема 3. Дисперсионный анализ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определение источника вариации данных. Однофакторный дисперсионный анализ (на примере проверки влияния различных методик проведения химического анализа в разных лабораториях). Двухфакторный дисперсионный анализ.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Семинарское занятие. Обсуждение и закрепление материала лекции.

**Тема 4. Метод наименьших квадратов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Метод наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов в аналитической химии. Взвешенный метод наименьших квадратов. Погрешность анализа с использованием метода наименьших квадратов.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Семинарское занятие. Обсуждение и закрепление материала лекции.

**Тема 5. Основы теории планирования эксперимента.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Однофакторный эксперимент. Критерии выбора вида математической модели химического процесса. Требования к математической модели. Оценка адекватности математической модели. Регрессионный анализ. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Коэффициент корреляции. Метод наименьших квадратов. Многофакторный эксперимент. Поверхность отклика. Методы определения вида и параметров математической модели химического процесса по экспериментальным данным. Метод Брандона. Математическое планирование аналитического эксперимента. Полный факторный эксперимент. Оценка значимости факторов математической модели. Повышение эффективности эксперимента. Дробные реплики. Центральное композиционное планирование. Контурно-графический анализ. Латинские квадраты и прямоугольники. Методы нахождения экстремума функции одной переменной. Линейное программирование. Симплекс-метод. Нелинейное программирование. Методы нелинейного программирования. Методы нахождения функции нескольких переменных. Метод деформируемого многогранника.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практическое занятие по планированию и обработке экспериментальных данных: - построение градуировочных зависимостей с использованием метода наименьших квадратов, - оценка значимости модели, - планирование процедуры повышения эффективности эксперимента.

**Тема 6. Обработка аналитического сигнала.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Методы численного интегрирования. Дифференциальная спектроскопия. Повышение информационного содержания аналитического сигнала. Оценка параметров сигнала. Разрешение сложных аналитических сигналов. Дифференциальная спектроскопия. Выделение отдельных компонент сигнала. Методы численного интегрирования

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практическое занятие по обработке сложных сигналов с использованием выделения отдельных компонент.

**Тема 7. Многокомпонентный анализ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Сбор, обработка, хранение и отображение результатов анализа, планирование и оптимизация экспериментов. Базы данных, основные принципы их построения и использования. Обработка многомерных данных: центрирование, нормирование, взвешивание. Понятие о факторном анализе.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Семинарское занятие. Обсуждение и закрепление материала лекции. Практическое занятие по обработке многомерного сигнала: подготовка данных, их анализ и оптимизация эксперимента.

**Тема 8. Интеллектуальный анализ данных и его использование в хемометрике.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные методы интеллектуального анализа данных: метод опорных векторов, искусственных нейронных сетей, метод частичных наименьших квадратов. Визуализация многомерных данных с использованием методов интеллектуального анализа: анализ главных компонент, карты Кохонена, генеративные топографические карты. Алгоритм NIPALS.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Семинарское занятие. Обсуждение и закрепление материала лекции. Практическое занятие по обработке аналитического сигнала с использованием интеллектуального анализа - создание экспертных систем, основанных на анализе многомерных экспериментальных данных.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Хемометрика. Предмет и задачи хемометрики.	3	1	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Метрологические основы химического анализа.	3	2-3	изучение литературного материала и подготовка к дискуссии	16	дискуссия
4.	Тема 4. Метод наименьших квадратов.	3	5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Основы теории планирования эксперимента.	3	6-7	подготовка к тестированию	8	тестирование
7.	Тема 7. Многокомпонентный анализ.	3	8-9	изучение литературного материала и подготовка к дискуссии	12	дискуссия
8.	Тема 8. Интеллектуальный анализ данных и его использование в хемометрике.	3	9-10	изучение литературного материала и подготовка к дискуссии	16	дискуссия
	Итого				68	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**



Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине "Хемотрика" используются различные образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.
2. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.
3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем хемотрики и метрологического обеспечения на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых лабораторных работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.
4. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

Преподавание дисциплины "Хемотрика" сопровождается:

- демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники,
- использованием интернет-ресурсов и интернет-баз данных для поиска информации,
- использованием доступных через интернет бесплатных для академического пользования программ (или имеющихся в КФУ коммерческих программ) и обучением работе с ними,
- использованием средств LMS Moodle для организации самостоятельной работы студентов и проведения промежуточного контроля знаний,
- проведением круглых столов на заданные темы.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Хемотрика. Предмет и задачи хемотрики.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос по теме: Предмет хемотрики, Применение данной науки к решению различных задач химической науки.

### **Тема 2. Метрологические основы химического анализа.**

дискуссия , примерные вопросы:



Круглый стол. Примерные темы для обсуждения на круглом столе: 1. Использование методов хеометрики при оценивании характеристик погрешности измерений показателей состава и свойств 2. Процедуры разработки и аттестации методик измерений 3. Метрологическое обеспечение в системах управления качеством 4. Совершенствование метрологического обеспечения на основе результатов анализа состояния измерений 5. Выбор метода и средств измерений

**Тема 3. Дисперсионный анализ.**

**Тема 4. Метод наименьших квадратов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос по теме: метод наименьших квадратов и его использование в анализе и обработке экспериментальных данных.

**Тема 5. Основы теории планирования эксперимента.**

тестирование , примерные вопросы:

Тестирование по разделам 1-5.

**Тема 6. Обработка аналитического сигнала.**

**Тема 7. Многокомпонентный анализ.**

дискуссия , примерные вопросы:

Устный опрос по теме: использование многокомпонентного анализа в обработке и анализе данных

**Тема 8. Интеллектуальный анализ данных и его использование в хеометрике.**

дискуссия , примерные вопросы:

Круглый стол по теме: Использование интеллектуального анализа данных в хеометрике

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Примерные задания к тесту по разделам 1-5:

1. К какому распределению относится наблюдаемая в ходе анализа функция распределения случайной погрешности?

- а. Равномерному
- б. Гауссову
- в. Распределению Коши
- г. Распределению Лапласа

2. Каким из представленных ниже параметров характеризуется случайная выборка, полученная при проведении ряда параллельных измерений одной и той же величины?

- а. Математическое ожидание
- б. Среднее арифметическое
- в. Среднее геометрическое
- г. Медиана

3. От какого из представленных ниже параметров зависит величина коэффициента Стьюдента?

- а. Среднего арифметического
- б. Стандартного отклонения
- в. Числа измерений
- г. Дисперсии

4. Статистической гипотезой называют утверждение, позволяющее определить:

- а. Наличие грубого промаха
- б. Минимальное число измерений
- в. Уровень доверительной вероятности

г. Величину стандартного отклонения

5. Гипотеза о равенстве двух средних значений проверяется при помощи:

а.  $s^2$  - критерия

б.  $t$  - критерия

в. Критерия Кохрена

г. Критерия Бартлета

6. Какая величина позволяет утверждать, что сигнал от анализа регистрируется с полной определенностью?

а.  $3t$

б.  $3s$

в.  $6t$

г.  $6s$

Вопросы к зачету:

1. Хемометрика. Предмет и задачи хемометрики.

2. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации. Основные источники погрешностей в химическом анализе. Статистические критерии.

3. Первичная обработка экспериментальных результатов. Построение полигона и гистограммы распределения экспериментальных результатов.

4. Нормальное распределение. Критерий Пирсона.

5. Статистические гипотезы. Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов анализа.

6. Дисперсионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ

7. Двухфакторный дисперсионный анализ.

8. Метод наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов в аналитической химии.

9. Взвешенный метод наименьших квадратов. Погрешность анализа с использованием метода наименьших квадратов.

10. Однофакторный эксперимент.

11. Требования к математической модели. Оценка адекватности математической модели.

12. Регрессионный анализ. Применение регрессионного анализа.

13. Многофакторный эксперимент.

14. Оценка значимости факторов математической модели.

15. Обработка аналитического сигнала.

16. Повышение информационного содержания аналитического сигнала.

17. Разрешение сложных аналитических сигналов. Выделение отдельных компонент сигнала.

18. Многокомпонентный анализ.

19. Обработка многомерных данных: центрирование, нормирование, взвешивание.

20. Факторный анализ.

21. Интеллектуальный анализ данных и его использование в хемометрике.

22. Метод опорных векторов.

23. Метод искусственных нейронных сетей.

24. Метод частичных наименьших квадратов.

25. Анализ главных компонент.

26. Карты Кохонена.

## 7.1. Основная литература:

1. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова.-М.: Мир: АСТ. Т.1.-2004.-608 с., Т. 2.-2004.-728 с.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Шараф, М. А. Хеометрика / М. А. Шараф, Д. Л. Иллман, Б. Р. Ковальски - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. - 270 с.
2. Дерфель К. Статистика в аналитической химии / К. Дерфель - М.: Мир, 1994. - 350 с.
3. Чарыков, А. К. Математическая обработка результатов химического анализа / А. К. Чарыков - Л.: Химия, 1984. - 168 с.
4. Представление результатов химического анализа (рекомендации IUPAC 1994 г.) // Журнал аналитической химии. - 1998. - Т. 53. - ♦ 9. - С. 999 - 1008.
5. Колде Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистике / Я.К. Колде - М.: Высшая школа, 1991. - 160 с.
6. Отто М. Современные методы аналитической химии. Серия: Мир химии / М. Отто - М.: Техносфера, 2006. - 416 с.
7. R.G. Brereton. Applied Chemometrics for Scientists. Wiley, Chichester, UK, 2007
8. Шараф М.А., Иллман Д.Л., Ковальски Б.Р. Хеометрика, Л.: Химия, 1989.
9. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. - М.: Наука, 1999, 320 с.
10. Марьянов Б. М. Избранные главы хеометрики / Б. М. Марьянов - Томск: Изд-во Томского университета, 2004. - 260 с.
11. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. -М.: Наука, 2008.- 420с.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Введение в хеометрику. Дребущак Т.Н. -

[http://window.edu.ru/resource/874/74874/files/Posobie\\_Chemometr.pdf](http://window.edu.ru/resource/874/74874/files/Posobie_Chemometr.pdf)

Материалы ресурса "Хеометрика" - <http://www.chemometrics.ru/chemometrics/>

Программа Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) -

<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

сновы хеометрики и химической метрологии. Гармаш А.В. -

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/education-program/spec-analyt/2.html>

Хеометрика в аналитической химии -

[http://www.chemometrics.ru/materials/articles/chemometrics\\_review.pdf](http://www.chemometrics.ru/materials/articles/chemometrics_review.pdf)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Хеометрика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Хемоинформатика и молекулярное моделирование .

Автор(ы):

Евтюгин Г.А. \_\_\_\_\_

Маджидов Т.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Антипин И.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.