

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор по УМР

А.А.Панфилов

« 01 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

Направление подготовки 18.03.02. "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Профиль/программа подготовки « Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практиче- ские заня- тия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час
6	4/144	18		18	72	Экзамен, 36
Итого	4/144	18		18	72	Экзамен, 36

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс “Физико-химические основы нанотехнологий ” предполагает ознакомление с основами теории производства наночастиц, формирования наносистем и изделий на их основе в химико-технологических процессах, биотехнологии и нефтехимии, изучение основ производства материалов и изделий с минимальными затратами энергетических и сырьевых ресурсов.

При изучении курса закладываются основы и общее представление о технологических дисциплинах, которые при последующем обучении будут развиты при чтении курсов специальных дисциплин. Для понимания фактического материала необходимо знание основ общей и неорганической химии, физической химии.

Курс имеет целью сформировать основы теоретического мышления, раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и технологии производства наноматериалов и наносистем, развить у студентов творческое отношение по освоению технологии переработки наноматериалов в продукты целевого назначения. Курс должен обеспечить в полной мере понимание студентами целей и задач физико-химических основ нанотехнологий , изучение основ производства материалов и изделий из них, практическое и научное приложение полученных знаний.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана подготовки бакалавра. Курс “ Физико-химические основы нанотехнологий ” предваряет базовую подготовку студентов по химико-технологическим дисциплинам

Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам: теоретические основы энерго- ресурсосбережения , альтернативные источники энергии , теоретические основы мембранных процессов, применение мембран в ресурсосберегающих процессах, проблемы устойчивого развития.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 1) Знать

- физико-химические основы получения наночастиц (ОПК-3)

### 2) Уметь:

- обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов получения наночастиц и материалов (ОПК-3)

### 3) Владеть:

- методологией реализации фазоинверсионных процессов при организации производства наноматериалов из полимеров (ОПК-3);

- методологиями газофазного, плазмохимического синтезов, осаждения из коллоидных растворов, термического разложения и восстановления неорганических соединений (ОПК-3);

**(ОПК-3)** - способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Тема 1. Механизм фазовой инверсии.	6	1-2	2		2				8		2/ 50	
2	Тема 2. Фазоинверсионные процессы сухого формирования наносистем	6	3-4	2		2				8		2/ 50	
3	Тема 3. Фазоинверсионный процесс мокрого формования	6	5-6	2		2				8		2/50	Рейтинг-контроль 1
4	Тема 4. Термический процесс	6	7-8	2		2				8		2/ 50	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
5	<i>Тема 5.</i> Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем на основе неорганических соединений при конденсации паров	6	9-10	2		2			8		2 / 50	
6	<i>Тема 6</i> Физико-химические основы плазмохимического синтеза	6	11-12	2		2			8		2/50	Рейтинг-контроль 2
7	<i>Тема 7.</i> Физико-химические основы синтеза фуллеренов	6	13-14	2		2			8		2/50	
8	<i>Тема 8.</i> Физико-химические основы синтеза кластеров на основе титана	6	15-16	2		2			8		2/50	
9	<i>Тема 9.</i> Физико-химические основы синтеза наночастиц осаждением из коллоидных растворов	6	17-18	2		2			8		2/50	Рейтинг-контроль 3
Итого (144 ч):				18		18			72		18/50	Экзамен, 36

## 4.1. Теоретический курс

(мультимедийное сопровождение)

### *Лекция 1.* Механизм фазовой инверсии.

Вопросы : 1. Введение . 2. Наноструктурные материалы.3. Особенности строения и свойства малых атомных агрегаций. 4. Фазо-инверсионные процессы. 5. Механизм фазовой инверсии

### *Лекция 2.* Фазоинверсионные процессы сухого формирования наносистем

Вопросы: 1. Сущность фазоинверсионного процесса сухого формирования. 2. Стадии фазоинверсионного процесса образования мембран. 3. Зависимость массы отливочного раствора и толщины мембраны от продолжительности сушки. 4. Взаимодействие в системе |осадитель полимера – растворитель. 5. Модель структуры полимера, содержащего нерастворяющий пластификатор. 6. Главные факторы, определяющие пористость и пространственные характеристики пор мембран, полученных сухим формированием

### *Лекция 3.* Фазоинверсионный процесс мокрого формирования

Вопросы: 1. Сущность процесса мокрого формирования 2. Раствор для мокрого формирования. 3. Составы осадительных ванн 4. Физическая модификация структуры первичного геля 6. Отжиг пористой мембраны.

### *Лекция 4* Термический процесс

Вопросы: 1 Область применения. 2. Особенности термического процесса формирования мембран. 3. Полимеры и латентные растворители. 4. Фазоинверсионный процесс со вспомогательным полимером.

### *Лекция 5.* Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем

на основе неорганических соединений при конденсации паров

Вопросы: 1. Сущность процесса получения изолированных наночастиц при испарении металлов. 2. Газофазный синтез (конденсация паров) 3. Схема установки газофазного синтеза в левитационно-струйном генераторе . 4. Метод конденсации для получения керамических нанопорошков из металлоорганических прекурсоров.

### *Лекция 6* Физико-химические основы плазмохимического синтеза

Вопросы: 1. Основные условия получения высокодисперсных порошков 2. Этапы плазмохимический синтеза. 3. Синтез оксидов в плазме электродугового разряда. 4. Газофазный синтез с использованием лазерного нагрева.

### *Лекция 7.* Физико-химические основы синтеза фуллеренов

Вопросы: 1. Молекулярные кластеры 2. Получение фуллеренов электродуговым распылением графита 3. Пути стабилизации углеродных фуллеренов

### *Лекция 8.* Физико-химические основы синтеза кластеров на основе титана

Вопросы: 1. Стабильные заряженные молекулярные кластеры 2. Структура стабильного кластера  $Ti_8 C_{12}$  3. Результаты расчетов равновесной кристаллической и электронной структуры кластера. 4. Синтез кластерных частиц  $M_8C_{12}$  и  $M_mC_n$  (M - это Ti, Zr, Hf, V)

**Лекция 9. Физико-химические основы синтеза наночастиц осаждением из коллоидных растворов**

Вопросы. 1. Сущность способа получения наночастиц из коллоидных растворов. 2. Получение нанокристаллических оксид титана, циркония, алюминия, иттрия. 3. Синтез наночастиц смешанного состава. 4. Синтез металлических наночастиц восстановлением из солей.

**4.2 Перечень тем практических занятий**

- Тема 1** Физико-химические основы фазовой инверсии.
- Тема 2** Механизм фазоинверсионного процесса сухого формирования наносистем
- Тема 3** Фазоинверсионный процесс мокрого формирования
- Тема 4** Латентные растворители, фазоинверсионный процесс термического формирования нанопористых материалов
- Тема 5** Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем на основе неорганических соединений при конденсации паров.
- Тема 6** Физико-химические основы плазмохимического синтеза.
- Тема 7** Физико-химические основы синтеза фуллеренов
- Тема 8** Физико-химические основы синтеза кластеров на основе титана
- Тема 9** Физико-химические основы синтеза наночастиц осаждением из коллоидных растворов

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине “ Физико-химические основы нанотехнологий ” используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом 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.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

*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 выполнении домашних индивидуальных заданий.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении практических заданий: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- публичная защита рефератов;

- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;

- лабораторные исследования с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы**

#### **оценки качества знаний студентов по дисциплине**

#### **“ Физико-химические основы нанотехнологий ”**

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

#### **Рейтинг-контроль № 1.**

1. Введение в физико-химические основы нанотехнологий .
2. Наноструктурные материалы.
3. Особенности строения и свойства малых атомных агрегаций.
4. Фазо-инверсионные процессы.
5. Механизм фазовой инверсии
6. Сущность фазоинверсионного процесса сухого формования
7. Стадии фазоинверсионного процесса образования мембран.
- 8 Зависимость массы отливочного раствора и толщины мембраны от продолжительности сушки.

9. Взаимодействие в системе |осадитель полимера – растворитель.
10. Модель структуры полимера, содержащего нерастворяющий пластификатор.
11. Главные факторы, определяющие пористость и пространственные характеристики пор мембран, полученных сухим формованием
12. Сущность процесса мокрого формования
13. Раствор для мокрого формования.
14. Составы осадительных ванн
15. Физическая модификация структуры первичного геля
16. Отжиг пористой мембраны

### **Рейтинг-контроль № 2.**

- 1 Область применения термического процесса.
2. Особенности термического процесса формирования мембран.
3. Полимеры и латентные растворители.
4. Фазоинверсионный процесс со вспомогательным полимером
5. Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем на основе неорганических соединений при конденсации паров
6. Сущность процесса получения изолированных наночастиц при испарении металлов.
7. Газофазный синтез (конденсация паров)
8. Схема установки газофазного синтеза в левитационно-струйном генераторе .
9. Метод конденсации для получения керамических нанопорошков из металлоорганических прекурсоров.
10. Основные условия получения высокодисперсных порошков плазмохимическим синтезом
11. Этапы плазмохимического синтеза.
12. Синтез оксидов в плазме электродугового разряда.
13. Газофазный синтез с использованием лазерного нагрева

### **Рейтинг-контроль № 3.**

1. Основы синтеза фуллеренов Молекулярные кластеры
2. Получение фуллеренов электродуговым распылением графита
3. Пути стабилизации углеродных фуллеренов
4. Стабильные заряженные молекулярные кластеры основе титана.
5. Структура стабильного кластера  $Ti_8 C_{12}$
6. Результаты расчетов равновесной кристаллической и электронной структуры кластера.
7. Синтез кластерных частиц  $M_8C_{12}$  и  $M_mC_n$  (M - это Ti, Zr, Hf, V)
8. Сущность способа получения наночастиц из коллоидных растворов.
9. Получение нанокристаллических оксид титана, циркония, алюминия, иттрия. из коллоидных растворов
10. Синтез наночастиц смешанного состава из коллоидных растворов

## 11. Синтез металлических наночастиц восстановлением из солей из коллоидных растворов

### 6.2 Темы для самостоятельного обучения (72 ч)

- Тема 1** Механизм фазовой инверсии.
- Тема 2** Фазоинверсионные процессы сухого формирования наносистем
- Тема 3** Фазоинверсионный процесс мокрого формования
- Тема 4** Термический процесс
- Тема 5** Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем на основе неорганических соединений при конденсации паров
- Тема 6** Физико-химические основы плазмохимического синтеза
- Тема 7** Физико-химические основы синтеза фуллеренов
- Тема 8** Физико-химические основы синтеза кластеров на основе титана
- Тема 9** Физико-химические основы синтеза наночастиц осаждением из коллоидных растворов

### 6.3. Вопросы к экзамену

1. Введение в физико-химические основы нанотехнологий .
2. Наноструктурные материалы.
3. Особенности строения и свойства малых атомных агрегаций.
4. Фазо-инверсионные процессы.
5. Механизм фазовой инверсии
6. Сущность фазоинверсионного процесса сухого формования
7. Стадии фазоинверсионного процесса образования мембран.
8. Зависимость массы отливочного раствора и толщины мембраны от продолжительности сушки.
9. Взаимодействие в системе |осадитель полимера – растворитель.
10. Модель структуры полимера, содержащего нерастворяющий пластификатор.
11. Главные факторы, определяющие пористость и пространственные характеристики пор мембран, полученных сухим формованием
12. Сущность процесса мокрого формования
13. Раствор для мокрого формования.
14. Составы осадительных ванн
15. Физическая модификация структуры первичного геля
16. Отжиг пористой мембраны
17. Область применения термического процесса.
18. Особенности термического процесса формирования мембран.
19. Полимеры и латентные растворители.
20. Фазоинверсионный процесс со вспомогательным полимером

21. Физико-химические основы синтеза наночастиц и наносистем на основе неорганических соединений при конденсации паров
22. Сущность процесса получения изолированных наночастиц при испарении металлов.
23. Газофазный синтез (конденсация паров)
24. Схема установки газофазного синтеза в левитационно-струйном генераторе
25. Метод конденсации для получения керамических нанопорошков из металлоорганических прекурсоров.
26. Основные условия получения высокодисперсных порошков плазмохимическим синтезом
27. Этапы плазмохимического синтеза.
28. Синтез оксидов в плазме электродугового разряда.
29. Газофазный синтез с использованием лазерного нагрева
30. Основы синтеза фуллеренов Молекулярные кластеры
31. Получение фуллеренов электродуговым распылением графита
32. Пути стабилизации углеродных фуллеренов
33. Стабильные заряженные молекулярные кластеры основе титана.
34. Структура стабильного кластера  $Ti_8 C_{12}$
35. Результаты расчетов равновесной кристаллической и электронной структуры кластера.
36. Синтез кластерных частиц  $M_8C_{12}$  и  $M_nC_n$  (M - это Ti, Zr, Hf, V)
37. Сущность способа получения наночастиц из коллоидных растворов.
38. Получение нанокристаллических оксидов титана, циркония, алюминия, иттрия. из коллоидных растворов
39. Синтез наночастиц смешанного состава из коллоидных растворов
40. Синтез металлических наночастиц восстановлением из солей из коллоидных растворов

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;
- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы экзаменационного билета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;
- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;
- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или

неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

**Таблица**

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
$\geq 91$	отлично
75-90	хорошо
61-74	удовлетворительно
$<60$	неудовлетворительно

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. - М. : БИНОМ, 2014. - (Учебник для высшей школы). - Студенческая научная библиотека «Консультант студента»<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323784.html>

2. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление [Электронный ресурс] / М. Халл, Д. Боумен. - М. : БИНОМ, 2015. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329229.html>

3. Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс]: учебное пособие / Дмитриев А.С., Наumenко В.Ю., Алексеев Т.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012. - Студенческая научная библиотека «Консультант студента»<http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI184.html>

4. Очарование нанотехнологии [Электронный ресурс] / Хартманн У. ; пер. с нем. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. - (Нанотехнологии). Студенческая научная библиотека «Консультант студента» - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313259.html>

5. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии [Электронный ресурс] / Генрих Эрлих. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329281.html>

### **б) дополнительная литература**

1. Наполовину мертвый кот, или Чем нам грозят нанотехнологии [Электронный ресурс] / С.Б. Тараненко, А.А. Балякин, К.В. Иванов. - М. : БИНОМ, 2013. - Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321902.html>

2. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2009. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>

3. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М.Кутузова, С.К. Пятунина. - М. : Прометей, 2013. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224457.html>

4. Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Науменко, Т.А. Алексеев, А.С. Дмитриев. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012. - Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007310.html>

5. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2009. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>

#### **в) периодические издания:**

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

#### **г) интернет-ресурсы:**

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) аудитории кафедры для проведения практических занятий.

- электронные библиотечные системы Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) аудитории кафедры для проведения практических занятий.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; профилю программы подготовки « Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Рабочую программу составил



д.т.н., профессор Христофоров А.И.

Рецензент

(представитель работодателя)



зам. генерального директора по научно -  
технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н  
Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 8 от 1.04.15 года

Заведующий кафедрой



Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Протокол № 9 от 1.04.15 года

Председатель комиссии

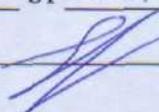


Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» для бакалавриата направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофорова А.И.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофорова А.И. для бакалавриата направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике практических занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов заданий для проведения рейтинг-контроля и экзамена, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, практических занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» профессора Христофорова А.И. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.02.«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент:

зам. генерального директора по научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Лазарев Е.В.