Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 17:00:15
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»

по специальности
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»
Специализация
«Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» следует отнести:

– формирование знаний об основных методах получения ультрадисперсных и наноматериалов, особенностях свойств таких материалов и областей применения.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, в том числе формирование умений по усовершенствованию и разработке новых, более эффективных методов получения наноматериалов, оценке их качества и применения.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» следует отнести:

– освоение методологии, анализа и выбора принципов и методов создания нановеществ, освоение методов и условий проведения экспериментов по созданию материалов наноразмерного уровня, порядка определения и обработки полученной информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» относится к числу дисциплин и курсов по выбору студента, устанавливаемых ВУЗом вариативной части (Б.1.3.7) основной образовательной программы специалитета.

«Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Основы проектирования химических предприятий;

– Основы технологической безопасности производства ЭНМ и изделий;

– Процессы и аппараты химической технологии;

– Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

	программы обучающийся должен обладать	
ПК-16(1)	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	**знать:** • управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий **уметь:** • использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов **владеть:** • современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часов (из них 144 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» изучаются на пятом курсе.

9 семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общие вопросы нанотехнологии и наноматериалов. Нанотехнологии среди других наук.

Общие сведения о наноматериалах.

Наночастицы. Классификация наноматериалов по размерам частиц. Основные свойства наноматериалов.

Влияние размерного фактора на свойства частиц. Нановолокна. Нанопленки. Объемные наноструктуры.

Основные химические методы получения наночастиц.

Общие сведения о методах получения наночастиц. Получение наночастиц в газовой фазе. Осаждение наночастиц в газовой фазе.

Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Термическое разложение и восстановление.

Получение наночастиц в жидкой фазе. Осаждение в растворах и расплавах. Осаждение при сверхкритических условиях. Золь-гель метод. Электрохимический метод получения наночастиц.

Получение наночастиц с использованием плазмы. Механохимический синтез. Биохимические методы получения наноматериалов. Криохимический метод. Общие сведения о криохимической технологии. Основные процессы криохимической технологии.

Приготовление и диспергирование растворов.

Приготовление растворов. Диспергирование растворов. Характеристика диспергирования жидкостей.

Теория диспергирования при истечении из отверстий. Диспергирование жидкостей форсунками. Получение капель электрическими методами.

Получение твердых гранул.

Основные особенности процесса кристаллизации растворов. Кинетика процесса кристаллизации. Создание пересыщения, зарождение и рост кристаллов. Формирование структуры твердой фазы в процессе криокристаллизации.

Замораживание в криогенных и охлаждаемых жидкостях. Замораживание в криогенных жидкостях. Замораживание в охлаждаемых жидкостях. Замораживание на охлаждаемой поверхности. Замораживание растворов в тонком слое на плоских теплоотводящих поверхностях.

Замораживание капель на охлаждаемой твердой поверхности. Замораживание в вакууме. Тепло- и массообмен при замораживании капли в потоке хладоагента. Особенности гранулообразования при замораживании в вакууме. Дисперсность криопродуктов.

Сублимационная сушка.

Физико-химические основы процесса сублимационной сушки. Общие сведения о процессе сублимационной сушки. Механизм и кинетика сублимационной сушки. Тепло- и массообмен при сублимационном обезвоживании криогранул.

Сублимационное обезвоживание при радиационном излучении. Сублимация при подводе энергии через замороженный слой материала.

Десублимация.

Общие сведения. Десублимация при движении пара в направлении, нормальном к плоской охлаждаемой поверхности.

Десублимация при движении пара вдоль охлаждаемой поверхности.

Криоэкстракция и криоосаждение.

Физико-химические особенности процесса криоосаждения.

Физико-химические особенности процесса криоэкстракции

Процессы переработки нанопродуктов криосинтеза.

Основные сведения о процессах переработки криогранулята. Метастабильное состояние криопродуктов. Процесс старения. Дегидратация

и термическое разложение. Измельчение твердых тел. Общие понятия. Теория измельчения.

Конструирование измельчающих устройств. Смешивание порошковых материалов. Теория процесса смешения. Конструкции смесителей. Компактирование порошков.

Физико-химические особенности компактирования нанопорошков. Компактирование нанопорошков при статическом силовом воздействии. Компактирование нанопорошков при динамическом силовом воздействии. Спекание пористых тел.

Аппаратурно-технологическое оформление сублимационных процессов.

Основные технологические схемы процессов сублимации и десублимации при получении наноматериалов. Аппаратурное оформление процессов сублимации и десублимации.

Сублимационные сушильные аппараты. Десублимационные конденсаторы. Вакуумные насосы для сублимационных установок. Материальный и тепловой балансовые расчеты.

Аттестация наноматериалов и охрана окружающей среды.

Методы исследования при аттестации наноматериалов. Определение дисперсности наноматериалов. Методы определения элементного состава дисперсных сред. Методы анализа фазового состава.

Методы исследования поверхности наноматериалов. Наноматериалы и охрана окружающей среды. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Экология в производстве и применении наноматериалов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях кафедры;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсовой работы;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Криохимическая

нанотехнология для ЭНМ» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению тестовых заданий и их защита,
- реферат по теме «Криохимическая нанотехнология» (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.

Курсовая работа представляет собой работу, посвященную разработке ряда вопросов криохимической технологии в объеме, предусматривающем реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Примерная тема курсовой работы, выполняемой обучающимися – «Определение основных параметров процесса получения наноразмерного материала методом (по выбору)».

Курсовая работа предусматривает сбор материала по выданному заданию, формулирование выводов и постановку задачи, назначение основные параметров процессов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита рефератов, курсовой работы.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-16(1)	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием

	стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-16(1) способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
Знать: управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных понятий, основ методов расчета и обеспечения работы оборудования криохимической технологии	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и понятий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов управления автоматизированным и технологическими процессами ЭНМ и изделий	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий, свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты по использованию технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	Обучающийся владеет методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» (прошли промежуточный контроль, выполнили курсовую работу, выступили с рефератом)

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, исправленные при повторном ответе.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при

	оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: учебное пособие /М.Б. Генералов – М.: ИКЦ «Академия», 2006.
2. Генералов М.Б. Основы технологии нанодисперсных материалов: учебное пособие /М.Б. Генералов. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011.

б) дополнительная литература:

1. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии (Теория и методы расчета): учебное пособие. /М.Б. Генералов – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии /А.И. Гусев – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005
3. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Библиотека»

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы.

Лекции с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории Бсб811 или Бсб809. Практические и семинарские занятия проводятся в лабораториях, в аудиториях Бсб811 или Бсб809 с демонстрацией работы лабораторных и научно-исследовательских установок и вспомогательного оборудования, что необходимо для более наглядного изучения дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

10.Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать,

только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 18.05.01 – **«Химическая**

технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)».

Программу составил:

д.т.н., проф. /Кузнецова И.А./

Программа утверждена на заседании кафедры "Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств " «_26__» ___августа_ 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /М.Б.Генералов/

Руководитель образовательной
программы к.т.н., доцент /Н.С. Трутнев/

Приложение 1 к рабочей программе

Структура и содержание дисциплины «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (уровень специалитета) Профиль подготовки «Автоматизированное производство химических предприятий»

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.1	**Введение.** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общие вопросы нанотехнологии и наноматериалов. Нанотехнологии среди других наук.	9	1	2											
1.2	Вводное занятие по лабораторному практикуму	9	2	2		2									
1.3	**Общие сведения о наноматериалах.** Наночастицы. Классификация наноматериалов по размерам частиц. Основные свойства наноматериалов. Влияние размерного фактора на свойства частиц. Нановолокна. Нанопленки. Объемные наноструктуры.	9	3	2			+								
1.4	**Основные химические методы получения наночастиц.** Общие сведения о методах получения наночастиц. Получение наночастиц в газовой фазе. Осаждение наночастиц в газовой фазе. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Термическое разложение и восстановление.	9	4	2		4			+						

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Лабораторный практикум														
1.5	**Основные химические методы получения наночастиц.** Получение наночастиц в жидкой фазе. Осаждение в растворах и расплавах. Осаждение при сверхкритических условиях. Золь-гель метод. Электрохимический метод получения наночастиц. Получение наночастиц с использованием плазмы. Механохимический синтез. Биохимические методы получения наноматериалов. Криохимический метод. Общие сведения о криохимической технологии. Основные процессы криохимической технологии.	9	5	2			+								
1.6	**Приготовление и диспергирование растворов.** Приготовление растворов. Диспергирование растворов. Характеристика диспергирования жидкостей. Теория диспергирования при истечении из отверстий. Диспергирование жидкостей форсунками. Получение капель электрическими методами. Лабораторный практикум	9	6	2		4	+								
1.7	**Получение твердых гранул.** Основные особенности процесса кристаллизации растворов. Кинетика	9	7	2		4									

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	процесса кристаллизации. Создание пересыщения, зарождение и рост кристаллов. Формирование структуры твердой фазы в процессе криокристаллизации. Лабораторный практикум														
1.8	**Получение твердых гранул.** Замораживание в криогенных и охлаждаемых жидкостях. Замораживание в криогенных жидкостях. Замораживание в охлаждаемых жидкостях. Замораживание на охлаждаемой поверхности. Замораживание растворов в тонком слое на плоских теплоотводящих поверхностях.	9	8	2			+								
1.9	**Получение твердых гранул.** Замораживание капель на охлаждаемой твердой поверхности. Замораживание в вакууме. Тепло- и массообмен при замораживании капли в потоке хладоагента. Особенности гранулообразования при замораживании в вакууме. Дисперсность криопродуктов. Лабораторный практикум	9	9	2		4	+								
1.10	**Сублимационная сушка.** Физико-химические основы процесса сублимационной сушки. Общие сведения о процессе сублимационной сушки. Механизм и кинетика сублимационной сушки. Тепло- и массообмен при	9	10	2		4									

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	сублимационном обезвоживании криогранул. Лабораторный практикум														
1.11	**Сублимационная сушка.** Сублимационное обезвоживание при радиационном излучении. Сублимация при подводе энергии через замороженный слой материала.	9	11	2			+								
1.12	**Десублимация.** Общие сведения. Десублимация при движении пара в направлении, нормальном к плоской охлаждаемой поверхности. Десублимация при движении пара вдоль охлаждаемой поверхности. Лабораторный практикум	9	12	2		4	+								
1.13	**Криоэкстракция и криоосаждение.** Физико-химические особенности процесса криоосаждения. Физико-химические особенности процесса криоэкстракции	9	13	2			+								
1.14	**Процессы переработки нанопродуктов криосинтеза.** Основные сведения о процессах переработки криогранулята. Метастабильное состояние криопродуктов. Процесс старения. Дегидратация и термическое разложение. Измельчение твердых тел. Общие понятия. Теория измельчения.	9	14	2		4	+								

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Лабораторный практикум														
1.15	**Процессы переработки нанопродуктов криосинтеза.** Конструирование измельчающих устройств. Смешивание порошковых материалов. Теория процесса смешения. Конструкции смесителей. Компактирование порошков. Физико-химические особенности компактирования нанопорошков. Компактирование нанопорошков при статическом силовом воздействии. Компактирование нанопорошков при динамическом силовом воздействии. Спекание пористых тел.	9	15	2			+								
1.16	**Аппаратурно-технологическое оформление сублимационных процессов.** Основные технологические схемы процессов сублимации и десублимации при получении наноматериалов. Аппаратурное оформление процессов сублимации и десублимации. Сублимационные сушильные аппараты. Десублимационные конденсаторы. Вакуумные насосы для сублимационных установок. Материальный и тепловой балансовые расчеты. Лабораторный практикум	9	16	2		4	+								

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.17	**Аттестация наноматериалов и охрана окружающей среды.** Методы исследования при аттестации наноматериалов. Определение дисперсности наноматериалов. Методы определения элементного состава дисперсных сред. Методы анализа фазового состава. Методы исследования поверхности наноматериалов. Наноматериалы и охрана окружающей среды. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Экология в производстве и применении наноматериалов.	9	17	2			+					+			
1.18	**Обзорное практическое занятие.**	9	18	2		2									
	Форма аттестации		19-21											**Э**	
	Всего часов по дисциплине в семестре			36		36	108		+			Один реферат			

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)»
Специализация: «Автоматизированное производство химических предприятий»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Криохимическая нанотехнология для ЭНМ

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Экзаменационные билеты

Темы рефератов

Составитель:

Кузнецова И.А.

Москва, 2020 г

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»					
ФГОС ВО 18.05.01 – «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-16(1)	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	**знать:** управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий **уметь:** использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов **владеть:** современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р, Т, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ
«Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»
для самоподготовки к устному опросу (собеседованию)

1. Основные понятия о наноматериалах. Классификация по размерам.
2. Методы получения наноразмерных частиц. Основные достоинства и недостатки.
3. Основные процессы в криохимической нанотехнологии.
4. Механические методы получения наноразмерных частиц.
5. Приготовление и диспергирование растворов в криохимической нанотехнологии.
6. Физические методы получения наноразмерных частиц.
7. Особенности процессов кристаллизации растворов в криохимической нанотехнологии.
8. Получение наноматериалов в ходе химических реакций.
9. Основные сведения о процессе сублимационной сушки в криохимической нанотехнологии
10. Электрохимические методы получения наноматериалов.
11. Криоэкстракция и криоосаждение в криохимической нанотехнологии
12. Измельчение криопродуктов. Конструкции измельчающих устройств
13. Процесс десублимации в криохимической нанотехнологии
14. Смешивание порошковых материалов. Основные конструкции смесителей.
15. Особенности процесса компактирования наноразмерных порошковых материалов. Статическое силовое воздействие.
16. Особенности спекания пористых наноразмерных материалов.
17. Синтез наноматериалов ударно-волновым методом.
18. Методы измерений, применяемые в нанометрологии.
19. Промышленные высокоэнергетические методы синтеза наноматериалов. Установки взрывного синтеза. Лазерные методы.
20. Основные методы исследования наноматериалов: спектральная микроскопия. Виды. Особенности исследования
21. Основные технологические схемы процессов сублимации и десублимации при получении наноматериалов
22. Основные методы исследования наноматериалов: сканирующие микроскопы. Виды. Особенности исследования
23. Методы исследования при аттестации наноматериалов
24. Основные методы исследования наноматериалов: электронная микроскопия. Виды. Особенности исследования

Темы рефератов
по дисциплине «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»

1. Методы исследования при аттестации наноматериалов.
2. Определение дисперсности наноматериалов.
3. Методы определения элементного состава дисперсных сред.
4. Методы анализа фазового состава.
5. Методы исследования поверхности наноматериалов.
6. Наноматериалы и охрана окружающей среды.
7. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды.
8. Экология в производстве и применении наноматериалов.

Примеры экзаменационных заданий по дисциплине «Криохимическая нанотехнология для ЭНМ»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра\центр «АОиАТП»
Дисциплина Криохимическая нанотехнология для ЭНМ
Образовательная программа
Курс 5, семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 .

1. Основные понятия о наноматериалах. Классификация по размерам
2. Методы получения наноразмерных частиц. Основные достоинства и недостатки.

Утверждено на заседании кафедры.
Зав. Кафедрой _____ /Генералов М.Б./