Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский государственный университет нефти и газа
имени И.М. Губкина

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор по учебной работе
_____Кошелев В.Н.

«____»_____2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Направление подготовки
230100 «Информатика и вычислительная техника»

Все программы подготовки

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2011

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является приобретение магистрантами знаний: 1) о физических основах двух основных типов нанотехнологий – технологий принудительного механосинтеза и технологий молекулярной самоорганизации; 2) о наноразмерных структурах, присутствующих в природных нефтегазовых средах и о критическом влиянии этих наноструктур на эксплуатационно важные макроскопические свойства сырых нефтей.

Изучение дисциплины позволит овладеть знаниями и умениями, необходимыми для разработки и внедрения передовых нефтегазовых нанотехнологий. Такие технологии должны включать специально разработанные операции (проводиться при специально выбранных условиях) с тем, чтобы целенаправленно предотвращать (или наоборот, провоцировать) осуществление тех или иных фазовых превращений в наноколлоидах природных нефтегазовых флюидов. В результате, может быть сохранен баланс тонкой внутренней структуры природной нефти и обеспечено улучшение (или, по крайней мере, сохранение) эксплуатационных свойств и товарной ценности добываемого углеводородного сырья.

Дисциплина посвящена изложению сведений о современных методах исследования нанообъектов, имеющейся информации о нанофазах природных нефтегазовых флюидов, влияющих на эксплуатационные и товарные характеристики добываемой продукции, а также сведений о возможных методах управления свойствами этих нанофаз, которые могут быть положены в основу производственных технологий. В процессе преподавания дисциплины рассматриваются особенности двух современных направлений нанотехнологий – механосинтеза и супрамолекулярной химии. Излагаются сведения об основных типах наночастиц, естественно присутствующих в нефтегазовых средах. Приводятся теоретические и экспериментальные сведения о процессах преобразования нанофаз в призабойной зоне пласта, в стволе скважины, в системах сбора, первичной подготовки, транспортировки и хранения, о роли нанофаз в экологических проблемах, связанных с разливами нефтей.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Физические основы нанотехнологий и их применение в нефтегазовой отрасли» представляет собой дисциплину вариативной части профессионального цикла дисциплин. Для программ 230100.01 и 230100.02 является дисциплиной по выбору. Дисциплина базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин, входящих в модули Математика, Физика и Химия, читаемых в 1-4 семестрах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В процессе освоения данной дисциплины магистрант формирует и демонстрирует следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции при освоении ООП ВПО, реализующей ФГОС ВПО:

- способность совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);

- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6);

- способность адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-7);

- способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы (ПК-1);

- способность осознать основные проблемы своей предметной области, определить методы и средства их решения (ПК-3);

- способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ПК-5);

- способность осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода (ПК-7);

- готовность анализировать состояние научно-технической проблемы и определять цели и задачи проектирования приборных систем на основе изучения мирового опыта (ПК-8);

- способность организовать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологических процессов (ПК-18);

- готовность выбрать оптимальные методы и разработать программы экспериментальных исследований и испытаний, провести измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений (ПК-22);

- способность подготовить научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-24);

- способность использовать результаты научно-исследовательской деятельности и пользоваться правами на объекты интеллектуальной собственности (ПК-25);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

Магистрант знает:

- основные типы природных нанообъектов в нефтегазовых средах и закономерности изменения свойств этих нанообъектов (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7);
- особенности различных типов нанотехнологий; области приложения нанотехнологий механосинтеза и нанотехнологий самоорганизации (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5,);
- проблемы нефтегазового производства, возникающие в результате неконтролируемого преобразования нанофаз углеводородных сред и возможные способы предотвращения этих проблем (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7, ПК-8, ПК-18,).

Магистрант умеет:

- выявлять производственные проблемы, связанные с нанофазами нефтегазовых флюидов (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7);
- сформулировать и решить проблему управления нанообъектами в технологиях термообработки нефтей (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8, ПК-18, ПК-24, ПК-25,);
- сформулировать и решить проблему управления нанообъектами в технологиях смешения нефтей (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8, ПК-18, ПК-24, ПК-25,);

Магистрант владеет:

- методами обнаружения и определения характеристик нанообъектов (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7, ПК-21);
- навыками поиска и анализа современной научно-технической информации по профилю изучаемой дисциплины (ОК-2, ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7,).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единица, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)			Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)*, форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Л	ПЗ (С)	СР		
1	Часть 1. Различные виды нанотехнологий.	2	1-4	4	4	8	ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5	4 нед. – Контрольный тест.
2	Часть 2. Природные нанообъекты в нефтегазовых средах.	2	5-8	4	4	9	ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7	8 нед. – Контрольный тест.
3	Часть 3. Фазовая диаграмма наноколлоидов асфальтенов.	2	9-12	4	4	9	ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7	12 нед. – Контрольный тест.
4	Часть 4. Проблемы изменения состояния асфальтенов при смешении и термической обработке нефтей.	2	13-18	5	5	12	ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7, ПК-18, ПК-22, ПК-24, ПК-25	18 нед. – Контрольный тест. Семестровый диф. зачет
	Всего часов			17	17	38		

4.1 Содержание разделов дисциплины

Часть 1. Различные виды нанотехнологий – принудительная сборка атомных и молекулярных структур и самосборка нанообъектов.

1. Что такое «нанотехнологии» и «нанообъекты»? Возникновение и распространение механистических представлений о нанотехнологиях. Существующие классификации нанообъектов и наноматериалов. Современное «производственное оборудование» нанотехнологий механоситеза.

2. «Две субкультуры» в разработке и внедрении нанотехнологий. Субкультура «принудительной сборки» (механосинтеза). Субкультура «самосборки» (супрамолекулярного химического синтеза).

3. Некоторые сведения о супрамолекулярной химии. Столетняя история супрамолекулярных нанотехнологий. О самосборке, самоассоциации и самоорга-

низации. О нековалентных взаимодействиях. Нековалентные взаимодействия в ассоциативных наноколлоидах природных нефтей.

4. Закономерные фазовые преобразования структуры в модельных ассоциативных наноколлоидах. Модель «сферических мицелл» и уникальная «критическая концентрация мицеллообразования». Многообразие структурно различающихся нанофаз в макромолекулярных ассоциативных коллоидах блок-сополимеров.

Часть 2. Природные нанообъекты в нефтегазовых средах.

5. Наноуглерод. Фуллерены, нанотрубки, графены, диамондоиды, наноалмазы.

6. Ассоциативные наноколлоиды нефти. Самоассоциация фуллеренов, нанотрубок, графенов. Нафтеновые кислоты и нафтенаты. Асфальтены и смолы. Гуминовые вещества.

7. Кристаллизующиеся наноколлоиды. Парафины, гидраты, неорганические вещества.

8. Наноколлоиды механических примесей в нефти. Природная нанодисперсность жидких сред.

Часть 3. Фазовая диаграмма наноколлоидов асфальтенов как основа нанотехнологий управления свойствами природных нефтегазовых сред.

9. Дополнительные сведения об асфальтенах природных нефтей. Что такое асфальтены? Твердые или жидкие? Как асфальтены отличают от смол? Элементный состав асфальтенов. Какими могут быть молекулы асфальтенов и какими они определенно не являются. Две идеологии исследования асфальтенов. Когда асфальтены вызывают осложнения? Как исследуют стабильность асфальтенов ?

10. О важности фазовых диаграмм состояния углеводородных флюидов для нефтегазового производства.

11. Лабораторные данные об осуществлении множественных фазовых превращений в асфальтенах нефти. Первичное агрегирование мономеров асфальтенов (олигомеризация). Фазовое выделение наноколлоидов асфальтенов (осаждение). Другие концентрационно - определяемые фазовые превращения в наноколлоидах асфальтенов. Фазовые превращения в наноколлоидах асфальтенов, определяемые особыми температурами. Фазовые превращения в наноколлоидах асфальтенов, определяемые давлением. Т-С фазовая диаграмма нефтяных асфальтенов (первичная версия).

12. Связь свойств природных нефтей со структурными фазовыми преобразованиями коллоидов асфальтенов. Чаще других встречаются нефти с содержанием асфальтенов вблизи концентрационных фазовых границ. Плотность добываемых нефтей мира не является монотонной и однозначной функцией содержания асфальтенов. При достижении фазовых границ происходит аномальное возрастание плотности. Вязкость добываемых нефтей мира не является монотонной и од-

нозначной функцией содержания асфальтенов. При достижении фазовых границ происходит аномальное возрастание вязкости.

Часть 4. Проблемы изменения состояния асфальтенов при смешении и термической обработке нефтей и нанотехнологии предотвращения этих проблем.

13. Осознание наличия специфических проблем «несовместимости» при смешении нефтей, битумов, нефтепродуктов и наличия нежелательных последствий термообработки этих флюидов. Проблемы технологий смешения. Проблемы технологий термообработки.

14. Существующие тесты на «несовместимость» нефтей при смешении. Эмпирические критерии потенциальной «несовместимости», обусловленной выпадением в осадок коллоидов асфальтенов. Наиболее распространенные критерии «несовместимости». Очевидная несостоятельность многих традиционных критериев «несовместимости». Необходимость выработки новых «нанокритериев».

15. Практически наблюдаемые проблемы в технологиях смешения природных нефтей. Влияние состава смеси. Влияние температуры смеси. Практически наблюдаемые преобразования коллоидов асфальтенов в смесях природная нефть – «хороший» растворитель. Эффекты состава смеси. Эффекты температуры. Эффекты времени растворения. Практически наблюдаемые проявления «несовместимости» в смесях природная нефть – парафиновый растворитель. Катастрофические проявления «несовместимости» в гетерогенных смесях. Исследования гомогенных смесей при атмосферном давлении. Исследования фазовых преобразований в смесях при реальных пластовых условиях. Практический опыт применения растворителей для разработки месторождений битумов.

16. Нежелательные последствия термической обработки природных нефтей и нефтепродуктов. Ухудшение реологических параметров нефти после термообработки. Увеличение температуры застывания природных нефтей после термообработки. Увеличение органических отложений (АСПО) из нефтяных флюидов после термообработки. Аномалии режима разогрева при термообработке нефтебитумного пласта. Ухудшение реологических параметров водонефтяных эмульсий после термообработки. Влияние давления на термически-индуцированные эффекты

17. В чем могут состоять нанотехнологии смешивания (компаундирования) и нанотехнологии термического воздействия в процессах добычи, транспорта и хранения нефтей. Преобразования нанофаз при термическом воздействии на нефть. Нанотехнологии термического воздействия в процессах разработки, транспорта и хранения нефтей. Преобразования нанофаз при смешивании (компаундировании) нефтей. Нанотехнологии смешивания. Термодинамический и кинетический контроль преобразования нанофаз нефти.

4.1 Темы практических занятий (семинаров)

Темы практических занятий соответствуют тематике разделов дисциплины.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Физические основы нанотехнологий и их применение в нефтегазовой отрасли» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (34 часа) занятия проводятся в виде лекций и семинаров с использованием ПК и необходимых программных продуктов.

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

В процессе преподавания курса «Физические основы нанотехнологий и их применение в нефтегазовой отрасли» в качестве текущей аттестации магистрантов используется такая форма, как контрольный тест с оценкой. В течение семестра запланировано выполнение четырех контрольных тестов. По итогам обучения во 2-м семестре выставляется диф. зачет.

Перечень примерных вопросов для контрольных тестов:

1. Чем выделен размер «нанометры» в природе? Какие природные объекты относят к «нанообъектам»? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

2. Приведите примеры «нанотехнологий», осуществлявшихся до 20-го века. (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

3. В чем состоял вклад Ричарда Фейнмана в развитие современных нанотехнологий? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

4. В чем состоял вклад Эрика Дрекслера в развитие современных нанотехнологий? (ОК-2, ОК- 6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

5. Какие открытия послужили стимулами к ускоренному развитию промышленных нанотехнологий? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

6. Опишите сходства и различия двух основных направлений в развитии современных нанотехнологий. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

7. В чем состоят основные принципы нанотехнологий механосинтеза? С помощью какого оборудования осуществляют соответствующие технологические операции в настоящее время? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8).

8. Опишите особенности проектов «нанофабрик». Какие «нанодетали» планируют производить на «нанофабриках»? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8).

9. В чем состоят основные принципы нанотехнологий супрамолекулярной химии? С помощью какого оборудования осуществляют соответствующие технологические операции в настоящее время? (ОК-2, ОК-6, ПК- 1, ПК-3, ПК-5, ПК-8).

10. Опишите различия свойств и областей проявления «сильных» и «слабых» межмолекулярных взаимодействий. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

11. Опишите основные типы нековалентных межмолекулярных взаимодействий. В чем состоят сходства и различия этих взаимодействий? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

12. Какие процессы называют «самоорганизацией» молекулярных систем? Приведите примеры различных механизмов самоорганизации. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

13. Опишите сходства и различия механизмов самоорганизации в молекулярных системах «хозяин - гость» и в системах амфифильных молекул. (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5)

14. В чем состоят особенности формирования наноструктур типа «хозяин - гость»? Приведите примеры возможного практического применения подобных наноструктур. (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

15. В чем состоят особенности формирования наноструктур амфифильными молекулами? Приведите примеры возможного практического применения подобных наноструктур. (ОК-2,ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

16. В чем состоят отличия предсказаний упрощенной модели «мицеллобразования» от реального поведения систем сложных амфифильных молекул? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

17. Какие природные нанообъекты содержатся в нефтегазовых средах? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3).

18. Опишите разновидности «наноуглерода». Какие из этих нанообъектов наиболее часто встречаются в нефтегазовых средах? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3).

19. Опишите основные типы кристаллизующихся наноколлоидов в нефтегазовых средах. Какие проблемы нефтегазового производства связаны с наличием подобных наноколлоидов? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22).

20. Опишите основные типы ассоциативных наноколлоидов в нефтегазовых средах. Какие проблемы нефтегазового производства связаны с наличием подобных наноколлоидов? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22).

21. Что такое асфальтены? Чем асфальтены отличаются от других компонентов природных нефтегазовых сред? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

22. Какие методы исследования используют для изучения асфальтенов нефти? Какую при этом получают информацию о свойствах молекул асфальтенов? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7).

23. Опишите основные модели строения «молекулы асфальтенов». В чем состоят принципиальные недостатки всех этих моделей? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7).

24. В чем состоят сходства и различия моделей «континента» и «архипелага» для описания строения молекул асфальтенов? (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7).

25. Обоснуйте необходимость знания фазовых диаграмм углеводородных флюидов для нефтегазового производства. Приведите конкретные примеры. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22).

26. Опишите основные особенности фазовой диаграммы для наноколлоидов нефтяных асфальтенов. Приведите примеры структурных превращений наноколлоидов при пересечении фазовых границ. (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7).

27. Опишите проявления связи макроскопических свойств природных нефтей со структурными фазовыми превращениями наноколлоидов асфальтенов. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22).

28. Почему природные нефти можно классифицировать как «ассоциативные наножидкости»? (ОК-1, ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-7).

29. В чем состоят проблемы нефтегазового производства, связные с термообработкой нефтей? Опишите возможные «нефтегазовые нанотехнологии» для предотвращения этих проблем. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22, ПК-24,).

30. В чем состоят проблемы нефтегазового производства, связные со смешением нефтей? Опишите возможные «нефтегазовые нанотехнологии» для предотвращения этих проблем. (ОК-2, ОК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-22, ПК-24,).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Евдокимов И. Н. Нанотехнологии управления свойствами нефтегазовых флюидов. Учебное пособие для вузов. – Москва. – МАКС Пресс, 2010. – 365 с.

2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Учебное пособие для вузов. – Москва. – Академия, 2005. – 192 с.

3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. Москва. – Химия, 1998. – 464 с.

б) дополнительная литература

1. Евдокимов И.Н., Лосев А.П. Различные виды нанотехнологий – принудительная сборка атомных и молекулярных структур и самосборка нанообъектов. - Москва. - Отдел оперативной полиграфии РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2008. - 80 с.

2. Евдокимов И.Н., Лосев А.П. Природные нанообъекты в нефтегазовых средах. - Москва. - Отдел оперативной полиграфии РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2008. - 104 с.

3. Евдокимов И.Н. Фазовая диаграмма наноколлоидов асфальтенов как основа нанотехнологий управления свойствами природных нефтегазовых сред. - Москва. - Издательский Центр РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2009. - 99 с.

4. Евдокимов И.Н. Проблемы несовместимости нефтей при их смешении. - Москва. - Отдел оперативной полиграфии РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2008. - 93 с.

5. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии, Изд. 3-е. Москва. - Техносфера РИЦ, 2007. – 376 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- http://eee.gubkin.ru/ - Интернет-сайт учебно – научного направления «Энергетика, Эволюция, Экология природных углеводородных сред». Полное методическое сопровождение учебного процесса по дисциплине.

- http://www.mikeai.nm.ru/russian/eoc/eoc.html - полный текст перевода на русский язык одной из основополагающих книг по нанотехнологиям: Дрекслер К.Э. *Машины создания. Грядущая эра нанотехнологии.*

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционная аудитория, оборудованная средствами мультимедиа с выходом в Интернет. Комплект лекционных презентаций по всем разделам дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций примерной ООП ВПО по направлению подготовки магистров 230100 «Информатика и вычислительная техника»*, для всех программ подготовки.*

Автор: *проф. Евдокимов И.Н.*

Заведующий кафедрой: *проф. Черноуцан А.И.*

Программа одобрена на заседании УМК факультета автоматики и вычислительной техники РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина от 24.05.2011 года, протокол № 5.

Председатель учебно-методической комиссии
факультета АиВТ: *проф. Сидоров В.В.*

Начальник УМУ: *проф. Макаров А.Д.*