

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
**Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева**

\_\_\_\_\_  
**Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.т.н. Саламатова Е.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Химия природных энергоносителей» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» утвержденного приказом Минобрнауки России № 922 от 07.08.2020 г.;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Составитель

к.т.н., доц. Саламатова Е.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15.02.2021 г., протокол № 19.**

Заведующий  
ХТПЭ

кафедрой

\_\_\_\_\_

д.т.н., проф.

Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела  
лицензирования, аккредитации и  
контроля качества образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н.

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- приобретение базовых теоретических знаний в области химии нефти и газа, состава и физико-химических свойств углеводородных систем, а также методов их исследования и регулирования;
- подготовка студентов к изучению смежных и специальных дисциплин;
- формирование практических навыков применения теоретических представлений при решении профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов.

### Основные задачи дисциплины:

- получение базовых знаний в области состава нефти, классификации нефтей, номенклатуры основных классов органических соединений;
- формирование представлений о свойствах нефти, методах исследования состава нефти, методах разделения компонентов нефти, получение общих представлений и приобретение практического опыта расчетов и навыков работы с лабораторным оборудованием, необходимых для определения условий образования и разрушения дисперсных систем, а также их свойств;
- формирование у студентов понимания практической значимости дисперсного строения нефти и связанных с этим трудностями, возникающими при добыче и транспортировке нефти, а также получение знаний о существующих методах борьбы со структурообразованием в НДС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Химия природных энергоносителей» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». Дисциплину изучают в 4 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Химия природных энергоносителей» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических	ОПК-1	ОПК-1.1. <b>Знать:</b> теоретические основы общих закономерностей протекания химических реакций; основы химической термодинамики и кинетики; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; закономерности строения органических соединений; строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений; механизмы протекания химических реакций; природу межмолекулярного взаимодействия
		ОПК-1.2. <b>Уметь:</b> анализировать химические элементы и их соединения; использовать методы

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
элементов, соединений, веществ и материалов		расчета химико-технологических процессов; определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; применить методы идентификации органического соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения; оценивать свойства простых веществ и их соединений, реакционную способность веществ на основе сведений об атомно-молекулярном строении, природе и свойствах химической связи
		ОПК-1.3. <b>Владеть:</b> навыками применения в практической деятельности законов естественнонаучных дисциплин; навыками расчета основных показателей процессов, протекающих в химических агрегатах, навыками установления структуры органических соединений; методами вычисления тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций при заданной температуре и определения констант скорости реакций по результатам эксперимента
Способность принимать конкретные технические решения для совершенствования технологических процессов с учетом экологических последствий их применения	ПКС-2.1	ПКС-2.1. <b>Знать:</b> основные технологические схемы нефтепереработки
		ПКС-2.2. <b>Уметь:</b> проводить работы по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов
		ПКС-2.3. <b>Владеть:</b> навыками анализа и систематизации научно-технической документации

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Химия природных энергоносителей» составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18

<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка к лабораторным работам	26	26
Проработка конспекта лекций	10	10
<b>Вид промежуточной аттестации аттестация – зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 Происхождение нефти и газа. Классификация нефтей.	26	4	-	12	12
Раздел 2 Основные классы соединений нефти.	28	8	-	6	12
Раздел 3 Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти	18	6	-	-	12
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>36</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>72</b>				

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Происхождение нефти и газа. Классификация нефтей.	Гипотезы минерального происхождения нефти. Представления об органическом происхождении нефти и газа. Химические классификации. Технологическая классификация	4
2.	Основные классы соединений нефти.	Газообразные алканы. Жидкие алканы. Твердые алканы. Циклоалканы (моноциклические, полициклические). Моноциклические, бициклические, полициклические ароматические соединения. Гибридные углеводороды нефти	8
3.	Гетероатомные соединения и минеральные	Кислородсодержащие соединения. Серосодержащие соединения. Азотсодержащие соединения. Гибридные гетероатомные соединения.	6

компоненты нефти	Виды смол. Химическое строение смол и асфальтенов. Физические и химические свойства смол и асфальтенов Виды АСПО. Физические свойства АСПО. Методы их удаления.	
<b>ИТОГО:</b>		<b>18</b>

#### 4.2.3. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение кинематической вязкости нефтепродуктов и тяжелых нефтей	6
2.	Раздел 1.	Определение динамической вязкости нефтепродуктов и тяжелых нефтей	6
3.	Раздел 1.	Определение плотности нефти и тяжелых нефтяных остатков.	6
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.5 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

## **Раздел 1. Происхождение нефти и газа.**

1. Гипотезы минерального происхождения нефти.
2. Представления об органическом происхождении нефти.
3. Образование основных классов углеводородов нефти.
4. Химические классификации нефтей.
5. Технологическая классификация нефтей.
6. Плотность, молекулярная масса, вязкость, температура кристаллизации, помутнения, застывания нефтепродуктов.
7. Температура вспышки, воспламенения, самовоспламенения, оптические свойства нефтепродуктов

## **Раздел 2. Общие свойства и классификация нефтей**

1. Содержание алканов в нефтях и попутных газах.
2. Газообразные жидкие и твердые алканы. Основные свойства алканов.
3. Моно- и полициклические циклоалканы.
4. Типы аренов и их содержание в нефтях и нефтяных фракциях.
5. Основные свойства аренов.
6. Полициклоароматические углеводороды
7. Напишите структурные формулы следующих углеводородов, которые названы по «рациональной» и систематической номенклатуре: а) метилэтилизобутилметана; б) триметил-втор-бутилметана; в) 2,5-диметилгексана; г) 3-метил-3-этилпентана; д) 3-этилгептана; е) 2,4-диметил-4-этилоктана.

## **Раздел 3. Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти**

1. Кислородсодержащие соединения нефти.
2. Серосодержащие соединения нефти.
3. Азотсодержащие соединения нефти.
4. Смолисто-асфальтеновые вещества нефти.
5. Минеральные компоненты нефти
6. Строение асфальтенов
7. Физические методы подготовки нефти и газа к транспортировке
8. Химические методы подготовки нефти и газа к транспортировке.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

1. Классификация методов разделения нефти.
2. Перегонка и ректификация нефти.
3. Азеотропная и экстракционная ректификация нефти,
4. Абсорбция, экстракция, кристаллизация нефтепродуктов.
5. Образование аддуктов и комплексов. Химические методы разделения, методы выделения отдельных групп соединений из нефтяных фракций.
6. Какие нежелательные примеси в нефти присутствуют?
7. География нефтяных месторождений в России и мире.
8. Групповой углеводородный состав нефти: алканы, алкены, циклоалканы, арены. Строение и свойства.
9. Фракционный состав нефти и пределы выкипания бензиновой, керосиновой, дизельной фракций, мазута, вакуумно-газойлевой фракций и гудрона.
10. Распределение групповых углеводородов по фракциям в нефти.
11. Гетероатомные соединения нефти: серо-, азот-, кислородсодержащие, смолы, асфальтены и металлорганические соединения.
12. Классификация нефтей: химическая и технологическая
13. Вещества, входящие в состав смолисто-асфальтеновых фракций нефти, которые состоят из пиррольных фрагментов и комплексно связанных ванадия и никеля

14. В каких фракциях нефти концентрируются асфальтосмолистые вещества?
15. Группы смолистоасфальтеновых веществ.
16. Что составляет основу нефти?
17. На чём базируется технологическая классификация нефтей?
18. Что представляют собой водонефтяные эмульсии?
19. В каких нефтях разветвленные алканы преобладают над нормальным?
20. Общая формулы алканов, аренов и циклоалканов.
21. Как изменяется состав углеводородной части нефти при переходе от низкокипящих
22. Роль нефти в современном мире.
23. Гипотеза минерального происхождения нефти.
24. Структура топливно-энергетического комплекса России.
25. Этапы развития нефтеперерабатывающей промышленности.
26. Гипотеза органического происхождения нефти.
27. Современная теория происхождения нефти.
28. Образование углеводородов нефти.
29. Главная фаза нефтеобразования.
30. Главная фаза газообразования.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Какое из приведённых соединений, как правило, <b>НЕ</b> является углеводородной составляющей природных нефтяных систем?	1. алкены 2. алканы 3. циклоалканы 4. арены
2	Содержание какого из приведённых элементов в нефтях, как правило больше?	1. N 2. S 3. O 4. Au
3	Газогидраты – это...	1. высокомолекулярные соединения, содержащие кислород, азот и серу, и состоящие из большого числа нейтральных соединений непостоянного состава 2. кристаллические нестехиометрические соединения, образующиеся при определённых термобарических условиях из воды и газообразных алканов 3. воскоподобная смесь предельных углеводородов от C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> до C <sub>35</sub> H <sub>72</sub> 4. высокомолекулярные компоненты нефти
4	Серо-, кислород- и азотсодержащие органические соединения, которые присутствуют, как в дистиллятных, так и	1. гетероорганические соединения 2. гомоорганические соединения 3. асфальто-смолистые вещества



	в остаточных фракциях нефти.	4. ассоциаты
--	------------------------------	--------------

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5	Какие из представленных соединений относят к органическим серосодержащим соединениям?	1. сероводород 2. фенол 3. пиридин 4. тиофен
6	В чём основное отличие азотсодержащих соединений от аренов?	1. концентрируются в бензиновой фракции 2. концентрируются в керосин-газойлевой фракции 3. концентрируются в масляной фракции 4. концентрируются в остатках нефти
7	По какому критерию НЕЛЬЗЯ отличить асфальтены и смолы из одного и того же источника?	1. склонность к межмолекулярным взаимодействиям 2. содержание углерода 3. содержание металлов 4. размер
8	Силы, действующие на единицу длины границы раздела и обуславливающие сокращение поверхности жидкости.	1. ван-дер-ваальсовы силы 2. силы поверхностного натяжения 3. адсорбционные силы 4. силы внутреннего давления
9	Характерная особенность строения молекул практически всех поверхностно-активных веществ.	1. лиофильность 2. дифильность 3. лиофобность 4. гидрофильность
10	К гидрофильным адсорбентам относят:	1. активированный уголь 2. графит 3. тальк 4. силикагель
11	Укажите условие получения коллоидных систем	1. растворимость вещества дисперсной фазы в дисперсной среде 2. коллоидная степень дисперсности частиц дисперсной фазы 3. отсутствие стабилизатора 4. молекулярная степень дисперсности частиц дисперсной фазы
12	Агрегативная устойчивость характеризуется:	1. Способностью системы препятствовать оседанию частиц под действием силы тяжести 2. Способностью дисперсной системы сохранять неизменными размеры частиц дисперсной фазы 3. 1-е и 2-е 4. Нет правильного ответа
№	Вопрос	Варианты ответа

п/п		
13	Укажите единицу измерения вязкости	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. г / (см·с)</li> <li>2. Па·с</li> <li>3. г / (см·с<sup>2</sup>)</li> <li>4. Н·с/м<sup>2</sup></li> </ol>
14	Метод химической конденсации - это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. совместная конденсация паров веществ, образующих дисперсную фазу и дисперсионную среду</li> <li>2. возникновение новой фазы из гомогенной системы при изменении состава среды</li> <li>3. выделение новой фазы из гомогенной системы в результате химической реакции</li> <li>4. возникновение новой фазы из пересыщенного раствора в результате химической реакции</li> </ol>
15	Правило фаз Гиббса относится к	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гетерогенным системам</li> <li>2. многокомпонентным системам</li> <li>3. многофазным системам</li> <li>4. системам, находящимся в равновесии</li> </ol>
16	Реологическое уравнение ньютоновской жидкости	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\tau = \mu \cdot (d\gamma/dt)</math></li> <li>2. <math>\tau = \tau_T</math></li> <li>3. <math>\tau = G \cdot \gamma</math></li> <li>4. <math>\mu \varepsilon = \mu + \tau_0/\gamma</math></li> </ol>
17	Раствор замерзает при	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температуре замерзания растворителя</li> <li>2. температуре замерзания вещества</li> <li>3. температуре ниже температуры замерзания растворителя</li> <li>4. температуре выше температуры замерзания растворителя</li> </ol>
18	Реологические модели устанавливают связь между	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Касательным напряжением и напряжением сдвига</li> <li>2. Касательным напряжением и градиентом сдвига</li> <li>3. Массой тела и его объемом</li> <li>4. Силами, действующими на тело</li> </ol>
19	Псевдопластичной жидкостью считается жидкость, у которой предельное напряжение сдвига	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Присутствует</li> <li>2. Отсутствует</li> <li>3. Бесконечно велико</li> <li>4. Меняется в зависимости от времени и прикладываемой силы</li> </ol>
№	Вопрос	Варианты ответа

п/п		
20	Эффект реопексии – это эффект структурообразования под действием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возмущений</li> <li>2. Атомного взаимодействия</li> <li>3. Склеивающего вещества</li> <li>4. Эмульгатора</li> </ol>

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Как называют жидкости с переменной вязкостью?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аномально упругими</li> <li>2. Аномально реологическими</li> <li>3. Аномально-вязкими</li> <li>4. Аномально текучими</li> </ol>
2	В каких нефтях разветвлённые алканы преобладают над нормальными?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. парафиновые</li> <li>2. парафино-нафтеновые</li> <li>3. нафтеновые</li> <li>4. нафтенно-ароматические</li> </ol>
3	Какой из приведённого ряда циклоалканов находится в жидком агрегатном состоянии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub></li> <li>2. C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub></li> <li>3. C<sub>4</sub>-C<sub>6</sub></li> <li>4. C<sub>12</sub>-C<sub>22</sub></li> </ol>
4	Содержание какого из приведённых элементов в нефтях, как правило, больше?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. N</li> <li>2. S</li> <li>3. O</li> <li>4. A</li> </ol>
5	Какое из приведённых серосодержащих соединений извлекается из нефти в промышленных целях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сероводород</li> <li>2. меркаптаны</li> <li>3. тиофены</li> <li>4. сульфиды</li> </ol>
6	Вещества, входящие в состав смолисто-асфальтеновых фракций нефти, которые состоят из пиррольных фрагментов и комплексно связанных ванадия и никеля.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. олефины</li> <li>2. парафины</li> <li>3. порфирины</li> <li>4. пиридин</li> </ol>
7	Какие из приведённых групп асфальто-смолистых веществ не встречаются в природных нефтях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. мальтены</li> <li>2. карбены</li> <li>3. асфальтены</li> <li>4. смолы</li> </ol>
8	Как называется явление увеличения концентрации растворенного вещества у поверхности раздела двух фаз (твердая фаза-жидкость, конденсированная фаза - газ) вследствие некомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия на разделе фаз?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. адгезия</li> <li>2. явление смачивания</li> <li>3. адсорбция</li> <li>4. явление поверхностного натяжения</li> </ol>
№	Вопрос	Варианты ответа

№	Вопрос	Варианты ответа
9	Какое явление возникает, если молекулы жидкости взаимодействуют с молекулами твердого тела сильнее, чем между собой, и жидкость «растекается» по поверхности твёрдого тела?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. адгезия</li> <li>2. явление смачивания</li> <li>3. адсорбция</li> <li>4. явление поверхностного натяжения</li> </ol>
10	Кинетическая устойчивость дисперсных систем обусловлена:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. размером частиц</li> <li>2. наличием сольватной оболочки</li> <li>3. броуновским движением частиц дисперсной фазы</li> <li>4. наличием двойного электрического слоя</li> </ol>
11	Процесс разрушения коллоидных систем называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. седиментацией</li> <li>2. коагуляцией</li> <li>3. коалесценцией</li> <li>4. пептизацией</li> </ol>
12	Поверхностный потенциал определяется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. числом противоионов в диффузном слое</li> <li>2. плотностью зарядов потенциалопределяющих ионов на единице поверхности</li> <li>3. поверхностной активностью раствора</li> <li>4. числом зарядов в абсорбционном поле</li> </ol>
13	Агрегативная устойчивость суспензий обусловлена:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. размером частиц</li> <li>2. наличием гидратной (сольватной) оболочки</li> <li>3. броуновским движением частиц</li> <li>4. теплопроводностью</li> </ol>
14	Равнодействующая сил межмолекулярного взаимодействия (ММВ) молекул поверхностного слоя направлена	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тангенциально к поверхности раздела фаз</li> <li>2. вдоль поверхности раздела фаз</li> <li>3. перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с меньшим ММВ</li> <li>4. перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с большим ММВ</li> </ol>
15	Укажите свойства, не характерные для порошков	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. слипаемость,</li> <li>2. текучесть,</li> <li>3. сыпучесть,</li> <li>4. насыпная плотность</li> </ol>
№	Вопрос	Варианты ответа

п/п		
16	Фаза - это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гомогенная часть гетерогенной системы</li> <li>2. совокупность частей системы в одинаковом агрегатном состоянии</li> <li>3. части системы с одинаковым химическим составом</li> <li>4. совокупность гомогенных частей системы с одинаковым химическим составом и физическими свойствами</li> </ol>
17	Раствор кипит при температуре	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равной температуре кипения растворителя</li> <li>2. ниже температуры кипения растворителя</li> <li>3. выше температуры кипения растворителя</li> <li>4. равной нулю</li> </ol>
18	Для исследования реологических свойств жидкостей используются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вискозиметры</li> <li>2. Ареометры</li> <li>3. Ньютонометры</li> <li>4. Масс-спектрометры</li> </ol>
19	Между частицами асфальтенов в нефти действуют	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ван-дер-ваальсовы силы отталкивания</li> <li>2. Не действуют никакие силы</li> <li>3. Силы атомного взаимодействия</li> <li>4. Ван-дер-ваальсовы силы притяжения</li> </ol>
20	Для повышения агрегативной устойчивости к эмульсиям добавляют	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эмульгаторы</li> <li>2. Деэмульгаторы</li> <li>3. ПНВ</li> <li>4. Дегидраторы</li> </ol>

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Между частицами асфальтенов в нефти действуют	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ван-дер-ваальсовы силы отталкивания</li> <li>2. Не действуют никакие силы</li> <li>3. Силы атомного взаимодействия</li> <li>4. Ван-дер-ваальсовы силы притяжения</li> </ol>
2	Жидкости, у которых при постоянной скорости сдвига напряжение сдвига и эффективная вязкость уменьшаются с увеличением времени называются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тиксотропными</li> <li>2. Дилатантными</li> <li>3. Ньютоновскими</li> <li>4. Стабильными</li> </ol>
3	Вязкоупругие жидкости при деформировании проявляют свойства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Газа и твердого тела</li> <li>2. Твердого тела</li> <li>3. Упругого тела</li> <li>4. Твердого и жидкого тела</li> </ol>
№	Вопрос	Варианты ответа

п/п		
4	Серо-, кислород- и азотсодержащие органические соединения, которые присутствуют, как в дистиллятных, так и в остаточных фракциях нефти.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гетероорганические соединения</li> <li>2. гомоорганические соединения</li> <li>3. асфальто-смолистые вещества</li> <li>4. ассоциаты</li> </ol>
5	В каких нефтяных фракциях концентрируются кислородсодержащие соединения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. бензиновые</li> <li>2. керосин-газойлевые</li> <li>3. масляные</li> <li>4. остатки нефти</li> </ol>
6	Какое из приведённых свойств НЕ является характерным для смолисто-асфальтеновых веществ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокая склонность к ММВ</li> <li>2. парамагнетизм</li> <li>3. наличие в составе гетероэлементов</li> <li>4. незначительные молекулярные массы</li> </ol>
7	В каких фракциях нефти концентрируются асфальто-смолистые вещества?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в бензиновой фракции</li> <li>2. в керосин-газойлевой фракции</li> <li>3. в масляной фракции</li> <li>4. в остатках нефти</li> </ol>
8	Что в приведённой формуле обозначает $\sigma$ $\cos \theta = \frac{\sigma_{2,3} - \sigma_{1,3}}{\sigma_{1,2}} ?$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. адсорбцию</li> <li>2. смачивание</li> <li>3. адгезию</li> <li>4. поверхностное натяжение</li> </ol>
9	В каком интервале изменяются размеры коллоидных частиц?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>10^{-2} - 10^{-5}</math></li> <li>2. <math>10^{-5} - 10^{-7}</math></li> <li>3. <math>10^{-7} - 10^{-8}</math></li> <li>4. <math>10^{-1} - 10^{-3}</math></li> </ol>
10	Какие компоненты могут образовывать эмульсию?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Газообразная среда - жидкие частицы</li> <li>2. Жидкая среда - твердые частицы</li> <li>3. Твердая среда - газообразные частицы</li> <li>4. Жидкая среда - жидкие частицы</li> </ol>
11	Коагуляционная структура образуется при:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полной потере агрегативной устойчивости</li> <li>2. увеличении агрегативной устойчивости</li> <li>3. снижении агрегативной устойчивости</li> <li>4. 1-е и 3-е.</li> </ol>
12	Укажите системы с твердой дисперсной фазой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пенопласт</li> <li>2. пемза</li> <li>3. золь золота</li> <li>4. чугун</li> </ol>
13	Повышение температуры жидкости приводит к	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышению вязкости</li> <li>2. Понижению вязкости</li> <li>3. Не влияет на вязкость</li> <li>4. Усилению вязкостных аномалий</li> </ol>
№	Вопрос	Варианты ответа

п/п		
14	Слияние частиц (например, капель или пузырей) внутри подвижной среды (жидкости, газа) или на поверхности тела	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коалесценция</li> <li>2. Коагуляция</li> <li>3. Старение эмульсии</li> <li>4. Дегидрирование</li> </ol>
15	Элемент дисперсной структуры НДС, преимущественно сферической формы, способный к самостоятельному существованию при данных неизменных условиях и построенный из компонентов НДС в соответствии с их значением потенциала ММВ – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мицелла</li> <li>2. Сложная структурная единица</li> <li>3. Простая структурная единица</li> <li>4. Дисперсная фаза</li> </ol>
16	Процесс мицеллообразования начинается	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По достижении критической массы мицеллообразования</li> <li>2. По достижении критического давления мицеллообразования</li> <li>3. По достижении критической концентрации мицеллообразования</li> <li>4. По достижении критической температуры мицеллообразования</li> </ol>
17	Для студней характерным составом ядра ССЕ является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ассоциат</li> <li>2. Кристаллит</li> <li>3. Высокомолекулярный компонент</li> <li>4. Полициклические арены и циклоалканы</li> </ol>
18	Изменение геометрических размеров адсорбционно-сольватных слоёв влечет за собой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение физических свойств</li> <li>2. изменение физ.-хим. свойств</li> <li>3. изменение химических свойств</li> <li>4. изменение структурных свойств</li> </ol>
19	Высокомолекулярные соединения в отличие от низкомолекулярных характеризуются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. точным значением молекулярной массы</li> <li>2. средним значением молекулярной массы</li> <li>3. малой массой вещества</li> <li>4. законом независимого движения ионов</li> </ol>
20	Удельная свободная поверхностная энергия $G$ зависит	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. от природы контактирующих фаз и температуры</li> <li>2. от концентрации компонентов в буферном растворе</li> <li>3. от концентрации акцептора протонов</li> <li>4. от концентрации доноров протонов</li> </ol>



## 6.3 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Баннов П.Г. Основы анализа и стандартные методы контроля качества нефтепродуктов. – М.:ЦНИИТЭнефтехим, 2005. - 792 с.
2. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, Т.3., 2003. - 503с.
3. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, Т.2., 2000. - 420 с.
4. Потехин В.И., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для вузов. – СПб. Химиздат, 2005. - 912с.
5. Рябов В.Д. Химия нефти и газа: учебное пособие. - М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

7. Современные методы исследования нефтей: Справ. мет. пособие/ Под ред. А. И. Богомолова и др. - Л., Недра, 1984. – 325с.
8. Свойства органических соединений:Справочник/Кузнецов М.А., Кузнецова Л.М., Плечко Р.Л. и др.;Под ред. Потехина А.А. - Л.:Химия,1984.-518с.
9. Проскуряков В.А. Химия нефти и газа:Учебное пособие для химико-технол. спец. вузов/ Под ред. Проскурякова В.А., Драбкина А.Е. - Л.:Химия,1981.-359с.
10. Пузин Ю.И. Химия нефти и газа. – М.: Химия, 2004.–132 с.
11. Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.; Под ред.В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. – 3-е изд. доп. и испр. – СПб: Химия. 1995. – 448с.
12. Химия нефти и газа:учебное пособие для вузов по спец. "Хим. технология топлива и углерод. материалов"/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е.Драбкина. - Л.:Химия,1989. - 422 с.
13. Эрих В.Н. Химия и технология нефти и газа: Учебник/ Эрих В.Н., Расина М.Г., Рдин М.Г...-2-е изд., перераб. -Л. : Химия,1977. - 423 с.

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Современные представления о нефтяных дисперсных системах. : Методические указания к практическим занятиям / Кондрашева Н.К., Бойцова А.А. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет, РИЦ, 2019. - 56 с.

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
16. Электронно-библиотечная система Znanium.com [http://www.znanium.com /](http://www.znanium.com/).

## **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

2. Химия и технология нефти и газа: учебное пособие / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2009. - 400 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=182165>
3. Химия нефти и газа: учебное пособие / В.Д. Рябов. - М.: ИД ФОРУМ, 2012. - 336 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=328497>
4. Современные представления о нефтяных дисперсных системах. : Методические указания к самостоятельной работе студентов всех специальностей и направлений подготовки / Кондрашева Н.К., Рогачев М.К., Бойцова А.А. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет, РИЦ, 2018. - 70 с.

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

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа по дисциплине «Химия природных энергоносителей», оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением – демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора.

**Аудитория для проведения лекционных занятий** (Учебный центр № 1) на 21 посадочное место.

Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 2 шт., стул – 21 шт., блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», Microsoft Office 2010 Standard Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

**Аудитория для проведения лабораторных занятий** (Учебный центр № 1) аудитория на 12 посадочных мест

Мультимедийный проектор – 1 шт., стол компьютерный - 12 шт., тумба для документов - 6 шт., стол - 2 шт., стол составной - 1 шт., стул – 24 шт., системный блок (возможность доступа к сети «Интернет») - 12 шт., монитор – 12 шт., доска - 1 шт; плакат – 13 шт., шкаф книжный – 1 шт., принтер – 1шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional - Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003 ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения» Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009, Microsoft Office 2007 Standard- Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007, Statistica for Windows ГК №1142912/09 от 04.12.2009 «На поставку программного обеспечения», CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения», MathCad Education Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 «На поставку программного обеспечения», Договор №1135-11/12 от 28.11.2012 «На поставку программного обеспечения».

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1

шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)
2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)