

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 85.12.2023 13:58:41  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета  
Урбанистики и городского хозяйства  
/ Л.А. Марюшин /  
« 31 » августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Нефтепродуктообеспечение»**

Направление  
**21.03.01 «Нефтегазовое дело»**

Профиль:  
**«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа  
и продуктов переработки»**

**Квалификация (степень) выпускника**  
**Бакалавр**

**Форма обучения**  
**Очно-заочная**

**Москва 2020**

### **1. Цели освоения дисциплины.**

Основной целью дисциплины «Нефтепродуктообеспечение» является приобретение базовых знаний в области проектирования и способов разработки нефтяных месторождений, а также методов расчета и прогнозирования основных процессов нефтедобычи и управления этими процессами.

Изучение данной дисциплины позволит получить необходимые знания, умения и навыки для проектирования методов разработки и эксплуатации месторождений.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «Нефтепродуктообеспечение» входит в базовую часть цикла профессиональных дисциплин (БЗ) профиля «**Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки**».

При изучении дисциплины обеспечивается фундаментальная подготовка студента в области технологий эксплуатации месторождений и добычи нефти.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных ранее при изучении следующих дисциплин: Физика; Химия; Основы нефтегазового промыслового дела; Нефтегазовая геология; Физика нефтяного и газового пласта; Технология добычи и подготовки нефти.

Освоение дисциплины «Нефтепродуктообеспечение» необходимо в качестве предшествующей для изучения дисциплин «Технология и оборудование для ремонта нефтяных скважин»; «Технология добычи нефти в осложненных условиях».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Нефтепродуктообеспечение».**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

#### **Общекультурные (ОК):**

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения (ОК-1);
- логически верно, аргументировано, и ясно строить устную и письменную речь (ОК-3);
- быть готовым к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-4);
- стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-9);
- критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности (ОК-12);
- использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач (ОК-13);
- владеть одним из иностранных языков на уровне, достаточном для изучения зарубежного опыта в профессиональной деятельности, а также для осуществления контактов (ОК-21).

#### **Общепрофессиональные (ПК):**

- самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-1);
- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией (ПК-4);
- составлять и оформлять научно-техническую и служебную документацию (ПК-5);
- применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику (ПК-6);
- оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности при эксплуатации технологического оборудования в нефтегазовом производстве (ПК-9);
- применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ПК-10);
- использовать методы технико-экономического анализа (ПК-13);
- изучать и анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию в области добычи и подготовки нефти (ПК-17);
- осуществлять сбор геологических данных для выполнения расчетов по добыче нефти и по регулированию процессами добычи;
- использовать стандартные программные средства при проектировании технологических процессов (ПК-23).

***В результате изучения данной дисциплины студенты должны:***

***---знать:***

- источники пластовой энергии и режимы разработки нефтяных месторождений (ПК-6; ПК-17);
- коллекторские свойства продуктивных пластов и основные физико-химические свойства пластовых флюидов (ПК-2; ПК-6);
- конструкции забоев добывающих скважин и закономерности притока пластовых флюидов (ПК-4; ПК-6...7);
- методы и способы вызова притока и освоения, а также, критерии их выбора (ПК-2; 7; 10;22);
- механизм физико—гидродинамического, теплового и др. воздействий на продуктивные пласты с целью увеличения их нефтеотдачи (ПК-2; ПК-4);
- свойства и состав химреагентов, применяемых при нефтеизвлечении (ПК-2; ПК-6; ПК-18).
- основы контроля, анализа и регулирования процесса разработки нефтяных месторождений (ОК-9; ПК-4...7).

***--- уметь:***

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОК-7; ПК-2);
- решать по фактическим показателям возникающие проблемы при нефтеизвлечении (ОК-3; ПК-6; ПК-19);
- производить оценку эффективности осуществляемых на практике различных геолого—технических мероприятий (ПК-9..10; ПК-19);
- применять в практической деятельности принципы рационального природопользования и защиты окружающей среды (ОК-6; ПК-10);
- использовать и анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию в области добычи нефти и подготовки скважинной продукции (ОК-12; ПК-17; 23;24).
- владеть и демонстрировать способность и готовность:**
- методологией оценки энергетического состояния разрабатываемых месторождений (залежей) (ПК-4; ПК-10);
- методологией оценки технико-экономических решений в области управления продуктивностью скважин, а также в области способов добычи нефти (ПК-13);
- методологией инженерных расчетов технологических показателей разработки месторождений (ПК-19...20; ПК-22).

#### **4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет базисных единиц (180 часа).

Распределение часов по видам занятий представлено в Приложении 1.

*Раздел 1. Объект и система разработки.*

Факторы, влияющие на выбор объекта разработки. Физические свойства коллекторов и пластовых флюидов. Источники энергии продуктивных пластов. Основные показатели системы и технологии разработки нефтяных месторождений.

*Раздел 2. Классификация и характеристика систем разработки нефтяных месторождений.*

Режимы работы нефтяных залежей. Основные признаки классификации систем разработки. Системы разработки с рядным и площадным расположением скважин.

*Раздел 3. Моделирование процессов разработки и модели нефтяных пластов.*

Построение моделей пласта и типы моделей. Основы моделирования процессов разработки нефтяных месторождений. Физические законы, применяемые при моделировании процессов разработки.

*Раздел 4. Разработка нефтяных месторождений при естественных режимах и с применением методов воздействия на продуктивные пласты.*

Разработка месторождений на природных режимах. Системы разработки с воздействием на продуктивные пласты. Охват пластов воздействием. Показатели разработки пластов на природных режимах и с применением воздействия.

*Раздел 5. Физико—химические и тепловые методы разработки нефтяных месторождений.*

Вытеснение нефти закачкой полимерных растворов, газов и теплоносителей. Разработка нефтяных месторождений методом внутрипластового горения. Разработка месторождений сланцевой нефти.

## **5. Образовательные технологии.**

Организация занятий по дисциплине проводится по традиционной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, контрольные работы, курсовая работа и текущий контроль) согласно расписанию.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с использованием электронных средств и интерактивной доски, при этом параллельно демонстрируются учебные фильмы по различным технологиям работ, применяемых в нефтегазовом деле. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения.

По ходу чтения лекций с участием студентов совершается экскурс в соответствующие разделы дисциплин, предшествующих изучаемой дисциплине. С участием студентов выполняется также экспресс-анализ основных зависимостей и расчетных формул с использованием элементов теории размерностей, что позволяет им избежать ошибок при выполнении расчетных работ.

Практические занятия проводятся в аудитории и направлены на закрепление знаний путем рассмотрения и анализа решений контрольных работ.

Изучение конструкции и анализ технологических процессов и оборудования в производственных условиях, т.е. по месту работы студента—заочника, являются основой для выполнения индивидуальной курсовой работы, а также будущего дипломного проекта.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов;
- выполнение контрольной работы работ с выполнением необходимых расчетов и графических построений;
- выполнение курсовой работы.

Возможна также организация «круглых столов» и встреч со специалистами нефтегазовой отрасли и представителями предприятий.

В процессе преподавания дисциплины «Нефтепродуктообеспечение» для более успешного получения запланированных результатов используются следующие виды активизации познавательной деятельности студентов, сведённые ниже в таблицу 5.1.

Таблица 5.1.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности		
	Лк	Пз	СРС
Дискуссия	х	х	
IT-методы	х		х
Командная работа		х	
Индивидуальное обучение		х	х

В учебном процессе используются образовательные ресурсы, размещенные в имеющейся электронной библиотеке со свободным выходом в Интернет.

Дискуссии организуются преподавателем как на лекциях, так и на практических занятиях по вопросам, имеющим альтернативные решения.

IT – методы применяются в виде презентаций лекционного материала и использования Интернет – ресурсов при самостоятельной работе студентов.

Командная работа осуществляется при выполнении практических работ и обсуждении их результатов учебной группой для получения ответов на поставленные вопросы.

Индивидуальное обучение достигается многовариантностью заданий на курсовую работу и изучением тем теоретической части курса, вынесенных на самостоятельное освоение студентами.

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО для аттестации обучающихся по дисциплине предусмотрены:

№№	Параметры	Варианты заданий
----	-----------	------------------

- задания на контрольную работу;
- темы курсовой работы;
- перечень вопросов для контроля самостоятельной работы студента;
- перечень вопросов для подготовки к зачету.

Приведенные оценочные средства позволяют оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

### **6.1. Задания на контрольную и курсовую работы и методические указания по их выполнению**

Для допуска к зачету студент должен выполнить контрольную и курсовую работы. Ниже приведены варианты заданий на контрольную работу и курсовую работу, номер которых соответствует последней цифре учебного шифра.

Контрольные работы должны содержать решение указанной задачи с приложением необходимых графиков, схем, эскизов и снабжены ссылкой на использованную литературу.

Курсовая работа должна включать пояснительную записку с необходимыми расчетами и графическую часть. Допускается изменять пара метры, указанные в задании, на показатели, используемые организацией, в которой работает студент.

#### **6.1.1. Задания на контрольную работу**

Нефтяная залежь площадью  $F$  окружена кольцевой законтурной водонапорной зоной площадью  $F_1$ . Начальное пластовое давление  $P_{пл}$  в нефтеносной части залежи изменилось в процессе разработки до давления насыщения  $P_{нас}$  нефти газом, а в законтурной водонапорной зоне давление снизилось и стало равным  $\Delta P_1$ . Объемный коэффициент нефти при этом изменился и стал равен  $b_1$ .

По условиям, приведенным в таблице 6.1, определить нефтеотдачу пласта за счет природных упругих сил, действующих в пределах контура нефтеносности с учетом сил законтурной зоны.

Таблица 6.1

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Площадь нефтеносности $F$ , км <sup>2</sup>	12	10	11	19	15	11	10	18	21	8
2	Площадь водонапорной зоны $F_1$ , км <sup>2</sup>	120	115	130	78	125	131	90	75	140	105
3	Начальное пласт.давление $P_{пл}$ , МПа	18	17	20	14	16	18	15	21	14	11
4	Общая пористость породы, $m$	0,23	0,15	0,2	0,1	0,19	0,11	0,2	0,3	0,28	0,35
5	Вязк. нефти в пласте $\mu_{пу}$ , МПа · с	1,63	1,5	1,1	1,4	135	1,5	1,2	1,3	1,38	1,4
6	Коэфф. начальн.водонасыщенности нефтеносн. зоны, $S$	0,2	0,18	0,11	0,15	0,18	0,1	0,22	0,25	0,3	0,28
7	Объемн. коэфф. нефти, $b_{но}$ , при $P_{пл}$	1,02	1,01	1,1	1,2	1,12	1,05	1,06	1,09	1,12	1,14
8	Изменения при разработке										
8.1	---в пласте: $P_{пл} = P_{нас}$ , МПа	8	9	7,8	8,3	7	8	9,2	9,4	5,2	6,8
8.2	---давление в водонапорной зоне $\Delta P_1$ , МПа	5	4,8	4	5,2	5,5	6	7,2	5	4	4,7
8.3	---объемный коэффициент нефти, $b_1$	1,026	1,024	1,02	1,03	1,04	1,015	1,3	1,04	1,05	1,1

### Дополнительные условия к таблице 6.1 (для всех вариантов).

1. Проницаемость « $k$ » и толщину пласта « $h$ » внутри нефтеносной зоны и в законтурной части принять равными:  $k = 0,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2$ ;  $h = 9 \text{ м}$ ;
2. Коэффициенты сжимаемости породы  $\beta_{пор}$  и воды в пласте  $\beta_v$  принять равными:  $\beta_{пор} = 1,83 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$  и  $\beta_v = 4,15 \cdot 10^{-11} \text{ МПа}^{-1}$ ;
3. Вязкость воды в пластовых условиях принять  $\mu_v = 1,0 \text{ МПа} \cdot \text{с}$ ;
4. Пористость пород пласта и законтурной зоны принять одинаковой.

### 6.1.2. Задания на курсовую работу

Нефтяное месторождение разрабатывается методом внутриконтурного площадного заводнения при семиточечной схеме расположения скважин. Объем закачиваемой воды в пласт равен объему добытой нефти.

Фильтрационная схема семиточечного элемента скважин приведена на рис. 6.1, на котором нагнетательная скважина обозначена ( $\Delta$ ), а добывающие скважины — ( $O$ ).

По условиям, приведенным в таблице 6.2, определить:

- давление на фронте вытеснения нефти водой;
- давления на забоях добывающих скважин;
- время (в годах) добычи безводной нефти.



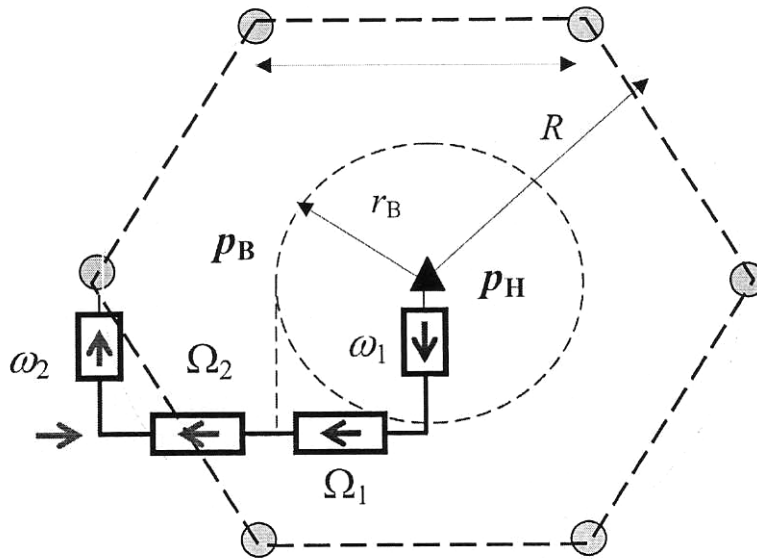


Рис.6.1 [3;7]. Схема семиточечного элемента системы разработки и эквивалентная ей электрическая схема фильтрационных сопротивлений.

$R$ —расстояние между рядами добывающих и нагнетательных скважин;  $l$ —расстояние между добывающими скважинами;  $r_B$ —радиус распространения фронта закачиваемой воды;  $p_B$  и  $p_H$ —давления, соответственно на фронте закачиваемой воды и забое нагнетательной скважины;  $\omega$  и  $\Omega$ —соответственно, внутреннее и внешнее фильтрационное сопротивление, преодолеваемое закачиваемой водой на  $i$ -ых участках продуктивного пласта.

Таблица 6.2

№ № п.п	Параметры	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Расст. от нагнет. скваж. до рядадобывающ. скваж. $R$ , м	500	400	300	420	510	500	350	410	480	600
2	Проницаем. пород для нефти $(k_n \cdot 10^{-12}), \text{м}^2$	0,2	0,3	0,22	0,31	0,3	0,2	0,15	0,32	0,35	0,4
2.1	Проницаем. пород для воды $(k_v \cdot 10^{-12}), \text{м}^2$	0,1	0,11	0,12	0,13	0,2	0,15	0,16	0,11	0,18	0,1
3	Толщина нефт. пласта $h$ , м	9	10	12	15	8	9	10	21	26	32
4	Пористость пласта, $m$	0,2	0,25	0,3	0,2	0,18	0,21	0,3	0,34	0,26	0,38
5	Расход закачиваемой воды, $\text{м}^3/\text{сут}$	150	200	110	120	210	200	220	205	180	190
6	Давление нагнетания на забое $P_{\text{наг}}$ , МПа	9	11	12	13	15	10	14	9	8	12
7	Расст. между добывающ. скваж. в ряду $l_{\text{скв}}$ , м	500	600	510	480	520	650	680	700	600	610

**Дополнительные условия к таблице 6.2 (для всех вариантов).**

1. Радиус забоя скважин принять....  $r_{\text{скв}} = 0,1\text{ м};$
2. Динамическая вязкость нефти....  $\mu_{\text{н}} = 1,4 \text{ мПа} \cdot \text{с};$
3. Динамическая вязкость воды.....  $\mu_{\text{в}} = 1,0 \text{ мПа} \cdot \text{с};$
4. Насыщенность пород пласта водой принять.....  $S_{\text{в}} = 0,06;$
5. Радиус распространения фронта закачиваемой воды (от центра нагнетательной скважины) .....  $r_{\text{в}} = 180 \text{ м}.$

**6.2. Методические указания по выполнению контрольной и курсовой работ.**

Коэффициент нефтеотдачи за счет упругих сил внутри контура нефтеносности  $\eta_1$  равен [2;3; 11]:

$$\eta_1 = V_{\text{н}} / V_{\text{но}} \quad (6.1)$$

Общий коэффициент нефтеотдачи  $\eta$  за счет упругих сил внутри пласта и сил законтурной части нефтеносности равен:

$$\eta = V_{\text{н}} + V_{\text{в}} / V_{\text{но}} \quad (6.2)$$

где:  $V_{\text{но}}$  – начальные запасы нефти в залежи,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{в}}$  – объем воды, которая переместится в нефтеносный контур и вытеснит такой же объем нефти при изменении при этом давления до значения  $\Delta P_1$ ;  $V_{\text{н}}$  – объем нефти, извлекаемый из залежи за счет упругих сил внутри контура нефтеносности,  $\text{м}^3$ . Значение  $V_{\text{но}}$  определяется из условия:

$$V_{\text{но}} = \frac{F \cdot h \cdot m \cdot (1 - S)}{b_{\text{но}}}, \text{ м}^3 \quad (6.3)$$

где:  $F$  – площадь нефтеносности,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – толщина пласта,  $\text{м}$ ;  $m$  – пористость породы, доли ед.;  $S$  – коэффициент начальной водонасыщенности пласта, доли ед.;  $b_{\text{но}}$  – объемный коэффициент нефти при начальном давлении  $P_{\text{пл}}$ .

Объем нефти  $V_{\text{н}}$ , извлекаемый из залежи действием упругих сил, равен:

$$V_{\text{н}} = \beta \cdot V_{\text{зал}} \cdot (P_{\text{пл}} - P_{\text{нас}}), \text{ м}^3 \quad (6.4)$$

где:  $\beta$  – коэффициент сжимаемости пористой среды (породы) внутри контура нефтеносности (с учетом сжимаемости жидкости в пласте), равный:

$$\beta = m \cdot [\beta_{\text{н}} \cdot (1 - S) + \beta_{\text{в}} \cdot S] + \beta_{\text{пор}} \quad (6.5)$$

где:  $S$ ;  $\beta_{\text{н}}$ ;  $\beta_{\text{в}}$ ;  $\beta_{\text{пор}}$  – коэффициенты, соответственно начальной водонасыщенности; сжимаемости нефти, воды и породы;  $m$  – пористость породы.

Объем нефтяной залежи  $V_{\text{зал}}$  равен:

$$V_{\text{зал}} = F \cdot h, \text{ м}^3 \quad (6.6)$$

где:  $F$  – площадь нефтеносности,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – толщина пласта,  $\text{м}$ .

Коэффициент сжимаемости нефти  $\beta_{\text{н}}$  определяется по формуле:

$$\beta_{\text{н}} = \frac{b_1 - b_{\text{но}}}{b_{\text{но}} \cdot (P_{\text{пл}} - P_{\text{нас}})}, \text{ МПа}^{-1} \quad (6.7)$$

где:  $P_{\text{пл}}$  и  $P_{\text{нас}}$  – давления, соответственно начальное пластовое и насыщения нефти газом,  $\text{МПа}$ ;  $b_1$  – объемный коэффициент нефти при давлении, равном  $P_{\text{нас}}$ .

Объем воды  $V_B$ , перемещаемый в нефтеносный контур, определяется по формуле:

$$V_B = \beta_1 \cdot (F_1 \cdot h) \cdot \Delta P_1, \quad \text{м}^3 \quad (6.8)$$

где:  $F_1$  — площадь водонапорной зоны,  $\text{м}^2$ ;  $h$  — толщина пласта, м;  
 $\Delta P_1$  — усредненное давление в законтурной водонапорной зоне, установившееся в процессе разработки, МПа;  $\beta_1$  — коэффициент сжимаемости воды в законтурной зоне, равный:

$$\beta_1 = (m \cdot \beta_B) + \beta_{\text{пор}}, \quad \text{МПа}^{-1} \quad (6.9)$$

Для расчета давления на забое добывающих скважин необходимо заменить фильтрационную схему сопротивлений на задаваемом участке пласта на эквивалентную ей электрическую схему, как представлено на рис.6.1 [2; 11].

Фильтрация нагнетаемой воды на участке пласта от нагнетательной скважины до расстояния  $r_B$  описывается зависимостью:

$$P_{\text{наг}} - P_B = q \cdot (\omega_1 - \Omega_1) \quad (6.10)$$

Из закона (2.10) следует, что давление  $P_B$  на фронте закачиваемой воды (на фронте вытеснения нефти водой) равно:

$$P_B = P_{\text{наг}} - q \cdot (\omega_1 + \Omega_1), \quad \text{Па} \quad (6.11)$$

где:  $P_{\text{наг}}$  — давление нагнетания, Па;  $q$  — расход закачиваемой воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $\omega_1$  и  $\Omega_1$  — внутреннее и внешнее сопротивления при фильтрации воды на заданном участке,  $\text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3$ , определяемое по формулам:

$$\omega_1 = \frac{\mu_B}{2 \cdot \pi \cdot k_B \cdot h} \cdot \ln \frac{0,5 l_{\text{СКВ}}}{\pi \cdot r_{\text{СКВ}}}, \quad \text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3 \quad (6.12)$$

$$\Omega_1 = \frac{\mu_B}{2 \cdot \pi \cdot k_B \cdot h} \cdot \ln \frac{\pi \cdot r_B}{l_{\text{СКВ}}}, \quad \text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3 \quad (6.13)$$

где:  $\mu_B$  — динамическая вязкость воды,  $\text{Па} \cdot \text{с}$ ;  $k_B$  — проницаемость породы для закачиваемой воды,  $\text{м}^2$ ;  $h$  — толщина пласта, м;  $r_B$  — радиус фронта закачиваемой воды, м;  $l_{\text{СКВ}}$  — расстояние между добывающими скважинами в ряду, м;  $r_{\text{СКВ}}$  — радиус забоя скважины, м.

Давление на забоях добывающих скважин  $P_{\text{заб}}$  определяется из уравнения [2; 3]:

$$P_B - P_{\text{заб}} = q \cdot (\omega_2 + \Omega_2) \quad (6.14)$$

$$P_{\text{заб}} = P_B - q \cdot (\omega_2 + \Omega_2), \quad \text{Па} \quad (6.15)$$

где:  $\omega_2$  и  $\Omega_2$  — внутреннее и внешнее сопротивления при фильтрации нефти на участке «фронт закачиваемой воды — радиус ряда добывающих скважин»,  $\text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3$  определяемое по формулам:

$$\omega_2 = \frac{\mu_H}{n \cdot 2 \cdot \pi \cdot k_H \cdot h} \cdot \ln \frac{0,5 l_{\text{СКВ}}}{\pi \cdot r_{\text{СКВ}}}, \quad \text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3 \quad (6.16)$$

где:  $n$  — число добывающих скважин, взаимодействующих с нагнетательной скважиной (при 7 — точечной системе разработки  $n = 2$ );  $\mu_H$  — динамическая вязкость

нефти, Па · с;  $k_n$ —проницаемость породы для нефти, м<sup>2</sup>. Остальные обозначения аналогичны формуле (6.12).

Внешнее сопротивление  $\Omega_2$  при фильтрации нефти равно:

$$\Omega_2 = \frac{\mu_n}{2 \cdot \pi \cdot k_n \cdot h} \cdot \ln \frac{R}{r_b}, \text{ Па} \cdot \text{с/м}^3 \quad (6.17)$$

где: R—расстояние от нагнетательной скважины до ряда добывающих скважин, м;  $r_b$ —радиус распространения фронта закачиваемой воды, м.

Время добычи безводной нефти  $t_{\text{безв}}$  (обводненность  $B \leq 0,5\%$  масс.) или время до обводнения нефти в данном элементе месторождения определяется при постоянном расходе закачиваемой воды по формуле [3; 11]:

$$t_{\text{безв}} = \frac{V_{\text{нз}}}{365 \cdot q}, \text{ ГОД} \quad (6.18)$$

где: q—расход закачиваемой воды, м<sup>3</sup>/сут;  $V_{\text{нз}}$ —начальные запасы нефти в расчетном элементе месторождения, определяемые по формуле:

$$V_{\text{нз}} = R^2 \cdot \left( \frac{3\sqrt{3}}{2} \right) \cdot h \cdot m \cdot (1 - S_B), \quad \text{м}^3 \quad (6.19)$$

где: R—расстояние от нагнетательной скважины до ряда нагнетательных скважин, м; m—пористость пласта; h—толщина пласта, м;  $S_B$ —водонасыщенность нефтяного пласта.

### 6.3. Вопросы для самостоятельной работы студента и для подготовки к зачету по дисциплине «Нефтепродуктообеспечение».

1. Что такое месторождение?
2. Что такое залежь?
3. Какие основные условия характеризуют объект разработки?
4. Какое основное условие обеспечивает упругий режим работы залежи?
5. Какое основное условие обеспечивает упруговодонапорный режим работы залежи?
6. Когда наступает жесткий водонапорный режим работы залежи?
7. Какое основное условие обеспечивает работу залежи в режиме растворенного газа?
8. Чем обеспечивается газонапорный режим работы залежи?
9. Что характеризует упругий газонапорный режим работы залежи?
10. Что характеризует жесткий газонапорный режим работы залежи?
11. Основное условие проявления гравитационного режима работы залежи?
12. Что такое текущая нефтеотдача?
13. Что такое темп разработки месторождения?
14. Что такое газовый фактор?
15. Что такое водонефтяной фактор?
16. Какие показатели характеризуют различные стадии разработки месторождения?

17. Что такое пластовое давление?
18. Что характеризует пьезопроводность пласта?
19. Что такое фонд скважин ?
20. Для чего предусматривается резервный фонд скважин?
21. Что такое параметр плотности сетки скважин?
22. Для каких объектов целесообразна разработка без воздействия на пласт?
27. В каких случаях целесообразно применение системы законтурного воздействия на пласт?
28. Чему равно отношение нагнетательных и добывающих скважин при однорядной системе внутриконтурного заводнения?
29. Чему равно отношение нагнетательных и добывающих скважин при пятиточечной системе внутриконтурного заводнения?
30. Чему равно отношение нагнетательных и добывающих скважин при семиточечной системе внутриконтурного заводнения?
31. Что такое вероятностно-статистическая модель пласта ?
32. Что представляет собой модель однородного пласта?
33. Какие фундаментальные законы природы используются при описании процессов разработки нефтяных месторождений?
34. Какой фундаментальный закон природы необходимо учитывать при изменении температурных условий в пласте при разработке нефтяных месторождений?
35. Какой физический закон часто используется для описания движения нефти в пласте?
36. Перед фронтом вытеснения фильтруется только нефть, а позади – только вода. Назовите модель вытеснения нефти?
37. Перед фронтом вытеснения движется только нефть, позади него - одновременно нефть и вода. Назовите модель вытеснения нефти?
38. Укажите основные условия существования упругого режима работы залежи.
39. Какие законы и уравнения используются при моделировании упругого режима работы залежи?
40. При каких исследованиях скважин используется теория упругого режима?
49. Что является источником пластовой энергии при водонапорном режиме работы залежи?
50. Какие законы и уравнения используются при моделировании режима растворенного газа газонапорного режима?
51. Что такое коэффициент вытеснения?
52. Что такое коэффициент охвата пласта воздействием?
53. Как связаны коэффициент вытеснения, коэффициент охвата пласта воздействием и текущая нефтеотдача?

54. Каким образом происходит обводнение добывающих скважин при поршневом вытеснении нефти водой?
55. Как изменяется обводненность продукции скважин при непоршневом вытеснении нефти водой?
56. В чем заключается принцип электрогидродинамической аналогии?
57. Назовите основные методы регулирования разработки месторождения?
58. Физико—химические методы, применяемые при разработке нефтяных месторождений. Достоинства и недостатки.
58. Тепловые методы, применяемые при разработке нефтяных месторождений. Достоинства и недостатки.
60. Методы разработки нефтяных сланцевых месторождений.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Нефтепродуктообеспечение»**

#### **Основная литература:**

1. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебное пособие для вузов. М., Недра и газ, 2007, стр. 826.
2. Росляк А.Т. Разработка нефтяных и газовых месторождений. Учебно-методическое пособие. Томск, ТПУ, 2003, с.144.
3. Санду С.Ф., Росляк А.Т., Галкин В.М. Практикум по дисциплине «Разработка нефтяных и газовых месторождений». Учебное пособие для вузов. Томск, Изд-во ТПУ, 2011, стр. 88.

#### **Дополнительная литература:**

4. Алекперов В.Ю., Грайфер В.И., Николаев Н.М. и др. Новый отечественный способ разработки месторождений баженовской свиты. ч.1, Нефтяное хозяйство, №12, 2013, стр. 100; ч.2, Нефтяное хозяйство, №1, 2014, стр. 50.
5. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Учебник для вузов. М., Недра, 1990, стр. 427.
6. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. Учебник для вузов. М., Недра, 1986, стр. 332.
7. Желтов Ю.П., Стрижов И.Н., Золотухин А. и др. Сборник задач по разработке нефтяных месторождений. Учебное пособие для вузов. М., Недра, 1985, стр. 296.
8. Ибрагимов Н.Г., Васильев Э.П., Амирханов М.И. и др. Оптимизация работы скважин при парогравитационном воздействии на пласт. Нефтяное хозяйство, №7, 2013, стр. 34.
9. Мордвинов А.А. Освоение эксплуатационных скважин. Учебное пособие. Ухта, УГТУ, 2004.
10. Мохов М.А., Сахаров В.А. Фонтанная и газлифтная эксплуатация скважин. Учебное пособие для вузов. М., Недра, 2008.
11. Муслимов Р.Ф. Современные методы управления разработкой нефтяных мес-

- торождений с применением заводнения. Учебное пособие. Казань, Казанский университет, 2003, стр. 596.
12. Справочник по добыче нефти. Под ред. К.Р. Уразакова. Справочник. М., Недра, 2000.
13. Хисамов Р.С. Как достать тяжелую нефть. Газовая промышленность, №5, 2011, стр. 80.
14. Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти. Учебник для вузов. М., Альянс, 2005, стр.570.
15. Акульшин А.И. Прогнозирование разработки нефтяных месторождений. М., Недра, 1988.
16. Савенков Г.Д., Бойко В.С. Расчет процессов интенсификации притока, освоения и эксплуатации скважин. - Львов, Высшая шкхла, 1986 - 160 с.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебным помещением с демонстрационными материалами и со средствами видеопозказа учебных фильмов является аудитория № 2305 ав .

Программа обсуждена на заседании кафедры «Техника и технология горного и нефтегазового оборудования» от \_\_\_\_\_ г., протокол №\_

Одобрена методической комиссией по укрупненной группе специальностей и направлений



### Приложение 1А (Срок обучения 5 лет).

Структура и содержание дисциплины «Нефтепродуктообеспечение»

Направление подготовки–21.03.01- «Нефтегазовое дело». Профиль подготовки – «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КС Р	К.Р.	К.П	РГР	Реф	К/р	Э	З
1.Объект и система разработки.	7		1			10								
2.Классификация и характеристика систем разработки нефтяных залежей.	7		2	1		20								
3. Моделирование процессов разработки и модели пластов.	7		1	1	1	20					+			
4. Разработка месторождений при естественных режимах и с применением заводнения.	7		3	4	1	34		+						
5. Физико-химические и тепловые методы разработки нефтяных месторождений.	7		1	2	2	40								
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>124</b>		<b>+</b>				<b>+</b>		<b>+</b>