

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. проректора по научно-педагогической работе



А.Б. Бирюков

(подпись)

06 20 19 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б32 Гидроаэромеханика в бурении

Специальность:	21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
Специализация:	Технология бурения нефтяных и газовых скважин
Программа:	специалитет
Форма обучения:	очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	6	4
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	—	—
Самостоятельная работа (час.), в том числе	40	118
Курсовой проект/работа (семестр/час.)	—	—
Индивидуальное задание (количество/час.)	—	1/9
Контроль (экзамен, час./зачёт):	экз., 36	экз., 18

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Гидроаэромеханика в бурении» составлена в соответствии с учебным планом по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии (Технология бурения нефтяных и газовых скважин) для 2019 года приёма.

Рабочая программа действительна для обучающихся 2018, 2017 годов приёма.

Составитель: Каракозов Артур Аркадьевич, профессор кафедры «Технология и техника бурения скважин».


Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от « 30 » 05 20 19 года № 8

Заведующий кафедрой  А. А. Каракозов  
(подпись)


Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии.

Протокол от « 30 » 05 20 19 года № 5

Председатель  А. А. Каракозов  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20 20 года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от « 15 » 06 20 20 года № 10

Заведующий кафедрой  А. А. Каракозов  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_ А. А. Каракозов  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_ А. А. Каракозов  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_ А. А. Каракозов  
(подпись)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает основы гидроаэромеханических процессов при бурении, заканчивании и креплении нефтяных и газовых скважин.

Цель дисциплины – приобретение знаний, умений и навыков в области течения буровых технологических жидкостей при бурении скважин, необходимых для проектирования, оптимизации и осуществления гидроаэромеханической программы при бурении, определяющей эффективность строительства нефтяных и газовых скважин в целом. Изучение дисциплины позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями, позволяющими принимать рациональные решения при проектировании и строительстве нефтяных и газовых скважин.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** реологические характеристики технологических жидкостей; основы гидравлических расчетов; характер течения жидкости; особенности многофазных сред в буровых процессах; реологические уравнения состояния; установившиеся и неуставившиеся течения в элементах циркуляционной системы и в кольцевом канале, в системе «скважина – пласт»;

**уметь:** рассчитывать давления при ламинарном и турбулентном течении жидкостей в щелях; рассчитывать гидравлические потери в элементах циркуляционной системы; рассчитывать расход промывочной жидкости, обеспечивающей очистку забоя и транспорт шлама в кольцевом пространстве; рассчитывать объем, плотность и подачу жидкости для глушения водяных и нефтяных фонтанов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли (ОПК-1);
- способен выполнять работы по проектированию технологических процессов и оборудования нефтегазового производства в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-3);
- способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-7).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина «Гидроаэромеханика в бурении» базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Гидравлика», «Механика сплошной среды», «Спецглавы математики», «Физика».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении производственной и преддипломной практики, государственной итоговой аттестации и изучении последующих дисциплин:

«Бурение газовых и дегазационных скважин на угольных месторождениях», «Бурение нефтяных и газовых скважин на шельфе», «Геолого-технические исследования нефтяных и газовых скважин», «Заканчивание и крепление скважин», «Исследование и опробование призабойной зоны пласта», «Контроль и управление процессом бурения в условиях аномальных пластовых давлений», «Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин», «Проектирование буровых работ», «Реконструкция и восстановление скважин», «Современные технологии освоения скважин», «Управление скважиной при флюидопроявлении».

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов*				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Основные задачи гидроаэромеханики в бурении.	12(12)	4(0)	4(0)	–	4(12)
2	Равновесие и движение твердых частиц в жидкости, газе и газожидкостной смеси.	16(16)	4(0)	4(0)	–	8(16)
3	Установившиеся течения несжимаемых жидкостей в элементах циркуляционной системы скважины. Гидравлический расчет циркуляционной системы при бурении.	22(32)	6(4)	10(4)	–	6(24)
4	Гидравлический расчет цементирования обсадных колонн.	22(24)	6(0)	10(0)	–	6(24)
5	Установившиеся течения газа и газопластовой смеси в элементах циркуляционной системы скважины.	16(18)	4(0)	6(0)	–	6(18)
6	Установившиеся течения газожидкостных смесей в элементах циркуляционной системы скважины.	10(12)	4(0)	–	–	6(12)
7	Неустановившееся течение жидкостей в системе «скважина – пласт».	10(12)	6(0)	–	–	4(12)
Итого по видам занятий		108(126)	34(4)	34(4)		40(118)
Контроль		36(18)				
<b>ИТОГО</b>		<b>144</b>				

\* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-1	Темы 1 – 7
ПК-3	Темы 2 – 7
ПК-7	Темы 2 – 7

### 3.2. Лекции

#### **Тема 1.** Основные задачи гидроаэромеханики в бурении.

Основные результаты и направления развития гидроаэромеханики буровых процессов. Реология буровых и тампонажных растворов. Основные уравнения реологии. Фундаментальные реологические модели. Сложные модели. Многофазные среды в буровых процессах. Уравнения гидроаэромеханики буровых процессов. Задачи гидростатики в бурении.

*Литература к теме 1:* [1, 2, 4].

**Тема 2.** Равновесие и движение твердых частиц в жидкости, газе и газожидкостной смеси.

Закономерности транспортирования бурового шлама. Скорость свободного падения шара в среде. Влияние и учет реальной формы частиц. Влияние и учет стесненности движения. Определение расхода очистного агента. Оседание твердой фазы после прекращения циркуляции очистного агента.

*Литература к теме 2:* [1, 2, 4].

**Тема 3.** Установившиеся течения несжимаемых жидкостей в элементах циркуляционной системы скважины. Гидравлический расчет циркуляционной системы при бурении.

Уравнения установившихся течений однородных несжимаемых жидкостей. Расчёт давлений при ламинарном течении в щелях, трубах и кольцевых каналах вязких, вязко-пластичных и степенных жидкостей. Переход ламинарного течения в турбулентное для вязких, вязко-пластичных и степенных жидкостей. Расчёт давлений при турбулентном течении в щелях, трубах и кольцевых каналах вязких, вязко-пластичных и степенных жидкостей. Течение жидкости в эксцентричном кольцевом канале. Влияние вращения внутренней трубы на перепад давления в кольцевом канале. Перепад давления в местных сопротивлениях. Гидравлическая программа промывки при бурении.

*Литература к теме 3:* [1, 2, 4].

**Тема 4.** Гидравлический расчет цементирование обсадных колонн.

Причины неполного вытеснения жидкостей. Распределение концентраций при замещении одной жидкости другой. Учёт в расчётах цементирование необходимой полноты замещения. Методика гидравлического расчета режимов цементирование с учётом заданной концентрации в сечении канала.

*Литература к теме 4:* [1, 4].

**Тема 5.** Установившиеся течения газа и газошламовой смеси в элементах циркуляционной системы скважины.

Распределение давлений в потоке газа в бурильных трубах и газошламовой смеси в кольцевом пространстве скважины для восходящих и нисходящих потоков. Потери давления в местных сопротивлениях. Расчёт подачи и давления компрессора при бурении с продувкой.

*Литература к теме 5:* [1, 4].

**Тема 6.** Установившиеся течения газожидкостных смесей в элементах циркуляционной системы скважины.

Распределение давлений при движении газожидкостных смесей в кольцевом

пространстве скважины и бурильных трубах для восходящих и нисходящих потоков. Расчёт подачи и давления насоса и компрессора при бурении с промывкой аэрированной жидкостью.

*Литература к теме 6:* [1, 4].

**Тема 7.** Неустановившееся течение жидкостей и газожидкостных смесей в системе «скважина – пласт».

Неустановившееся течение несжимаемой жидкости при спуско-подъёмных операциях. Гидродинамические давления при неустановившемся течении несжимаемой вязкой и вязкопластической жидкости при спуско-подъёмных операциях. Волновой характер неустановившегося движения. Расчёт давления при срабатывании предохранительного клапана, восстановлении циркуляции, при посадке пробки на седло. Неустановившееся течение смеси жидкостей в системе «скважина – пласт». Расчёт глушения жидкостных фонтанов. Неустановившееся течение газожидкостных смесей в системе «скважина – пласт». Расчёт глушения газовых фонтанов.

*Литература к теме 7:* [1, 3, 4].

### 3.3. Практические занятия

№	Тема занятия	Объем, часов	Литература
1	Расчёты, связанные с применением законов гидростатики в бурении	4(0)	[1, 4]
2	Расчёт скорости движения твердых частиц в жидкости, газе и газожидкостной смеси. Определение подачи очистного агента.	4(0)	[1, 2, 4]
3	Гидравлический расчет циркуляционной системы при бурении с промывкой несжимаемыми жидкостями	10(4)	[1, 2, 4]
4	Гидравлический расчет цементирования обсадных колонн	10(0)	[1, 2, 4]
5	Расчёты при бурении скважины с продувкой	6(0)	[1, 2, 4]
<b>ИТОГО</b>		<b>34(4)</b>	

\* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

### 3.4. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение учебного материала по дисциплине, в т.ч. лекционного	26(105)
2	Подготовка к практическим занятиям	14(4)
3	Выполнение индивидуального задания	0 (9)
<b>ИТОГО</b>		<b>40(118)</b>

\* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

### 3.5. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсового проекта (работы) учебным планом не предусмотрено.

Выполнение индивидуального задания студентами очной формы обучения не планируется. Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение индивидуального задания по теме «Гидравлический расчет скважины при бурении с промывкой и цементации». Цель задания – усвоение методики и овла-



дение навыками гидравлического расчёта скважины для конкретных условий бурения и цементации. Исходными данными для выполнения задания является конструкция скважины, компоновка бурильной колонны, характеристика разреза, параметры технологических жидкостей.

В результате выполнения задания студент должен знать методику гидравлического расчёта скважины, гидравлического расчёта при цементации и уметь использовать её при проведении расчётов для конкретных условий.

Отчёт по индивидуальному заданию выполняется на листах формата А4.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Может быть допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки, решения не обоснованы;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки, решения не всегда обоснованы;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки, решения не всегда обоснованы;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности, способен обосновать решения;

– высокий уровень: понимает суть методики решения задачи, решает её без ошибок, способен обосновать решения.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

– нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

– минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– пороговый уровень: имеет минимальные навыки выполнения профессиональных задач. Задания выполняет медленно и некачественно;

– средний уровень: имеет навыки выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству, допуская негрубые ошибки;

– продвинутый уровень: имеет уверенные навыки выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

– высокий уровень: имеет уверенные навыки выполнения профессиональных задач, при необходимости демонстрируя творческий подход. Быстро и качественно выполняет задания.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

– нулевой уровень: компетенции не сформированы;

– минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– продвинутый уровень: все компетенции сформированы на продвинутом или высоком уровне;

– высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену**

1. Определение гидростатического давления жидкости.
2. Определение силы Архимеда.
3. Определение чисел Рейнольдса, Хёдстрема, Архимеда и Сен-Венана.
4. Определение скорости витания частицы шлама.
5. Определение максимального размера частицы, находящейся в равновесии в вязко-пластичной жидкости.
6. Определение необходимого расхода бурового раствора из условия выноса шлама (с определением необходимой скорости потока жидкости).
7. Определение необходимого расхода газа или газожидкостной смеси из условия выноса шлама.
8. Расчёт времени падения шара в нисходящем потоке жидкости.



9. Определение режимов течения жидкости при бурении скважин на нефть и газ.
10. Определение коэффициентов гидравлических сопротивлений (в том числе и местных) при промывке скважин на нефть и газ.
11. Определение максимальной и минимальной плотности бурового раствора при гидравлическом расчёте.
12. Выбор турбобура по заданному расходу жидкости.
13. Определение потерь давления при промывке скважин на нефть и газ (общая формула с расшифровкой составляющих слагаемых).
14. Потери давления в бурильных трубах (гладкая часть).
15. Потери давления в соединениях бурильных труб.
16. Потери давления в кольцевом пространстве (гладкая часть).
17. Потери давления в кольцевом пространстве (соединения).
18. Потери давления на преодоление разности плотностей жидкости в скважине и бурильных трубах.
19. Потери давления в забойном двигателе.
20. Потери давления в наземной обвязке.
21. Потери давления в долоте.
22. Обоснование использования гидромониторного режима долота
23. Мощность на привод насоса.
24. Определение расхода воздуха для продувки скважины.
25. Расчет необходимого давления, развиваемого компрессором при продувке скважин: расчётная схема.
26. Расчет необходимого давления, развиваемого компрессором при продувке скважин: расчётные зависимости для горизонтальных участков циркуляционной системы.
27. Расчет необходимого давления, развиваемого компрессором при продувке скважин: расчётные зависимости для нисходящих участков циркуляционной системы.
28. Расчет необходимого давления, развиваемого компрессором при продувке скважин: расчётные зависимости для восходящих участков циркуляционной системы.
29. Расчёт давления для нисходящего потока газожидкостной смеси (трубы, кольцевое пространство).
30. Расчёт давления для восходящего потока газожидкостной смеси (трубы, кольцевое пространство).
31. Перепад давления в турбобуре и долоте при использовании газожидкостной смеси.
32. Расчёт подачи при бурении с аэрированной промывочной жидкостью.
33. Расчёт давления при бурении с аэрированной промывочной жидкостью.
34. Расчёт гидродинамических давлений при спуско-подъёмных операциях.
35. Расчёт изменения давления при срабатывании предохранительного клапана.
36. Расчёт давления при восстановлении циркуляции.
37. Расчёт давления при посадке пробки в седло в колонне труб.
38. Расчёт количества, плотности и подачи жидкости для глушения открытого газового фонтана.
39. Расчёт давления на устье при глушении газового фонтана.

40.Расчёт режима глушения жидкостного фонтана.

41.Методика гидравлического расчёта режима цементирования.

### 4.3 Пример экзаменационного билета

#### ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа подготовки:	Специалитет
	(бакалавриат, специалитет, магистратура)
Специальность:	21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
	(код, название)
Специализация:	Технология бурения нефтяных и газовых скважин
	(название)
Семестр:	6
Учебная дисциплина:	Гидроаэромеханика в бурении

#### БИЛЕТ № 1

1. Определить потери давления в бурильных трубах длиной 3000 м диаметром 114 мм с толщиной стенки 7 мм и шероховатостью 0,3 мм, если скорость течения жидкости 3 м/с, режим течения – турбулентный, плотность жидкости 1150 кг/м<sup>3</sup>, число Рейнольдса – 7500.
2. Какая максимальная плотность глинистого раствора допускается условием предотвращения гидроразрыва пласта, если глубина подошвы пласта – 3200 м, давление гидроразрыва – 39 МПа, плотность пород на забое – 2600 кг/м<sup>3</sup>, потери давления в кольцевом пространстве выше пласта – 3,5 МПа, содержание жидкости в потоке  $\phi=0,98$ .
3. Рассчитайте минимальную подачу насоса для скважины диаметром 216 мм, если рекомендуемая скорость жидкости в кольцевом пространстве – 0,8 м/с, а диаметр бурильных труб – 114 мм.
4. Определить возможность использования турбобура для создания момента на долоте 2450 Н·м при подаче жидкости 0,028 м<sup>3</sup>/с плотностью 1220 кг/м<sup>3</sup>, если тормозной момент турбобура 3500 Н·м, плотность и расход стандартной жидкости, соответственно, 1000 кг/м<sup>3</sup> и 0,040 м<sup>3</sup>/с.
5. Определить разность гидростатических давлений на забое скважин при цементации обсадной колонны длиной 2000 м для момента, когда тампонажный раствор плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup> находится в обсадных трубах (расположен на глубине 1700-2000м), кольцевое пространство заполнено буферной жидкостью плотностью 1050 кг/м<sup>3</sup>, плотность продавочной жидкости – 1200 кг/м<sup>3</sup>.

#### КРИТЕРИИ

##### оценивания экзаменационной работы

Экзамен проводится письменно. На каждый из 5 вопросов требуется конкретный ответ. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой.

Правильный ответ на вопрос оценивается в десять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале. Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры	Технологии и техники бурения скважин
	(наименование кафедры полностью)
Протокол № ____ от « ____ » ____ 20 ____	
Зав. кафедрой	Каракозов А.А.
	(Ф.И.О.)
Экзаменатор	Каракозов А.А.
	(Ф.И.О.)

#### 4.4 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Гидроаэромеханика в бурении» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента осуществляется по результатам выполнения практических занятий и индивидуального задания (у студентов заочной формы обучения). Выполнение заданий на практических занятиях с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к прохождению промежуточной аттестации

Распределение баллов по текущему контролю работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов по текущему контролю

Форма контроля	Возможное количество баллов		Примечание
	Очная форма	Заочная форма	
Отчёт о выполнении задания практического задания	8 – темы №3, 4; 3 – темы №1, 2, 5	5	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	4 – темы №3, 4; 1 – темы №1, 2, 5	3	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>Итого по практическим занятиям</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	Максимально возможное – из расчёта 5 заданий для проведения практических занятий для очной формы и одного – для заочной.
Выполнение индивидуального задания	–	20	При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	–	10	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению работы
<b>ИТОГО</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена.

Форма проведения семестрового экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 5 вопросов. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности, содержит точные формулировки, сопровождается ил-

люстрирующими схемами и рисунками (при необходимости). В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается восемь баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает ноль баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Вопрос 1	15
	Вопрос 2	15
	Вопрос 3	15
	Вопрос 4	15
	Вопрос 5	15
<b>ИТОГО</b>		<b>75</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.5 Пример текущего опроса на практических занятиях

На примере практического занятия по теме «Установившиеся течения несжимаемых жидкостей в элементах циркуляционной системы скважины. Гидравлический расчет циркуляционной системы при бурении»:

1. Как определить число Рейнольдса?
2. Как определить число Хёдстрема?
3. Как определить число Сен-Венана?
4. Как определить критическое число Рейнольдса?
5. Как определить коэффициент гидравлических сопротивлений по формуле Альтшуля и Блазиуса?
6. Как определить потери давления в гладкой части буровых труб?
7. Как определить потери давления в соединениях буровых труб?
8. Как определить потери давления в кольцевом пространстве скважины?

9. Как определить потери давления в долоте?
10. Как определить потери давления в обвязке?
11. Как определить, можно ли использовать гидромониторные насадки?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

1. Бабаян, Э. В. Буровая гидравлика : учебное пособие / Э. В. Бабаян. – Москва : Инфра-Инженерия, 2018. – 156 с. – ISBN 978-5-9729-0204-0. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78266.html>

2. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. В 5 томах. Т.2 : учебник для студентов вузов / Г. В. Конесев, Н. А. Аксенова, В. П. Овчинников [и др.] ; под редакцией В. П. Овчинникова. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 560 с. — ISBN 978-5-9961-1330-9 (т. 2), 978-5-9961-1328-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83736.html>

3. Цивинский, Д. Н. Расчёт динамики течения жидкости и гидравлического сопротивления при проведении спускоподъёмных операций в скважине : учебное пособие / Д. Н. Цивинский. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 216 с. — ISBN 978-5-7964-1773-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90895.html>

### **Дополнительная литература**

4. Бабаян, Э. В. Инженерные расчеты при бурении / Э. В. Бабаян, А. В. Черненко. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 440 с. — ISBN 978-5-9729-0108-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/51724.html>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

1. Гидроаэромеханика в бурении [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии» (специализация «Бурение нефтяных и газовых скважин») / Составители: А.А. Каракозов, С.Н. Парфенюк – Электрон. дан. – Донецк: ДонНТУ, 2019. – 20 с. – Систем. требования: Adobe reader (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы:**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

ЭБС IPR Books – <http://www.iprbookshop.ru>



## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория № 11.302, учебный корпус 11, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (с возможностью подключения к сети «Интернет»). Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: Стационарный компьютер на базе Pentium Dual-Core 2.7 Ghz – 1 шт., демонстрационные стенды и плакаты. Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4 (лицензия GNU GPL), Scilab 6.0.0 (GNU GPL); GNU Octave 4.2.0 (GNU GPL); Maxima 5.39.0 (GNU GPL); FreeCAD 0.16 (GNU LGPL); Lazarus 1.6.2 (GNU LGPL); OpenFOAM 4.1 (GNU GPL); SALOME 7.4.0 (GNU LGPL); КОМПАС 3D LT V12 (некоммерческая версия). Мультимедийное оборудование: ноутбук (операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4), мультимедийный проектор, экран.

### 2. Практические занятия:

Компьютерный класс № 11.309, учебный корпус 11, для проведения практических занятий (с подключением к сети «Интернет»). Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: Стационарный компьютер: на базе Intel Celeron – 4 шт., на базе AMD Athlon – 1 шт.; Принтер HP LJ1200; Сканеры Epson 1270 и HP Scanjet 3800; Демонстрационные стенды и плакаты. Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4 (лицензия GNU GPL), ProjectLibre (CPAL), Scilab 6.0.0 (GNU GPL); GNU Octave 4.2.0 (GNU GPL); Maxima 5.39.0 (GNU GPL); FreeCAD 0.16 (GNU LGPL); Lazarus 1.6.2 (GNU LGPL); OpenFOAM 4.1 (GNU GPL); SALOME 7.4.0 (GNU LGPL); КОМПАС 3D LT V12 (некоммерческая версия). Мультимедийное оборудование: ноутбук (операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4), мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.

Составитель рабочей программы:

  
(подпись)

Каракозов А.А.