

**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**  
доцент М.В. Двойников

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# **ГИДРОАЭРОМЕХАНИКА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии»
<b>Направленность (профиль):</b>	Технология бурения нефтяных и газовых скважин
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент М.Ю. Мерзляков

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Гидроаэромеханика при бурении скважин»**  
разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России № 27 от 11 января 2018 г.;

– на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии», направленность (профиль) «Технология бурения нефтяных и газовых скважин».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент М.Ю. Мерзляков

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры бурения скважин**  
от 20.01.2021 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент М.В. Двойников

**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

**Цели дисциплины** «Гидроаэромеханика при бурении скважин» – приобретение студентами знаний о гидроаэродинамических и теплофизических процессах при бурении и креплении скважин.

**Основными задачами дисциплины являются:**

- **изучение** теоретических основ реологии буровых технологических жидкостей;
- **овладение** методами гидравлических расчетов циркулирующих очистных агентов; методами расчета температурного режима скважины и породоразрушающего инструмента;
- **формирование:** навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области бурения нефтяных и газовых скважин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Гидроаэромеханика при бурении скважин» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии», направленность (профиль) «Технология бурения нефтяных и газовых скважин» и изучается в 8-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидроаэромеханика при бурении скважин» являются «Гидравлика», «Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин».

Дисциплина «Гидроаэромеханика при бурении скважин» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Заканчивание нефтяных и газовых скважин», «Текущий и капитальный ремонт скважин», «Осложнения и аварии при бурении скважин» и ряда специальных дисциплин, в которых рассматриваются процессы бурения скважин и связанные с ними операции, специфичные для данного направления подготовки.

Особенностью дисциплины является изучение процессов движения и равновесия технологических жидких и газообразных сред при проведении буровых работ.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЁННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Гидроаэромеханика при бурении скважин» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	ОПК-1	ОПК-1.1. использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля ОПК-1.4. знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность осуществлять и корректировать технологические процессы строительства нефтяных и газовых скважин	ПКС-12	ПКС-12.1. Знать основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий ПКС-12.2. Уметь при взаимодействии с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректировать технологические процессы с учетом реальной ситуации ПКС-12.3. Владеть навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет **4** зачётные единицы, **144** ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	34	34
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	34	34
Подготовка к зачету / дифф. зачету	25	25
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачёт (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

##### 4.2 Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1 «Реология буровых и тампонажных растворов»	29	4	-	13	12
2.	Раздел 2 «Закономерности транспортировки бурового шлама»	20	4	4	-	12
3.	Раздел 3 «Давления на преодоление гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора»	63	5	11	2	45
4.	Раздел 4 «Температурный режим скважины»	16	2	-	2	12
5.	Раздел 5 «Температурный режим породоразрушающего инструмента»	16	2	2	-	12
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>93</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Реология буровых и тампонажных растворов	Классификация буровых промывочных и тампонажных растворов. Реологические модели буровых и тампонажных растворов. Реологические уравнения.	4
2	Раздел 2. Закономерности транспортировки бурового шлама	Критическая скорость шара в среде. Учет влияния формы частицы и стесненности движения на критическую скорость. Расход бурового раствора при бурении с учетом реальных условий выноса шлама.	4
3	Раздел 3. Давления на преодоление гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора	Давления на преодоление гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах, утяжеленных бурильных трубах, кольцевом пространстве скважины, соединениях бурильных труб, долоте, забойном двигателе, наземной обвязке. Особенности движения газообразных и газожидкостных очистных агентов. Коэффициент аэродинамического сопротивления. Расчет потребного расхода воздуха. Гидравлический расчет промывки скважины пеной.	5
4	Раздел 4. Температурный режим скважины	Температурный режим скважины в процессе бурения. Нормализация температурного режима скважины при бурении в многолетнемёрзлых породах. Бурение скважин на геотермы, с одновременным замораживанием рыхлых влажных пород, плавлением льдов и горных пород.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5	Раздел 5. Температурный режим породоразрушающего инструмента	Охлаждающее действие очистных агентов. Температурный режим породоразрушающего инструмента. Охлаждающее действие различных видов очистных агентов. Теплообменные процессы в призабойной зоне скважины. Нормализация температурного режима породоразрушающего инструмента.	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение реологической модели бурового раствора	13
2.	Раздел 2.	Расчет критической скорости частицы в среде	4
3.	Раздел 3.	Расчет продувки	4
4.	Раздел 3.	Расчет давления нагнетания буровых насосов	7
5.	Раздел 3.	Определение промывки пеной	2
6.	Раздел 4.	Температурный режим скважины	2
7.	Раздел 5.	Температурный режим ПРИ	2
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые 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.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**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** (текущая консультация, накануне дифф. зачёта) 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).

Текущие 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. Реология буровых и тампонажных растворов**

1. История развития реологии.
2. Классификация буровых промывочных и тампонажных растворов.
3. Фундаментальные реологические модели.
4. Реологические модели буровых и тампонажных растворов.
5. Реологические уравнения буровых и тампонажных растворов.

#### **Раздел 2. Закономерности транспортировки бурового шлама**

1. Критическая скорость шара в среде.
2. Диаграмма Лященко.
3. Учет влияния формы частицы и стесненности движения на критическую скорость.
4. Скорость восходящего потока бурового раствора.
5. Расход бурового раствора при бурении с учетом реальных условий выноса шлама.

#### **Раздел 3. Давления на преодоление гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора**

1. Давления на преодоление гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах, утяжеленных бурильных трубах, кольцевом пространстве скважины, соединениях бурильных труб, долоте, забойном двигателе, наземной обвязке.
2. Особенности движения газообразных и газожидкостных очистных агентов.
3. Коэффициент аэродинамического сопротивления.
4. Расчет потребного расхода воздуха.
5. Гидравлический расчет промывки скважины пеной.

#### **Раздел 4. Температурный режим скважины**

1. Температурный режим скважины в процессе бурения.
2. Температурный режим скважины в процессе бурения многолетнемерзлых пород.
3. Нормализация температурного режима скважины при бурении в многолетнемерзлых породах.
4. Бурение скважин на геотермы.
5. Бурение скважин с одновременным замораживанием рыхлых влажных пород, плавлением льдов и горных пород.

#### **Раздел 5. Температурный режим породоразрушающего инструмента**

1. Охлаждающее действие очистных агентов.
2. Температурный режим породоразрушающего инструмента.
3. Охлаждающее действие различных видов очистных агентов.
4. Теплообменные процессы в призабойной зоне скважины.
5. Нормализация температурного режима породоразрушающего инструмента.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачёт)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачёту (по дисциплине):**

1. Что такое реология?
2. Что изучает реология?
3. Что такое реологическое уравнение?

4. Какие существуют фундаментальные реологические модели?
5. Какие существуют реологические модели буровых и тампонажных растворов?
6. Как классифицируют буровые растворы?
7. Что такое критическая скорость?
8. Как определить критическую скорость шара в среде?
9. Что можно определить по диаграмме Лященко?
10. Для чего используется параметр Архимеда?
11. Как форма частиц влияет на критическую скорость?
12. Как влияет стесненность движения частиц на критическую скорость?
13. Как рассчитывается скорость восходящего потока бурового раствора?
14. Как распределяется скорость и касательные напряжения при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах и кольцевом пространстве?
15. Как записывается формула Дарси-Вейсбаха определения давлений для преодоления гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах?
16. Как записывается формула Дарси-Вейсбаха определения давлений для преодоления гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в кольцевом пространстве?
17. Как записывается формула Дарси-Вейсбаха определения давлений для преодоления гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в соединениях бурильных труб?
18. Как записывается формула Дарси-Вейсбаха определения давлений для преодоления гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в наземной обвязке и забойном двигателе?
19. Как записывается формула определения давлений для преодоления гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в насадках долота?
20. По какой формуле определяется коэффициент гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах при ламинарном режиме течения?
21. По какой формуле определяется коэффициент гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в пространстве при ламинарном режиме течения?
22. По какой формуле определяется коэффициент гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в кольцевом пространстве при турбулентном режиме течения?
23. По какой формуле определяется коэффициент гидравлических сопротивлений при циркуляции бурового раствора в бурильных трубах при турбулентном режиме течения?
24. По какой формуле определяется коэффициент аэродинамических сопротивлений при циркуляции газа?
25. Какова методика расчета давления на компрессоре при продувке скважины?
26. Какова методика расчета давления на компрессоре и насосе при промывке скважины пеной?
27. Что такое температурный режим скважины в процессе бурения?
28. В чем заключается нормализация температурного режима скважины при бурении в многолетнемёрзлых породах?
29. Какие теплообменные процессы происходят в призабойной зоне скважины?
30. В чем заключается нормализация температурного режима породоразрушающего инструмента?



## 6.2.2. Примерные тестовые задания

### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Гидроаэромеханика – это наука о ...	1. подземных водах; 2. круговороте веществ в природе; 3. буровых растворах; 4. движении и равновесии жидкостей и газов.
2.	Реология изучает	1. деформацию тел, включая их текучесть; 2. потери давления буровых растворов; 3. циркуляцию жидкостей и газов; 4. кинетическую энергию жидкостей.
3.	Текучесть –	1. относится к реологическим свойствам, характеризующим пластическое поведение пород при длительном воздействии нагрузки, не превышающей их предела упругости; 2. явление непрерывного роста деформации пород при постоянном напряжении; 3. частный случай пластичности; 4. все вышеперечисленные.
4.	Плывучесть –	1. относится к реологическим свойствам, характеризующим пластическое поведение пород при длительном воздействии нагрузки, не превышающей их предела упругости; 2. явление непрерывного роста деформации пород при постоянном напряжении; 3. частный случай пластичности; 4. свойство водонасыщенных пород течь при вскрытии скважиной.
5.	Релаксация напряжений –	1. это постепенное снижение напряжений при постоянной деформации; 2. явление противоположное текучести; 3. явление, когда после снятия нагрузки тело не восстанавливает первоначальной формы, т.к. упругие деформации переходят в пластические; 4. все вышеперечисленные.
6.	Высокое значение коэффициента пластичности (КП) поддерживают за счёт:	1. постоянства динамического напряжения сдвига или пластической вязкости; 2. увеличения динамического напряжения сдвига; 3. снижения пластической вязкости; 4. увеличения динамического напряжения сдвига или снижения пластической вязкости.
7.	С ростом коэффициента пластичности (КП) увеличивается:	1. транспортирующая способность потока; 2. гидродинамическое давление струй промывочной жидкости из насадок долота; 3. рост механической скорости бурения; 4. все вышеперечисленные.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Желательные пределы изменения значений показателя реологических свойств промывочной жидкости: пластическая вязкость $\eta$ , мПа·с –	1. 3 ÷ 6; 2. 6 ÷ 10; 3. 10 ÷ 15; 4. 15 ÷ 20.
9.	Желательные пределы изменения значений показателя реологических свойств промывочной жидкости: динамическое напряжение сдвига $\tau_0$ , дПа –	1. 15 ÷ 30; 2. 20 ÷ 50; 3. 50 ÷ 60; 4. 60 ÷ 70.
10.	Желательные пределы изменения значений показателя реологических свойств промывочной жидкости: коэффициент пластичности (КП, с <sup>-1</sup> ) –	1. > 500; 2. 350 ÷ 500; 3. 200 ÷ 350; 4. 50 ÷ 200.
11.	В циркуляционной системе скважины скорость сдвига меняется в широких пределах: в УБТ –	1. от 100 до 500 с <sup>-1</sup> ; 2. от 700 до 3000 с <sup>-1</sup> ; 3. от 10 до 500 с <sup>-1</sup> ; 4. от 10 000 до 100 000 с <sup>-1</sup> .
12.	В циркуляционной системе скважины скорость сдвига меняется в широких пределах: в затрубном кольцевом пространстве –	1. от 100 до 500 с <sup>-1</sup> ; 2. от 700 до 3000 с <sup>-1</sup> ; 3. от 10 до 500 с <sup>-1</sup> ; 4. от 10 000 до 100 000 с <sup>-1</sup> .
13.	В циркуляционной системе скважины скорость сдвига меняется в широких пределах: в насадках долот –	1. от 100 до 500 с <sup>-1</sup> ; 2. от 700 до 3000 с <sup>-1</sup> ; 3. от 10 до 500 с <sup>-1</sup> ; 4. от 10 000 до 100 000 с <sup>-1</sup> .
14.	Для установления характера зависимости между касательными напряжениями и скоростями сдвига, определения реологических свойств промывочных жидкостей используют:	1. капиллярные вискозимитры; 2. ротационные вискозимитры; 3. ВСН – 3; 4. все вышеперечисленные.
15.	Эффективная вязкость при скорости сдвига равной 100 с <sup>-1</sup> (ЭВ <sub>100</sub> ) характеризует вязкость промывочной жидкости:	1. в промывочных каналах породоразрушающего инструмента и в пескотоотделителях (гидроциклонах); 2. в кольцевом пространстве скважины; 3. в промывочных каналах породоразрушающего инструмента; 4. в бурильных трубах.
16.	Сколько существует подходов к выбору моделей и перечню показателей, характеризующих реологические свойства промывочных жидкостей:	1. 2; 2. 3; 3. 5; 4. 7.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Априорный (эвристический) подход к выбору моделей и перечню показателей, характеризующих реологические свойства промывочных жидкостей –	<p>1. когда реологические свойства промывочной жидкости характеризуют либо пластической вязкостью и динамическим напряжением сдвига, либо показателями консистенции и неньютоновского поведения;</p> <p>2. когда без каких-либо обоснований в качестве базовой принимают модель Бингама-Шведова, или модель Оствальда-де Ваале;</p> <p>3. когда реологические свойства промывочной жидкости одновременно оценивают показателями, входящими в модель Бингама-Шведова и модель Оствальда-де Ваале.</p> <p>4. 1 и 2.</p>
18.	Статистический подход к выбору моделей и перечню показателей, характеризующих реологические свойства промывочных жидкостей –	<p>1. когда реологические свойства промывочной жидкости характеризуют показателями той из рассматриваемых моделей, которая наиболее адекватна, т.е. с меньшей погрешностью, описывает её реологическое поведение;</p> <p>2. когда реологические свойства промывочной жидкости характеризуют либо пластической вязкостью и динамическим напряжением сдвига, либо показателями консистенции и неньютоновского поведения;</p> <p>3. когда без каких-либо обоснований в качестве базовой принимают модель Бингама-Шведова, или модель Оствальда-де Ваале;</p> <p>4. когда реологические свойства промывочной жидкости одновременно оценивают показателями, входящими в модель Бингама-Шведова и модель Оствальда-де Ваале.</p>
19.	Компромиссный подход к выбору моделей и перечню показателей, характеризующих реологические свойства промывочных жидкостей –	<p>1. когда реологические свойства промывочной жидкости характеризуют показателями той из рассматриваемых моделей, которая наиболее адекватна, т.е. с меньшей погрешностью, описывает её реологическое поведение;</p> <p>2. когда реологические свойства промывочной жидкости характеризуют либо пластической вязкостью и динамическим напряжением сдвига, либо показателями консистенции и неньютоновского поведения;</p> <p>3. когда без каких-либо обоснований в качестве базовой принимают модель Бингама-Шведова, или модель Оствальда-де Ваале;</p> <p>4. когда реологические свойства промывочной жидкости одновременно оценивают показателями, входящими в модель Бингама-Шведова и модель Оствальда-де Ваале.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Ньютоновские жидкости это –	1. жидкости, течение или реологическое поведение которых не подчиняется закону внутреннего трения И. Ньютона; 2. жидкости, у которых динамическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига; 3. жидкости, у которых пластическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига; 4. жидкости, у которых пластическая вязкость остаётся неизменной независимо от динамического напряжения сдвига.

### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Реологическое уравнение выражает зависимость между:	1. скоростью сдвига и ускорением; 2. давлением и расходом; 3. напряжением и давлением; 4. напряжением и деформацией.
2.	Компромиссный подход к выбору реологической модели подразумевает использование:	1. четырёх показателей; 2. пяти показателей; 3. семи показателей; 4. восьми показателей.
3.	Для оценки реологических свойств буровых растворов вполне достаточно использовать комплекс только из:	1. двух показателей; 2. трёх показателей; 3. четырёх показателей; 4. пяти показателей.
4.	Какие именно показатели используют для оценки реологических свойств буровых растворов	1. пластическая вязкость, динамическое напряжение сдвига; 2. коэффициент пластичности; 3. число промывочных каналов, эффективная вязкость; 4. 1 и 2.
5.	Коэффициент пластичности (КП, с <sup>-1</sup> ) промывочной жидкости определяется по формуле:	1. $KП = \frac{\tau_o}{\eta} + 1$ ; 2. $KП = \frac{\tau_o}{2 \cdot \pi \cdot \eta}$ ; 3. $KП = \frac{\tau_o}{\pi \cdot 60 \cdot \eta}$ ; 4. $KП = \frac{\tau_o}{\eta}$ , где: $\eta$ – пластическая вязкость, Па·с; $\tau_o$ – динамическое напряжение сдвига, Па.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Идеальная с точки зрения реологии промывочная жидкость в нисходящем потоке, на забое и в очистных устройствах должна обладать вязкостью:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. больше вязкости воды;</li> <li>2. меньше вязкости воды;</li> <li>3. близкой к вязкости воды;</li> <li>4. необходимую для транспортирования шлама на поверхность.</li> </ol>
7.	Эффективная вязкость (ЭВ) характеризует:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ту действительную вязкость, которой обладает промывочная жидкость при скорости сдвига, имеющей место в кольцевом пространстве;</li> <li>2. ту действительную вязкость, которой обладает промывочная жидкость при скорости сдвига, имеющей место в кольцевом пространстве, в бурильных трубах</li> <li>3. ту действительную вязкость, которой обладает; промывочная жидкость при скорости сдвига, имеющей место в бурильных трубах или в промывочных каналах породоразрушающего инструмента;</li> <li>4. ту действительную вязкость, которой обладает промывочная жидкость при скорости сдвига, имеющей место в кольцевом пространстве, в бурильных трубах или в промывочных каналах породоразрушающего инструмента.</li> </ol>
8.	Величина ЭВ для вязкопластичных промывочных жидкостей определяется по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>ЭВ = \eta + \frac{\tau_o \cdot D_{\text{э}}}{6v}</math> ;</li> <li>2. <math>ЭВ = \kappa \cdot \gamma_w^{n-1}</math> ;</li> <li>3. <math>ЭВ = \kappa \cdot \eta \cdot \gamma_w^{n-1}</math> ;</li> <li>4. <math>ЭВ = \kappa \cdot \eta + \frac{\tau_o \cdot D_{\text{э}}}{6v}</math> ,</li> </ol> <p>где: <math>\eta</math> – пластическая вязкость, Па·с; <math>\tau_o</math> – динамическое напряжение сдвига, Па; <math>\gamma_w</math> – скорость сдвига, с<sup>-1</sup>; <math>D_{\text{э}}</math> – эквивалентный диаметр канала потока промывочной жидкости, м; <math>k</math> – число промывочных каналов; <math>v</math> – средняя по сечению канала потока объёмная скорость движения промывочной жидкости, м/с.</p>
9.	Эффективная вязкость при полностью разрушенной структуре (ЭВ <sub>∞</sub> ) характеризует вязкость промывочной жидкости:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в промывочных каналах породоразрушающего инструмента и в пескоилоотделителях (гидроциклонах);</li> <li>2. в кольцевом пространстве скважины;</li> <li>3. в промывочных каналах породоразрушающего инструмента;</li> <li>4. в бурильных трубах.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Величина ЭВ для псевдопластичных промывочных жидкостей определяется по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta B = \eta + \frac{\tau_o \cdot D_{\Delta}}{6v}</math>;</li> <li>2. <math>\Delta B = \kappa \cdot \gamma_w^{n-1}</math>;</li> <li>3. <math>\Delta B = \kappa \cdot \eta \cdot \gamma_w^{n-1}</math>;</li> <li>4. <math>\Delta B = \kappa \cdot \eta + \frac{\tau_o \cdot D_{\Delta}}{6v}</math>,</li> </ol> <p>где: <math>\eta</math> – пластическая вязкость, Па·с; <math>\tau_o</math> – динамическое напряжение сдвига, Па; <math>\gamma_w</math> – скорость сдвига, с<sup>-1</sup>; <math>D_{\Delta}</math> – эквивалентный диаметр канала потока промывочной жидкости, м; <math>k</math> – число промывочных каналов; <math>v</math> – средняя по сечению канала потока объёмная скорость движения промывочной жидкости, м/с.</p>
11.	В циркуляционной системе скважины скорость сдвига меняется в широких пределах: в бурильной колонне –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. от 100 до 500 с<sup>-1</sup>;</li> <li>2. от 700 до 3000 с<sup>-1</sup>;</li> <li>3. от 10 до 500 с<sup>-1</sup>;</li> <li>4. от 10 000 до 100 000 с<sup>-1</sup>.</li> </ol>
12.	С ростом ( $\Delta B_{100}$ ) –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличиваются гидравлические сопротивления при течении промывочной жидкости и дифференциальное давление;</li> <li>2. это ведёт к снижению механической скорости бурения и проходки на долото (коронку);</li> <li>3. это ведёт к ухудшению условий зарождения и развития макро- и микротрещин;</li> <li>4. все вышеперечисленные.</li> </ol>
13.	С уменьшением ( $\Delta B_{\infty}$ ) –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышается степень очистки забоя скважины от шлама и охлаждения породоразрушающего инструмента;</li> <li>2. возрастает ресурс работы породоразрушающего инструмента;</li> <li>3. возрастает механическая скорость бурения;</li> <li>4. все вышеперечисленные.</li> </ol>
14.	( $\Delta B_{100}$ ) является основным показателем определяющим –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. транспортирующую способность потока, которая тем выше, чем меньше значения (<math>\Delta B_{100}</math>);</li> <li>2. транспортирующую способность потока, которая тем выше, чем выше значения (<math>\Delta B_{100}</math>);</li> <li>3. транспортирующую способность потока, которая тем меньше, чем выше значения (<math>\Delta B_{100}</math>);</li> <li>4. транспортирующую способность потока, независимо от значения (<math>\Delta B_{100}</math>)</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Интенсивность обогащения промывочной жидкости шламом снижается –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. с увеличением (<math>\text{ЭВ}_{\infty}</math>);</li> <li>2. с уменьшением (<math>\text{ЭВ}_{\infty}</math>);</li> <li>3. с увеличением (<math>\text{ЭВ}_{100}</math>);</li> <li>4. с уменьшением (<math>\text{ЭВ}_{100}</math>).</li> </ol>
16.	Неньютоновские жидкости это –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. жидкости, течение или реологическое поведение которых не подчиняется закону внутреннего трения И. Ньютона;</li> <li>2. жидкости, у которых динамическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига;</li> <li>3. жидкости, у которых пластическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига;</li> <li>4. жидкости, у которых пластическая вязкость остаётся неизменной независимо от динамического напряжения сдвига.</li> </ol>
17.	Реограмма ньютоновских жидкостей представляет собой –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прямую линию, проходящую через начало координат;</li> <li>2. кривую линию, проходящую через начало координат;</li> <li>3. прямую линию, параллельную оси скорости сдвига;</li> <li>4. прямую линию, исходящей с углом наклона из оси скорости сдвига.</li> </ol>
18.	Из реограммы для ньютоновских жидкостей следует что:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. динамическая вязкость не остаётся неизменной при любой скорости сдвига;</li> <li>2. динамическая вязкость не остаётся неизменной при любой скорости сдвига и геометрически представляет собой тангенс угла наклона реологической кривой к оси скорости сдвига;</li> <li>3. динамическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига и геометрически представляет собой тангенс угла наклона реологической кривой к оси скорости сдвига;</li> <li>4. динамическая вязкость остаётся неизменной при любой скорости сдвига и геометрически представляет собой котангенс угла наклона реологической кривой к оси скорости сдвига.</li> </ol>
19.	Для псевдопластичных промывочных жидкостей характерно:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличение вязкости с уменьшением скорости сдвига;</li> <li>2. снижение вязкости с уменьшением скорости сдвига;</li> <li>3. снижение вязкости с увеличением скорости сдвига;</li> <li>4. увеличение вязкости с увеличением скорости сдвига.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Большинство промывочных жидкостей относится:	1. к ньютоновским; 2. к неньютоновским; 3. к псевдо ньютоновским; 4. к истинно ньютоновским.

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Вязкопластичная промывочная жидкость характеризуется тем, что в состоянии покоя:	1. обладает пространственной структурой, достаточно жёсткой, чтобы сопротивляться любому напряжению, меньшему СНС; 2. не обладает жёсткой пространственной структурой, чтобы сопротивляться любому напряжению, меньшему СНС; 3. обладает пространственной структурой, достаточно жёсткой, чтобы сопротивляться любому напряжению, большему СНС; 4. не обладает жёсткой пространственной структурой, чтобы сопротивляться любому напряжению, большему СНС.
2.	Вязкопластичная промывочная жидкость характеризуется тем, что:	1. когда напряжение сдвига $\tau$ , вызванное внешним воздействием, не превышает значение СНС, структура разрушается и жидкость начинает течь; 2. когда напряжение сдвига $\tau$ , вызванное внешним воздействием, превышает значение СНС, структура разрушается и жидкость начинает течь; 3. когда напряжение сдвига $\tau$ , вызванное внешним воздействием, превышает значение СНС, структура не разрушается и жидкость начинает течь; 4. когда напряжение сдвига $\tau$ , вызванное внешним воздействием, не превышает значение СНС, структура не разрушается и жидкость начинает течь.
3.	Вязкопластичная промывочная жидкость характеризуется тем, что:	1. при $\tau > \tau_0$ жидкость течёт уже как обычная ньютоновская жидкость с вязкостью $\eta$ ; 2. при $\tau < \tau_0$ жидкость течёт уже как обычная ньютоновская жидкость с вязкостью $\eta$ ; 3. при $\tau = \tau_0$ жидкость течёт уже как обычная ньютоновская жидкость с вязкостью $\eta$ ; 4. при $\tau \geq \tau_0$ жидкость течёт уже как обычная ньютоновская жидкость с вязкостью $\eta$ ;



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Вязкопластичная промывочная жидкость характеризуется тем, что:	<p>1. когда действующие в промывочной жидкости касательные напряжения сдвига становятся меньше <math>\tau = \text{СНС}</math>, то пространственная структура вновь восстанавливается;</p> <p>2. когда действующие в промывочной жидкости касательные напряжения сдвига становятся меньше <math>\tau \geq \text{СНС}</math>, то пространственная структура вновь восстанавливается;</p> <p>3. когда действующие в промывочной жидкости касательные напряжения сдвига становятся меньше <math>\tau &gt; \text{СНС}</math>, то пространственная структура вновь восстанавливается;</p> <p>4. когда действующие в промывочной жидкости касательные напряжения сдвига становятся меньше <math>\tau &lt; \text{СНС}</math>, то пространственная структура вновь восстанавливается.</p>
5.	Динамическое напряжение сдвига косвенно характеризует:	<p>1. напряжение, при котором начинается течение жидкости, меньше, чем <math>\tau_0</math>;</p> <p>2. сопротивление промывочной жидкости, возникающее при инициировании её течения;</p> <p>3. ускорение промывочной жидкости, возникающее при инициировании её течения;</p> <p>4. напряжение, при котором начинается течение жидкости, больше, чем <math>\tau_0</math>.</p>
6.	Ньютоновскую идеально вязкую среду описывает реологическое уравнение:	<p>1. <math>\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}</math>;</p> <p>2. <math>\tau = K \left( \dot{\gamma} \right)^n</math>, при <math>n &lt; 1</math>;</p> <p>3. <math>\tau = \tau_0 + K \left( \dot{\gamma} \right)^n</math>;</p> <p>4. <math>\tau = \tau_0 + \eta \cdot \dot{\gamma}</math>,</p> <p>где: <math>\eta</math> - вязкость; <math>\dot{\gamma}</math> - скорость деформации;  <math>\tau</math> - касательное напряжение; <math>\tau_0</math> - динамическое напряжение сдвига, Па; <math>K</math> - индекс консистенции; <math>n</math> - показатель неньютоновского поведения.</p>
7.	К среде Освальда-де Ваале можно отнести	<p>1. техническую воду, солевой раствор;</p> <p>2. глинистый раствор;</p> <p>3. полимерный раствор с небольшим содержанием твердой фазы;</p> <p>4. полимерный раствор, пену, тампонажный раствор.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Псевдопластичную среду Оствальда-де Ваале описывает реологическое уравнение:	1. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n < 1$ ; 2. $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$ ; 3. $\tau = \tau_0 + K(\dot{\gamma})^n$ ; 4. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n > 1$ .
9.	Дилатантную среду Оствальда-де Ваале описывает реологическое уравнение:	1. $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$ ; 2. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n > 1$ ; 3. $\tau = \tau_0 + K(\dot{\gamma})^n$ ; 4. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n < 1$ .
10.	Вязкопластичную жидкость Бингама описывает реологическое уравнение:	1. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n > 1$ ; 2. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n < 1$ ; 3. $\tau = \tau_0 + \eta \cdot \dot{\gamma}$ ; 4. $\tau = \tau_0 + K(\dot{\gamma})^n$ .
11.	Модель среды Гершеля-Балкли описывает реологическое уравнение:	1. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n > 1$ ; 2. $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ , при $n < 1$ ; 3. $\tau = \tau_0 + K(\dot{\gamma})^n$ ; 4. $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$ .
12.	К жидкости Бингама можно отнести	1. глинистый раствор; 2. полимерный раствор, пену, тампонажный раствор; 3. полимерный раствор с небольшим содержанием твердой фазы; 4. все растворы.
13.	К жидкости Гершеля-Балкли можно отнести	1. все растворы; 2. техническую воду, солевой раствор; 3. глинистый раствор; 4. полимерный раствор с небольшим содержанием твердой фазы.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Для реальных промывочных жидкостей при малых скоростях сдвига –	1. зависимость $\tau = \tau(\gamma)$ нелинейна, что не соответствует модели Бингама – Шведова; 2. зависимость $\tau = \tau(\gamma)$ линейна, что не соответствует модели Бингама – Шведова; 3. зависимость $\tau = \tau(\gamma)$ нелинейна, что соответствует модели Бингама – Шведова; 4. зависимость $\tau = \tau(\gamma)$ линейна, что соответствует модели Бингама – Шведова.
15.	Для реальных промывочных жидкостей при малых скоростях сдвига этот интервал скоростей во внимание не принимается и –	1. динамическим напряжением сдвига $\tau_0$ считается значение напряжения в точке пересечения продолжения прямой $\tau = \tau(\gamma)$ с осью касательных напряжений; 2. статическим напряжением сдвига считается значение напряжения в точке пересечения продолжения прямой $\tau = \tau(\gamma)$ с осью касательных напряжений; 3. динамическим напряжением сдвига $\tau_0$ считается изображение прямой $\tau = \tau(\gamma)$ , исходящей из начала координат; 4. динамическим напряжением сдвига $\tau_0$ считается значение напряжения в точке пересечения наклона прямой $\tau = \tau(\gamma)$ с осью скорости деформации (или сдвига).
16.	В фундаментальной модели идеально вязкой среды:	1. при снятии нагрузки деформации сохраняют максимальное значение, достигнутое под действием напряжения; 2. скорость деформации (скорость течения, движения) пропорциональна действующим напряжениям, а деформация увеличивается пропорционально времени и сохраняется после устранения напряжений; 3. теоретически деформация является мгновенной (независимой от времени), и при незначительных деформациях зависимость между напряжением и деформацией является линейной функцией; 4. при снятии нагрузки деформации сохраняют минимальное значение, достигнутое под действием напряжения.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	В фундаментальной модели жёсткопластичной среды:	1. при снятии нагрузки деформации сохраняют максимальное значение, достигнутое под действием напряжения; 2. скорость деформации (скорость течения, движения) пропорциональна действующим напряжениям, а деформация увеличивается пропорционально времени и сохраняется после устранения напряжений; 3. теоретически деформация является мгновенной (независимой от времени), и при незначительных деформациях зависимость между напряжением и деформацией является линейной функцией; 4. при снятии нагрузки деформации сохраняют минимальное значение, достигнутое под действием напряжения.
18.	При простом сдвиге, соотношения отражающие поведение модели жёсткопластичной среды, имеют вид:	1. $\gamma = 0$ , если $\tau < \tau_0$ ; 2. $\gamma > 0$ , если $\tau = \tau_0$ ; 3. $\gamma = 0$ , если $\tau > \tau_0$ ; 4. 1 и 2, где: $\tau_0$ – реологическая константа, называемая пределом пластичности (текучести); $\gamma$ – деформация; $\tau$ – напряжение.
19.	Пластическую текучесть отличает от вязкой –	1. время не играет никакой роли; 2. оба вида текучести приводят к постоянным деформациям; 3. при вязком течении энергия, затраченная на деформацию, зависит от скорости деформации, то при пластическом течении такая зависимость отсутствует; 4. все вышеперечисленные.
20.	Механический аналог фундаментальной модели идеально вязкой среды –	1. твёрдое тело Гука; 2. ньютоновская жидкость; 3. неньютоновская жидкость; 4. твёрдое тело Сен-Венана.

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

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

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Блинов П.А. Гидроаэромеханика и теплообмен в бурении : учеб. пособие / П.А. Блинов, А.Н. Дмитриев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 114 с. (главная библиотека УДК 622.244.49(075.8) А 89294 Б 695).

2. Бабаян Э.В. Инженерные расчеты при бурении / Э.В. Бабаян, А.В. Черненко – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 440 с. – <http://znanium.com/catalog/product/671514>

3. Бабаян Э.В. Буровая гидравлика: Учебное пособие / Э.В. Бабаян – Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 156 с. – <http://znanium.com/catalog/product/989174>

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Бабаян, Э.В. Буровые растворы : учеб. пособие / Э.В. Бабаян, Н. Ю. Мойса. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 332 с. – ISBN 978-5-9729-0287-3. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049176>.

2. Замалева, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие для вузов / З.Х. Замалева, В.Н. Посохин, В. М. Чефанов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-7932-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169446>.

3. Лахмаков, В.С. Основы теплотехники и гидравлики: учебное пособие / В.С. Лахмаков, В.А. Коротинский. – Минск: РИПО, 2019. – 220 с. – ISBN 978-985-503-952-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131835>.

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Гидроаэромеханика при бурении: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: П.А. Блинов. СПб, 2018. 22 с. – [http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1544259222.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1544259222.pdf)

2. Гидроаэромеханика при бурении: Методические указания к самостоятельным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: П.А. Блинов. СПб, 2018. 25 с. – [http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1544259222.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1544259222.pdf)

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

- Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>;
- Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>;
- Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>;
- Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>;
- Электронная библиотека учебников : <http://student.net/>;
- Электронная библиотека Iqlib: <http://www.iqlib.ru/>;
- Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>;
- КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
- Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
- Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
- Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
- Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
- Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

#### Аудитории для проведения лекционных занятий.

Аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием. 44 посадочных места (стол аудиторный для студентов (тип 1, 2) Canvaro ASSMANN – 22 шт., стул – 40, компьютерное кресло 7875 A2S – 4 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт, системный блок – 1 шт. с возможностью доступа к сети

«Интернет», монитор ЖК 17" – 2 шт., документ-камера ELMO HV-5600XG – 1 шт., коммутатор Kramer VP201XL1 – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi LVP XD490U – 1 шт., подвес для проектора SMS AERO – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., экран с пультом настенный выдвижной Dreper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 – 1 шт.).

#### **Аудитории для проведения лабораторных работ**

Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера Г

Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 2

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ с общим количеством 18 мест для обучения студентов. Оснащённость: стол компьютерный для студентов, тип 5 – 2 шт., стул – 11 шт., кресло руководителя (натуральная кожа, цвет коричневый) – 1 шт., полукресло с подлокотниками 600×650×950 – 25 шт., компьютерное кресло 7875 A2S – 11 шт., системный блок Ramec Storm – 12 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор ЖК Acer 19" – 12 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014); Microsoft Office Std 2010 RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ с общим количеством 27 мест для обучения студентов. Оснащённость: тренажер-учебный класс АМТ-231П – 17 шт., компьютер Comprim – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор ЖК 17" Dell – 2 шт., источник бесперебойного питания Powerwave 5115 750i – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi XD221-ST – 1 шт., крепление SMSProjector WLV – 1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A – 1 шт., доска аудиторная для маркера – 1 шт., рекордер DVD LG HDR899 – 1 шт., масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201xl – 1 шт., коммутатор сетевой HP 3100-24 EI – 1 шт., акустическая система Electro-Voice EVID 4.2T – 2 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., стол – 3 шт., стол компьютерный – 17 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт., стол – 2 шт., стул – 27 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014); Microsoft Office Std 2010 RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014).

#### **Аудитории для проведения практических занятий**

Для проведения практических занятий аудитория с посадочными местами, не менее количества обучающихся в группе студентов. Оснащенность помещения для проведения практических занятий: доска интерактивная мобил. Digital Board 6827.306 A2S – 1 шт., доска меловая 1 шт., стол – 23 шт., стул – 45 шт., тумба преподавателя – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Office 2010 Standard Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, 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.

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

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус 5): 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 (Учебный центр №2): 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 (Учебный центр №3): 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:**

Центр новых информационных технологий и средств обучения (Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 1):

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)

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

1. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS. Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014.

2. Microsoft Office Std 2010 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

3. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).