

**Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова филиал  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИМФ

А.В. Федорян \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины	<b>Б1.О.30</b>	<b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
Направление(я)	<b>21.03.01</b>	<b>Нефтегазовое дело</b>
Направленность (и)	<b>Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта</b>	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очно-заочная</b>	
Факультет	<b>Инженерно-мелиоративный факультет</b>	
Кафедра	<b>Водоснабжение и использование водных ресурсов</b>	
Учебный план	<b>2022_21.03.01_oz.plx.plx</b> <b>21.03.01 Нефтегазовое дело</b>	
ФГОС ВО (3++) направления	<b>Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 96)</b>	
Общая трудоемкость	<b>216 / 6 ЗЕТ</b>	
Разработчик (и):	<b>канд. техн. наук, доц., Боровской Владимир Петрович</b>	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Водоснабжение и использование водных ресурсов**

Заведующий кафедрой **Гурин К.Г.**

Дата утверждения уч. советом от 26.04.2023 протокол № 8.



**1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ**

Общая трудоемкость	<b>6 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану	216
в том числе:	
аудиторные занятия	22
самостоятельная работа	185
часов на контроль	9

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя		16 4/6	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	6	6	6	6
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	22	22	22	22
Контактная работа	22	22	22	22
Сам. работа	185	185	185	185
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	216	216	216	216

Виды контроля в семестрах:

Экзамен	6	семестр
Контрольная работа	6	семестр

**2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

2.1	Целью формирования дисциплины является освоение всех компетенций, предусмотренных учебным планом по гидравлике и нефтегазовой гидромеханике в области нефтегазового дела.
-----	---

**3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:		Б1.О
<b>3.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
3.1.1	Введение в информационные технологии	
3.1.2	Инженерная геодезия	
3.1.3	Инженерная графика	
3.1.4	Математика	
3.1.5	Учебная ознакомительная практика по геодезическим изысканиям	
3.1.6	Физика	
3.1.7	Химия	
3.1.8	Информатика	
<b>3.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
3.2.1	Геология нефти и газа	
3.2.2	Механика грунтов, основания и фундаменты	
3.2.3	Теория механизмов и машин	
3.2.4	Термодинамика и теплопередача	
3.2.5	Детали машин и основы конструирования	
3.2.6	Производственная технологическая практика	
3.2.7	Трубопроводно-строительные материалы	
3.2.8	Электротехника	
3.2.9	Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства	
3.2.10	Основы инженерного творчества	
3.2.11	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>ОПК-1 : Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>	
ОПК-1.1	умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля
ОПК-1.2	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей
ОПК-1.4	знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
<b>ОПК-4 : Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</b>	
ОПК-4.1	знает технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве
ОПК-4.2	умеет обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы
ОПК-4.3	владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Интеракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Тема 1. Агрегатные состояния вещества. Жидкости и их физические свойства.</b>						

1.1	<p>Лекция 1. "Жидкости и их физические свойства. Агрегатные состояния вещества."</p> <p>Предмет и метод механики сплошной среды. Основные понятия и определения. Понятие жидкости. Виды жидкостей. Жидкости несжимаемые, капельные, газообразные. Реальная и идеальная жидкости. Модель сплошной среды. Гипотеза сплошности и гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Плотность распределения характеристик в сплошной среде. Агрегатные состояния вещества. Физические свойства жидкостей, газов и твердых тел. Силы, действующие на жидкость. Основные механические характеристики жидкостей: плотность, удельный объем, удельный вес. Основные физические свойства жидкостей: сжимаемость, температурное расширение, текучесть, вязкость. Броуновское движение. Флуктуации и их проявления. Поверхностное натяжение жидкостей. Смачивание и несмачивание. Краевые углы. Силы, возникающие на кривой поверхности жидкости. Капиллярные явления. Силы сцепления между смачиваемыми пластинами. Фазовые переходы. Влажность.</p> <p>/Лек/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5	0	
1.2	<p>Определение полного, избыточного ГСД, вакуума в сосуде с нефтепродуктом. Определение давления на свободной поверхности в закрытом сосуде. Решение задач. /Пр/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.6 Л3.7	0	
1.3	<p>Определение силы гидростатического давления /Лаб/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.2Л2.1Л3.1	0	
1.4	<p>Изучение рекомендованных источников по теме: "Агрегатные состояния вещества. Жидкости и их физические свойства" /Ср/</p>	6	46	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
	<p><b>Раздел 2. Тема 2.</b> <b>Гидростатика. Сила ГСД на плоские площадки (стенки) и криволинейные поверхности.</b></p>						

2.1	<p>Лекция 2. "Гидростатика. Сила ГСД на плоские площадки (стенки)"  Напряжённое состояние покоящейся жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Равновесие однородной несжимаемой жидкости относительно земли. Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Эпюры давления. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Приборы для измерения давления. Относительный покой (равновесие жидкости в движущемся сосуде). Сила давления покоящейся жидкости на горизонтальные и наклонные плоские площадки (стенки). Центр давления. Гидростатический парадокс.</p> <p>Лекция 3 " Гидростатика. Сила ГСД на криволинейные поверхности"  Давление жидкости на криволинейные поверхности (сила избыточного ГСД). Давление жидкости на криволинейные поверхности (координата центра давления). Условия плавания тел. Закон Архимеда. Простые гидравлические машины. Гидравлический пресс. Гидравлический аккумулятор.  /Лек/</p>	6	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
2.2	<p>Определение силы ГСД, действующей на плоские поверхности (аналитическое и графоаналитическое решение).  Решение задач.  /Пр/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
2.3	<p>Определение режимов движения жидкости /Лаб/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.2Л2.1Л3.1	0	
2.4	<p>Изучение рекомендованных источников по теме:  "Гидростатика. Сила ГСД на плоские площадки (стенки) и криволинейные поверхности" /Ср/</p>	6	93	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
	<b>Раздел 3. Тема 3. Кинематика жидкости</b>						

3.1	<p>Лекция 4. "Кинематика жидкости"</p> <p>Способы описания движения сплошной среды (Лагранжа, Эйлера). Траектории частиц и линии тока. Неустановившееся (не-стационарное) и установившееся (нестационарное) движения. Струйчатая модель движения жидкости. Трубка тока. Понятие линии тока и элементарной струйки. Элементарная струйка и её свойства при установившемся движении. Поток как совокупность элементарных струек. Движение частицы жидкости. Понятие о вихревом и потенциальном движении. Уравнение неразрывности жидкости. Потоки жидкости. Классификация движений жидкости по различным признакам (безнапорные, напорные, гидравлические струи). Живое сечение, смоченный пери-метр, гидравлический радиус. Установившееся и неустановившееся движение. Равномерное движение жидкости. Средняя скорость, расход жидкости. Уравнение постоянства расхода для струйки и потока при установившемся движении. Определение средней скорости движения жидкости в данном сечении, если площадь сечения в направления движения изменяется.</p> <p>/Лек/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
3.2	<p>Определение силы ГСД, действующей на криволинейные цилиндрические поверхности (аналитическое и графоаналитическое решение). Определение минимальной толщины стенок трубопровода</p> <p>Решение задач. /Пр/</p>	6	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	
3.3	<p>Опытная демонстрация уравнения Бернулли.</p> <p>Определение коэффициента гидравлического трения <math>\lambda</math> при движении жидкости в трубе /Лаб/</p>	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.2Л2.1Л3. 1	0	
3.4	<p>Изучение рекомендованных источников по теме:</p> <p>"Кинематика жидкости" /Ср/</p>	6	46	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7	0	

	<b>Раздел 4. Подготовка и сдача экзамена</b>						
4.1	Подготовка и сдача экзамена /Экзамен/	6	9	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4		0	ИК

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ Текущий контроль знаний студентов очной формы обучения проводится в соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки знаний, включающей в себя проведение текущего (ТК) и промежуточного контроля (ПК) по дисциплине.

Для контроля освоения практических знаний в течение семестра проводятся текущий контроль по результатам проведения практических занятий и самостоятельного выполнения разделов индивидуальных заданий.

Формами ТК являются: оценка выполненных разделов индивидуальных заданий (письменных работ), устный опрос на по теме аудиторного занятия, доклад (сообщение) на тему аудиторного занятия.

Количество текущих контролей по дисциплине в семестре определяется кафедрой и составляет, как правило, четыре (ТК1-ТК4).

В ходе промежуточного контроля (ПК) проверяются теоретические знания обучающихся. Данный контроль проводится по разделам (модулям) дисциплины 3 раза в течение семестра. Формами контроля являются тестирование или опрос. Семестр: 3

Вопросы ПК1:

- 1 Предмет и метод механики сплошной среды. Основные понятия и определения.
- 2 Понятие жидкости. Виды жидкостей. Реальная и идеальная жидкости.
- 3 Модель сплошной среды. Гипотеза сплошности и гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Плотность распределения характеристик в сплошной среде.
- 4 Агрегатные состояния вещества. Физические свойства жидкостей, газов и твердых тел.
- 5 Силы, действующие на жидкость.
- 6 Основные механические характеристики жидкостей: плотность, удельный объем, удельный вес.
- 7 Основные физические свойства жидкостей: сжимаемость, температурное расширение, текучесть, вязкость.
- 8 Броуновское движение. Флуктуации и их проявления.
- 9 Поверхностное натяжение жидкостей. Смачивание и несмачивание. Краевые углы. Силы, возникающие на кривой поверхности жидкости.
- 10 Капиллярные явления. Силы сцепления между смачиваемыми пластинами.
- 11 Фазовые переходы. Влажность.
- 12 Закон Ньютона для внутреннего трения в жидкости.
- 13 Равновесие жидкости. Уравнение равновесия.
- 14 Абсолютное, избыточное давление. Вакуум.
- 15 Приборы для измерения давления.
- 16 Сила давления жидкости на плоскую поверхность.
- 17 Центр давления.
- 18 Гидростатический парадокс.
- 19 Давление жидкости на криволинейные поверхности (сила избыточного ГСД).
- 20 Давление жидкости на криволинейные поверхности (координата центра давления).
- 21 Простые гидравлические машины. Гидравлический пресс. Гидравлический аккумулятор.
- 22 Условия плавания тел. Закон Архимеда.
- 23 Методы описания движения сплошной среды. Локальная и субстанциональная производная (метод Эйлера и Лагранжа).
- 24 Траектории частиц и линии тока.
- 25 Установившееся и неустановившееся движение. Равномерное движение жидкости.
- 26 Струйчатая модель движения жидкости. Трубка тока.
- 27 Расход жидкости. Средняя скорость.
- 28 Классификация движений жидкости по различным признакам. Установившееся и неустановившееся движение.
- 29 Понятие линии тока и элементарной струйки. Элементарная струйка и её свойства при установившемся движении. Поток как совокупность элементарных струек.
- 30 Основные элементы потока: живое сечение, расход.
- 31 Основные элементы потока: средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус и эквивалентный (гидравлический) диаметр.

Вопросы ПК2:

- 1 Уравнение постоянства расхода для струйки и потока при установившемся движении.
- 2 Определение средней скорости движения жидкости в данном сечении, если площадь сечения в
- 3 направлении движения изменяется.
- 4 Отличие движения идеальной жидкости от движения реальной.
- 5 Уравнения Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
- 6 Геометрическая и физическая сущность уравнения Бернулли.
- 7 Уравнения Д. Бернулли для потока реальной жидкости.
- 8 Гидравлический и пьезометрический уклоны.
- 9 Пример практического применения уравнения Бернулли.
- 10 Гидравлические потери (общие сведения).
- 11 Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.
- 12 Способы определения режимов движения жидкости. Понятие о гидродинамическом подобии.
- 13 Основное уравнение равномерного движения в трубах.
- 14 Законы ламинарного движения в трубах (распределение касательных напряжений, скоростей по
- 15 сечению).
- 16 Гидравлические потери по длине трубопровода при ламинарном движении. Коэффициент Дарси  $\lambda$ .
- 17 Особенности турбулентного потока. Структура потока.
- 18 Понятие абсолютной и относительной шероховатости стенок трубы. Гидравлические гладкие
- 19 трубы.
- 20 Потери напора по длине при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. График Никурадзе.
- 21 Опытное определение потерь напора по длине трубопровода.
- 22 Способы определения коэффициента гидравлического трения  $\lambda$  для труб с естественной технической
- 23 шероховатостью (график Кольбука-Уайта).
- 24 Способы определения коэффициента гидравлического трения  $\lambda$  для труб с естественной технической
- 25 шероховатостью (Область гидравлически гладких труб. в зоне ламинарного движения).
- 26 Способы определения коэффициента гидравлического трения  $\lambda$  для труб с естественной технической
- 27 шероховатостью (В переходной (доквадратичной) в зоне ламинарного движения).
- 28 Способы определения коэффициента гидравлического трения  $\lambda$  для труб с естественной технической
- 29 шероховатостью (Квадратичная область сопротивления в зоне ламинарного движения).
- 30 Формула Шези. Формулы для определения коэффициента Шези.
- 31 Местные гидравлические сопротивления. Их виды. Общая формула для определения местных
- 32 потерь  $\Delta h$ .
- 33 Коэффициент местного сопротивления. Зависимость от факторов. Нахождение коэффициента  $\zeta$

### Вопросы ПК3:

1. Истечение жидкости из малого отверстия при постоянном напоре (свободное и затопленное истечение). Расчетные зависимости для скорости и расхода.
2. Влияние места расположения отверстия относительно стенок и дна сосуда на истечение жидкости (коэффициент расхода отверстия).
3. Определение коэффициента трения в зависимости от режима движения жидкости и области сопротивления.
4. Истечение жидкости через большие отверстия при постоянном напоре (незатопленное, под-топленное и затопленное отверстие).
5. Классификация насадков и их применение. Расчетные зависимости (скорости и расхода, величина вакуума) для внешнего цилиндрического насадка Вентури (свободное и затопленное истечение). Характеристики других насадков
6. Классификация труб и основные расчетные зависимости. Задачи и особенности гидравлического их расчета.
7. Гидравлический расчет короткого трубопровода, построение линий Е-Е и Р-Р (случай свободного истечения).
8. Гидравлический расчет короткого трубопровода, построение линий Е-Е и Р-Р (случай затопленного истечения).
9. Понятие длинного и короткого трубопровода, особенности их расчета. Основные расчетные зависимости для длинного трубопровода.
10. Гидравлический расчет простого длинного трубопровода постоянного диаметра.
11. Гидравлический расчет длинного трубопровода из последовательно соединенных труб.
12. Гидравлический расчет длинного трубопровода при параллельном соединении труб.
13. Гидравлический расчет длинного трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине за счет непрерывной раздачи.
14. Понятие гидравлической струи. Классификация струй.
15. Гидравлический расчет незатопленных струй.
16. Гидравлический расчет дождевальных струй.
17. Определение динамического давления струи.
18. Особенности формирования затопленных струй.
19. Основы реологии. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Понятие динамического напряжения сдвига.
20. Основы реологии. Реологические модели жидкостей.
21. Механические модели неньютоновских сред.
22. Течения неньютоновских сред.



## Вопросы ПК4:

1. Течения неньютоновских сред.
2. Обобщенная диаграмма гидравлических сопротивлений для неньютоновских жидкостей.
3. Молекулярно-кинетическая теория газа (история развития), модель сплошной среды.
4. Феноменологические свойства вещества, агрегатные состояния (молекулярные структуры и разновидности внутреннего движения молекул).
5. Теплофизические параметры газов, опытное обоснование молекулярно-кинетической теории.
6. Основные положения современной молекулярно-кинетической теории вещества и их применение к объяснению ряда свойств газов и общих закономерностей тепловых явлений.
7. Явление переноса в газах. Внутреннее трение (вязкость).
8. Реальные газы. Отклонение от закона Бойля-Мариотта. Экспериментальные изотермы реального газа. Равновесие системы жидкость-пар.
9. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
10. Внутренняя энергия реального газа, критическое состояние.
11. Изменение температуры реального газа при его адиабатном расширении (Эффект Джоуля-Томсона). Изэнтропическая адиабата Пуассона.
12. Опытные газовые законы (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака; понятие абсолютного нуля температуры).
13. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).
14. Понятие идеального газа. Парциальное давление.
15. Газ в силовом поле. Барометрическая формула, закон Больцмана.
16. Скорость распространения малых возмущений в идеальном газе. Изотермическая и адиабатическая скорости звука. Скорость звука в воздушной атмосфере.
17. Скорость звука в газе и газожидкостной смеси. Число Маха.
18. Термодинамические уравнения состояния.
19. Течение сжимаемого газа по трубам с учетом трения. Коэффициенты сопротивления и теплообмена частиц.
20. Компоненты и дисперсность сред. Концентрация. Плотность многофазных систем. Основные уравнения для двухфазных моностационарных течений.
21. Квазистационарное истечение газа и перетекание из сосуда в сосуд.
22. Истечение газа сквозь сопло.
23. Одномерное стационарное движение идеального газа по трубе переменного сечения.

## 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Промежуточная аттестация проводится в форме итогового контроля (ИК) по дисциплине:

Семестр: 3

Форма: зачёт

- 1 Предмет и метод механики сплошной среды. Основные понятия и определения.
- 2 Понятие жидкости. Виды жидкостей. Реальная и идеальная жидкости.
- 3 Модель сплошной среды. Гипотеза сплошности и гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Плотность распределения характеристик в сплошной среде.
- 4 Агрегатные состояния вещества. Физические свойства жидкостей, газов и твердых тел.
- 5 Силы, действующие на жидкость.
- 6 Основные механические характеристики жидкостей: плотность, удельный объем, удельный вес.
- 7 Основные физические свойства жидкостей: сжимаемость, температурное расширение, текучесть, вязкость.
- 8 Броуновское движение. Флуктуации и их проявления.
- 9 Поверхностное натяжение жидкостей. Смачивание и несмачивание. Краевые углы. Силы, возникающие на кривой поверхности жидкости.
- 10 Капиллярные явления. Силы сцепления между смачиваемыми пластинами.
- 11 Фазовые переходы. Влажность.
- 12 Закон Ньютона для внутреннего трения в жидкости.
- 13 Равновесие жидкости. Уравнение равновесия.
- 14 Абсолютное, избыточное давление. Вакуум.
- 15 Приборы для измерения давления.
- 16 Сила давления жидкости на плоскую поверхность.
- 17 Центр давления.
- 18 Гидростатический парадокс.
- 19 Давление жидкости на криволинейные поверхности (сила избыточного ГСД).
- 20 Давление жидкости на криволинейные поверхности (координата центра давления).
- 21 Простые гидравлические машины. Гидравлический пресс. Гидравлический аккумулятор.
- 22 Условия плавания тел. Закон Архимеда.
- 23 Методы описания движения сплошной среды. Локальная и субстанциональная производная (метод Эйлера и Лагранжа).
- 24 Траектории частиц и линии тока.
- 25 Установившееся и неустановившееся движение. Равномерное движение жидкости.
- 26 Струйчатая модель движения жидкости. Трубка тока.
- 27 Расход жидкости. Средняя скорость.
- 28 Классификация движений жидкости по различным признакам. Установившееся и неустановившееся движение.

29	Понятие линии тока и элементарной струйки. Элементарная струйка и её свойства при установившемся движении. Поток как совокупность элементарных струек.
30	Основные элементы потока: живое сечение, расход.
31	Основные элементы потока: средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус и эквивалентный (гидравлический) диаметр.
32	Уравнение постоянства расхода для струйки и потока при установившемся движении.
33	Определение средней скорости движения жидкости в данном сечении, если площадь сечения в направлении движения изменяется.
34	Отличие движения идеальной жидкости от движения реальной.
35	Уравнения Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
36	Геометрическая и физическая сущность уравнения Бернулли.
37	Уравнения Д. Бернулли для потока реальной жидкости.
38	Гидравлический и пьезометрический уклоны.
39	Пример практического применения уравнения Бернулли.
40	Гидравлические потери (общие сведения).
41	Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.
42	Способы определения режимов движения жидкости. Понятие о гидродинамическом подобии.
43	Основное уравнение равномерного движения в трубах.
44	Законы ламинарного движения в трубах (распределение касательных напряжений, скоростей по сечению).
45	Гидравлические потери по длине трубопровода при ламинарном движении. Коэффициент Дарси $\lambda$ .
46	Особенности турбулентного потока. Структура потока.
47	Понятие абсолютной и относительной шероховатости стенок трубы. Гидравлические гладкие трубы.
48	Потери напора по длине при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. График Никурадзе.
49	Опытное определение потерь напора по длине трубопровода.
50	Способы определения коэффициента гидравлического трения $\lambda$ для труб с естественной технической шероховатостью (график Кольбука-Уайта).
51	Способы определения коэффициента гидравлического трения $\lambda$ для труб с естественной технической шероховатостью (в зоне ламинарного движения).
52	Способы определения коэффициента гидравлического трения $\lambda$ для труб с естественной технической шероховатостью (Область гидравлически гладких труб. в зоне ламинарного движения).
53	Способы определения коэффициента гидравлического трения $\lambda$ для труб с естественной технической шероховатостью (В переходной (доквадратичной) в зоне ламинарного движения).
54	Способы определения коэффициента гидравлического трения $\lambda$ для труб с естественной технической шероховатостью (Квадратичная область сопротивления в зоне ламинарного движения).
55	Формула Шези. Формулы для определения коэффициента Шези.
56	Местные гидравлические сопротивления. Их виды. Общая формула для определения местных потерь $\Delta h$ .
57	Коэффициент местного сопротивления. Зависимость от факторов. Нахождение коэффициента $\zeta$ опытным путём.
58	Определение $\Delta h$ на внезапное расширение. Формула Борда.

## 6.2. Темы письменных работ

Тема расчётно-графической работы: «Гидравлический расчёт системы с ответвлениями».

Содержание:

Введение

1. Определение ГСД на плоские поверхности.
2. Определение ГСД на цилиндрические поверхности.
3. Определение давления в точке Д.
4. Определение при заданном расходе Q наибольшей высоты всасывания Н1 max, если вакуумметрический напор на входе в насос не должен быть более 4 метров.
5. Определение напора и полезной мощности насоса.
6. Определение расхода жидкости Q2 и Q3, поступающих в резервуар В и С. Сравнить результаты расчетов между собой.

Список использованных источников

ПРИМЕЧАНИЕ: исходные данные и бланк задания хранятся в бумажном виде на соответствующей кафедре

## 6.3. Фонд оценочных средств

### 1. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оценка сформированности компетенций у студентов НИМИ ДонГАУ и выставление оценки по отдельной дисциплине ведется следующим образом:

- для студентов очной формы обучения итоговая оценка по дисциплине выставляется по 100-балльной системе, а затем переводится в оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено» и «не зачтено»;
- для студентов заочной и очно-заочной формы обучения оценивается по пятибалльной шкале, оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; «зачтено» или «не зачтено».

Высокий уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «отлично» или «зачтено» (90-100 баллов): глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его

излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Повышенный уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «хорошо» или «зачтено» (75-89 баллов): твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Пороговый уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «удовлетворительно» или «зачтено» (60-74 балла): имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Пороговый уровень освоения компетенций не сформирован, итоговая оценка по дисциплине «неудовлетворительно» или «незачтено» (менее 60 баллов): не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций и выставление баллов по расчетно-графической работе (до 10 баллов, зачтено/незачтено): соответствие содержания работы заданию; грамотность изложения и качество оформления работы; соответствие нормативным требованиям; самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала; использование рекомендованной и справочной литературы; правильность выполненных расчетов и графической части; обоснованность и доказательность выводов.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Общий порядок проведения процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, соответствие индикаторам достижения сформированности компетенций определен в следующих локальных нормативных актах:

1. Положение о текущей аттестации знаний обучающихся в НИМИ ДГАУ (в действующей редакции).
  2. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (в действующей редакции).
- Документы размещены в свободном доступе на официальном сайте НИМИ ДонГАУ <https://ngma.su/> в разделе: Главная страница/Сведения об образовательной организации/Локальные нормативные акты.

### 6.4. Перечень видов оценочных средств

#### 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

- билеты для проведения промежуточного контроля (ПК). Хранятся в бумажном виде на соответствующей кафедре;
- разделы индивидуальных заданий (письменных работ) обучающихся;
- доклад, сообщение по теме практического занятия;
- задачи и задания.

#### 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

- комплект билетов для зачета. Хранится в бумажном виде на соответствующей кафедре. Подлежит ежегодному обновлению и переутверждению. Число вариантов билетов в комплекте не менее числа студентов на зачете.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Кудинов А.А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140100 "Теплоэнергетика"	Москва: ИНФРА-М, 2012,
Л1.2	Чугаев Р.Р.	Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник для гидротехническим специальностям вузов	Москва: Бастет, 2013,
Л1.3	Крестин Е. А.	Гидравлика: курс лекций	Самара: Самарский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2014, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=256108">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=256108</a>
Л1.4	Лурье М.В.	Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: учебное пособие	Москва: ИЦ РГУ нефти и газа, 2012, <a href="http://elib.gubkin.ru/content/19749">http://elib.gubkin.ru/content/19749</a>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Гладенко А. А., Чекардовский С. М., Подорожников С. Ю., Земенков Ю. Д., Моисеев Б. В., Земенков Ю. Д.	Трубопроводный транспорт и хранение углеводородных ресурсов : примеры решения типовых задач: учебное пособие : в 2 томах	Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493447">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493447</a>
Л2.2	Давыдов А. П., Валиуллин М. А., Каратаев О. Р.	Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов; монография	Казань: Изд-во КНИТУ, 2014, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856</a>
Л2.3	Блехман И. И.	Вибрационная механика и вибрационная реология: теория и приложения	Москва: Физматлит, 2017, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485172">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485172</a>
Л2.4	Дмитриев Н.М., Кадет В.В.	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика: учебное пособие	Москва: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016, <a href="https://elib.gubkin.ru/content/21656">https://elib.gubkin.ru/content/21656</a>
Л2.5	Иванников В.Г., Исаев В.И., Иванников А.В., Исаев Р.В.	Лабораторные работы по общей и подземной гидромеханике: [учебное пособие ]	Москва: ИЦ РГУ нефти и газа, 2013, <a href="https://elib.gubkin.ru/content/20019">https://elib.gubkin.ru/content/20019</a>

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Храпковский В.А.	Гидравлика: лабораторный практикум для студентов специальностей: 270104, 280104, 280301, 280302, 280401, 280402 и направлений: 270800, 280100, 280700	Новочеркасск: , 2012,
Л3.2	Боровской В.П., Храпковский В.А.	Гидрогазодинамика: курс лекций для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки "Техносферная безопасность" профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск: , 2014,
Л3.3	Боровской В.П.	Гидрогазодинамика: курс лекций для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки "Техносферная безопасность" профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск: , 2014,
Л3.4	Боровской В.П.	Гидрогазодинамика: курс лекций для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки "Техносферная безопасность" профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2014, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web">http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web</a>
Л3.5	Боровской В.П., Храпковский В.А.	Гидрогазодинамика: курс лекций для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки "Техносферная безопасность" профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2014, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web">http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web</a>
Л3.6	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т ДГАУ, каф. гидравлики и инж. гидрологии ; сост. В.П. Боровской	Гидрогазодинамика: методические указания к выполнению расчетно-графической работ по дисциплине "Гидрогазодинамика" для студентов очной формы обучения направления подготовки "Техносферная безопасность", профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2014, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web">http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web</a>
Л3.7	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т ДГАУ, каф. гидравлики и инж. гидрологии ; сост. В.П. Боровской	Гидрогазодинамика: методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине "Гидрогазодинамика" для студентов заочной формы обучения направления подготовки "Техносферная безопасность", профиль "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2014, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web">http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web</a>

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

7.2.1	Официальный сайт НИМИ ДонГАУ с доступом в электронную библиотеку	<a href="http://www.ngma.su">www.ngma.su</a> (по логину-пароллю)
7.2.2	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. База данных статистической информации по нефтегазовой отрасли.	<a href="http://www.gosnadzor.ru/">http://www.gosnadzor.ru/</a> (свободный)

7.2.3	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Каталог национальных, межгосударственных, международных стандартов и технических регламентов	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a> (свободный)
7.2.4	Официальный сайт ПАО «Газпром». Информационный портал «Информаторий»	<a href="https://www.gazprom.ru/">https://www.gazprom.ru/</a> (свободный)
7.2.5	Официальный сайт ПАО «Транснефть». База схем магистральных трубопроводов, корпоративные журналы «Трубопроводный транспорт нефти» и «Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов»	<a href="https://www.transneft.ru/">https://www.transneft.ru/</a> (свободный)
7.2.6	Официальный сайт АО "Гипротрубопровод": интерактивная база основных видов продукции, применяемой ПАО «Транснефть» Реестр ОВП	<a href="http://niitn.transneft.ru/about/activity/reestr_ovp/">http://niitn.transneft.ru/about/activity/reestr_ovp/</a> (свободный)
7.2.7	Общество инженеров нефтегазовой промышленности (Society of Petroleum Engineers, SPE). Библиотека OnePetro	<a href="http://rca.spe.org/ru/publications/onepetro/">http://rca.spe.org/ru/publications/onepetro/</a> (свободный с некоторыми ограничениями)
7.2.8	Информационно-справочная система «Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> (в локальной сети ВУЗа - свободный [соглашение OVS для решений ES #V2162234], при использовании сервиса заказа документов на сайте – бесплатно с любого компьютера).
7.2.9	Информационно-справочная система «Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> (при использовании сервиса заказа документов на сайте – бесплатно с любого компьютера)
<b>7.3 Перечень программного обеспечения</b>		
7.3.1	CorelDRAW Graphics Suite X4 Education License ML (1-60)	LCDDGSX4MULAA от 24.09.2009
7.3.2	AdobeAcrobatReader DC	Лицензионный договор на программное обеспечение для персональных компьютеров Platform Clients_PC_WWEULA-ru_RU-20150407_1357 AdobeSystemsIncorporated (бессрочно).
7.3.3	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия); Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»	Лицензионный договор № 6482 от 28.02.2023 г.. АО «Антиплагиат»
7.3.4	MS Windows XP,7,8, 8.1, 10;	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.5	MS Office professional;	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.6	Microsoft Teams	Предоставляется бесплатно
<b>7.4 Перечень информационных справочных систем</b>		
7.4.1	Базы данных ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)	<a href="https://www.consultant.ru">https://www.consultant.ru</a>
7.4.2	Базы данных ООО Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
7.4.3	Базы данных ООО "Региональный информационный индекс цитирования"	
<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
8.1	034 Зал 3	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук RUintro – 1 шт., мультимедийное видеопроекционное оборудование: проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Установка для измерения уровней воды – 1 шт.; Установка для измерения величины максимального уровня подъема воды в уравнительном резервуаре – 1 шт.; Гидравлический лоток – 1 шт.; Бак постоянного напора – 1шт.; Водослив водомер Томсона – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 10 шт.; Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.

8.2	034 Зал 1	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук RUintro – 1 шт., мультимедийное видеопроекторное оборудование: проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Прибор Дарси – 1 шт.; Установка для изучения режимов движения жидкости – 1 шт.; Установка для изучения гидростатического давления – 1 шт. на плоскую поверхность; Установка для изучения уравнения Бернулли – 1 шт.; Установка для изучения коэффициента гидравлического трения – 1 шт.; Установка для изучения местных сопротивлений – 1 шт.; Установка для изучения истечения жидкости из отверстий и насадков – 1 шт.; Установка для изучения гидравлических условий работы быстротока – 1 шт.; Гидравлический лоток – 2 шт.; Бак постоянного напора – 2 шт.; Водослив водомер Томсона – 2 шт.; Учебно-наглядные пособия – 10 шт.; Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.3	11	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук RUintro – 1 шт., мультимедийное видеопроекторное оборудование: проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия (20 шт.); Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.4	8	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): Ноутбук RUintro – 1 шт., мультимедийное видеопроекторное оборудование: проектор AcerP5280 – 1 шт. с экраном – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия (26 шт.); Лабораторное оборудование: модель трехкольцевой водопроводной сети, лабораторная установка «Очистка воды с помощью установки обратного осмоса», учебный стенд «Фасонные части системы внутренней канализации и внутреннего водопровода», макеты запорно-регулирующей, вспомогательной, предохранительной арматуры, лабораторный стенд для монтажа асбестоцементных труб, лабораторный стенд для монтажа чугунных труб, лабораторный стенд для обрезки и сварки полипропиленовых труб; Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.

#### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Положение о текущей аттестации обучающихся в НИМИ ДГАУ : (введено в действие приказом директора №119 от 14 июля 2015 г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Но-вочеркасск, 2015.- URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2020). - Текст : электронный.
2. Типовые формы титульных листов текстовой документации, выполняемой студентами в учебном процессе / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2015.- URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2020). - Текст : электронный.
3. Положение о курсовом проекте (работе) обучающихся, осваивающих образовательные программы бакалавриата, специалитета, магистратуры : (введен в действие приказом директора №120 от 14 июля 2015г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2015.- URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2020). - Текст : электронный.
4. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образо-вания : (введено в действие приказом директора НИМИ Донской ГАУ №3-ОД от 18 января 2018 г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2018. - URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2020). - Текст : электронный.