

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.1.33 «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»

направления подготовки  
21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

Формы обучения: очная; очно-заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 3 з.е.

в академических часах: 108 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 21.03.01 «Нефтегазовое дело», утвержденным приказом Минобрнауки России Минобрнауки России от 9 февраля 2018 г. № 96.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «26» июня 2023 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л.//

## 1. Цели и задачи дисциплины

Учебная дисциплина «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» реализует требования федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Целью изучения дисциплины является формирование необходимой начальной базы знаний о законах равновесия и движения жидкостей и газа, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, решения технологических задач нефтегазового производства, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах.

Задачи дисциплины направлены на формирование у студентов комплекса знаний, необходимых для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач отрасли, в том числе связанных с построением проектов разработки месторождений, оценки параметров течения нефти и газа в трубопроводах и в технологических процессах нефтегазового производства.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» относится к обязательной части учебного плана Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания.

ПК-3 Способен обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации, инструкций.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа,	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Способен решать производственно-технологические, научно-исследовательские, проектные и эксплуатационные задачи отрасли, в том числе связанные с построением проектов разработки месторождений, оценки параметров течения нефти и газа в трубопроводах и в	<b>знать:</b> распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
естественнонаучные и общеинженерные знания	технологических процессах нефтегазового производства	<p>гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей.</p> <p><b>уметь:</b> проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту; проводить расчеты пропускной способности и скорости жидкости в нефтепроводах; проводить расчеты оптимального диаметра трубопровода; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.</p> <p><b>владеть:</b> методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>
ПК-3 Способен обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации, инструкций	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Способен обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации, инструкций по гидравлике и нефтегазовой гидромеханике	<p><b>знать:</b> требования нормативно-технической документации, инструкций по распределению давления в жидкости; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей.</p> <p><b>уметь:</b> обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации при расчете различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения</p>

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
		и подготовки нефти и газа к транспорту. <b>владеть:</b> навыками работы с нормативно-технической документацией для проведения гидравлических расчетов гидродинамических систем; методов оптимизации гидродинамических процессов; методов расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы *очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	акад. часов	
	Всего	по семестрам 6 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	48	48
• занятия лекционного типа,	32	32
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	16	16
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	60	60
– курсовая работа (проект)	–	–
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	108	108

#### *очно-заочная форма обучения*

Вид учебной деятельности	акад. часов	
	Всего	по семестрам 7 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	20	20
• занятия лекционного типа,	10	10
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	10	10
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	88	88
– курсовая работа (проект)	–	–

3.Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет		зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	108	108

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Движение тел в жидкости.**

Внешняя задача гидродинамики. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения. Кинетика осаждения, скорость осаждения. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.

Осаждение частиц неправильной формы. Стесненное осаждение. Смешанная задача гидродинамики. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.

#### **Тема 2. Движение жидкости в напорных трубопроводах.**

Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равно Задачи расчета трубопроводов. Основные расчетные формулы. Расчет простого трубопровода с последовательным соединением. Расчет тупиковых разветвленных трубопроводов. Расчет параллельно-разветвленных трубопроводов.

Расчет коротких трубопроводов и сифонов. Гидравлические характеристики трубопроводов. Основы технико-экономического расчета трубопроводов.

Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Формула Жуковского. Фазы гидравлического удара. Прямой и не прямой гидравлический удар. Время закрытия задвижки.

#### **Тема 3. Реологические свойства нефтей. Нефтяные эмульсии.**

Реологические свойства нефтей повышенной вязкости. Классификация и кривые течения неньютоновских жидкостей. Реологические свойства высоковязких и тяжелых нефтей.

Нефтяные эмульсии. Классификация нефтяных эмульсий. Устойчивость нефтяных эмульсий, природные стабилизаторы нефтяных эмульсий.

Подготовка нефти к транспорту. Обессоливание нефти. Методы разрушения нефтяных эмульсий. Отстойники для нефти. Электродегидраторы.

#### **Тема 4. Технологический расчет промысловых трубопроводов.**

Технологический расчет промысловых трубопроводов. Классификация промысловых трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов вязкопластичных нефтей. Гидравлический расчет трубопроводов для нефтяных эмульсий.

Уравнения состояния идеального и реальных газов. Сжимаемость. Определение коэффициента сжимаемости смеси газов. Особенности расчета газопроводов.

**5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий**  
***очная форма обучения***

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Тема 1. Движение тел в жидкости.	4		10	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
2.	Тема 2. Движение жидкости в напорных трубопроводах.	6	8	14	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
3.	Тема 3. Реологические свойства нефтей. Нефтяные эмульсии.	8		18	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
4.	Тема 4. Технологический расчет промысловых трубопроводов.	14	8	18	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	

**очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Тема 1. Движение тел в жидкости.	2		10	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
2.	Тема 2. Движение жидкости в напорных трубопроводах.	2	5	22	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
3.	Тема 3. Реологические свойства нефтей. Нефтяные эмульсии.	2		26	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
4.	Тема 4. Технологический расчет промысловых трубопроводов.	4	5	30	ИД-2ОПК-1 ИД-3ПК-3
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>88</b>	



### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание практических занятий	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1.	Тема 2. Движение жидкости в напорных трубопроводах.	Режимы осаждения под действием силы тяжести, критерий Рейнольдса. Кинетика осаждения, скорость осаждения. Определение скорости осаждения по критериальным уравнениям. Определение скорости стесненного осаждения. Сопротивление слоя зернистого материала.	8	5
2.	Тема 4. Технологический расчет промышленных трубопроводов.	Задачи расчета трубопроводов, основные расчетные формулы. Расчет простого трубопровода с последовательным соединениями. Расчет тупиковых разветвленных трубопроводов. Расчет параллельно-разветвленных трубопроводов. Расчет сифонов, максимальная высота подъема сифона, потери напора в сифоне. Расчет коротких трубопроводов. Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Давление перед препятствием при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны, формула Жуковского. Периоды распространения ударной волны, отраженная ударная волна. Минимальное время закрытия задвижки.	8	5
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>10</b>

### 5.4. Перечень лабораторных работ

*Лабораторные занятия не предусмотрены.*

### 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения

1.	Тема 1. Движение тел в жидкости.	Закон осаждение Стокса. Стесненное осаждение. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения. Скорость стесненного осаждения. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.	10	10
2.	Тема 2. Движение жидкости в напорных трубопроводах.	Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Расчет простого трубопровода. Расчет разветвленных тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.	14	22
3.	Тема 3. Реологические свойства нефтей. Нефтяные эмульсии.	Кривые течения неньютоновских жидкостей и их классификация. Реологические законы течения псевдопластичных, дилатантных и вязкоупругих жидкостей. Реологические свойства высоковязких и тяжелых нефтей. Реологические свойства нефтяных эмульсий. Кинетическая и агрегативная устойчивость эмульсий. Теория стабилизации дисперсных систем. Деэмульгаторы. Изменение межфазного натяжения на границе «нефть-растворы деэмульгаторов». Броневые оболочки и методы их разрушения.	18	26
4.	Тема 4. Технологический расчет промысловых трубопроводов.	Методика расчета нефтепроводов. Расчет трубопроводов для высоковязких нефтей и эмульсий. Особенности расчета газопроводов.	18	30
	<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>88</b>

## **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена.*

## **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена.*

## **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен.*

## **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа не предусмотрена.*

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации<sup>1</sup>**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

### **Перечень вопросов к зачёту:**

1. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре.
2. Внешняя задача гидродинамики, движение тел в жидкости. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения.
3. Кинетика осаждения. Скорость осаждения.
4. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.
5. Степенное осаждение.
6. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
7. Виды трубопроводов. Основные расчетные формулы при движении жидкости в напорных трубопроводах.
8. Расчет трубопроводов с последовательным соединением.
9. Гидравлический расчет тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.
10. Гидравлические характеристики трубопроводов.
11. Гидравлический расчет коротких трубопроводов и сифонов. Предельная высота всасывания.
12. Гидравлическая характеристика трубопровода.
13. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наивыгоднейшая скорость движения жидкости в трубопроводах.
14. Гидравлический удар в напорных трубопроводах.
15. Скорость распространения ударной волны. Периоды гидравлического удара.

---

<sup>1</sup> В данном разделе приводятся примеры оценочных средств

16. Прямой и непрямой гидравлический удар.
17. Неньютоновские жидкости. Классификация и кривые течения неньютоновских жидкостей.
18. Реологические характеристики высоковязких и тяжелых нефтей.
19. Нефтяные эмульсии. Классификация нефтяных эмульсий.
20. Устойчивость нефтяных эмульсий. Природные стабилизаторы нефтяных эмульсий. Броневые оболочки.
21. Обессоливание нефти.
22. Методы разрушения нефтяных эмульсий.
23. Классификация промысловых трубопроводов.
24. Гидравлические расчеты нефтепроводов.
25. Гидравлический расчет трубопроводов вязкопластичных нефтей.
26. Гидравлический расчет трубопроводов для нефтяных эмульсий.
27. Особенности расчета газопроводов.

### **Перечень вопросов к экзамену:**

Экзамен не предусмотрен учебным планом.

### **Примеры типовых тестовых заданий:**

1. По трубе диаметром 200 мм течет жидкость со скоростью 1 м/с. Определить объемный расход жидкости.
  - $0,785 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с};$
  - $31,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$
  - $314 \text{ м}^3/\text{с};$
  - $0,785 \text{ м}^3/\text{с};$
  - $785 \text{ м}^3/\text{с}.$
  
2. При ламинарном движении вязкой жидкости в прямой круглой трубе скорость по сечению трубы распределяется:
  - равномерно;
  - по линейному закону;
  - по параболическому закону;
  - по гиперболическому закону;
  - по логарифмическому закону.
  
3. Какое выражение служит для расчета коэффициента трения при турбулентном режиме в гидравлически гладких трубах?
  - $\lambda = \frac{64}{\text{Re}};$
  - $\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}}.$
  - $\lambda = (1,74 + 21g \frac{r_0}{\Delta})^{-2};$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[ \frac{\varepsilon}{3,7} + \left( \frac{6,81}{\text{Re}} \right)^{0,9} \right];$$

## 11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Рекомендуемая литература

1. Андрижиевский, А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498>.

2. Иваненко, И.И. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иваненко И.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 150 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18992.html>.

3. Зуйков, А.Л. Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости [Электронный ресурс]: учебник/ Зуйков А.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 520 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30341.html>.

4. Куповых Г.В. Основы гидромеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Куповых Г.В., Тимошенко Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018.— 143 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87737.html>.

5. Ильина Т.Н. Гидравлика. Примеры расчетов элементов инженерных сетей: учебное пособие / Ильина Т.Н.. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 150 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28343.html>

6. Хохлова Н.Ю. Гидромеханика нефти и газа в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / Хохлова Н.Ю., Жаткин С.С.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 197 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90479.html>

7. Трунова А.В. Технологические процессы и оборудование для подготовки нефтепромысловых вод. – М.: ВНИИОЭНГ. – 2002. – 416 с.

8. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс]/ К.С. Басниев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006.— 488 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16594.html>

9. Белевич М.Ю. Гидромеханика. Основы классической теории [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белевич М.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006.— 213 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17911.html>.

10. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям./ Под ред. М.О. Штейнберга. – М.: Машиностроение, 1992- 672с.

11. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО «ИД Альянс» 2009. – 753с.

12. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М.: ООО «ИД Альянс», 2006. – 576с.

13. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидродинамика. – М. – Ижевск.: Недра. 2005. – 544 с

### **11.2. Периодические издания**

*Не используются*

### **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

*не используются*

### **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>)

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

### **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,

2. «ЭБС elibrary»

3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

### **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- ЭБС «Университетская научно-техническая библиотека» (<http://lib.sstu.ru/>);

- ЭБС «Единое окно» (<http://window.edu.ru>);

- ЭБ диссертаций Российской государственной библиотеки (<https://dvs.rsl.ru>);

- международная реферативная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>);

- международная реферативная база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>) и др.

- <http://hydrojournal.ru/> - электронный научный журнал «Гидравлика»;

- <http://industri.ru/page.php?PageId=25> - специализированный информационно-технический журнал «Гидравлика-Пневматика-Приводы» (HPD).

*Источники ИОС ЭТИ СГТУ (<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/SpisokPredmetow.aspx>)*

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных

технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

*не используются*

### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> Сайт – Росстандарт (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии)

### **12.3 Программное обеспечение**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

1) Лицензионное программное обеспечение.

Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), Google Chrome.

2) Свободно распространяемое программное обеспечение.

Adobe Acrobat Reader <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/products/pdf-reader.html>.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

## **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

*Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Укомплектована оборудованием:

Комплексный стенд для изучения параметров и характеристик движущихся жидкостей. Установки нестандартного изготовления: установка

для определения режимов потока жидкости; лабораторная установка для исследования коэффициента гидравлического трения; установка для определения местных сопротивлений; установка для исследования истечения жидкости через отверстия и насадки.

Рабочую программу составил  /Шнайдер М.Г./



#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /