

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Андреев Олег Викторович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-3.5 — Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-3.5

знания:

основные определения и понятия машиностроительной гидравлики, моделирование процессов, физико-математический аппарат для исследования (расчета) гидравлических процессов в сложных механических системах;

умения:

методы расчета (исследования) отдельных элементов гидравлического оборудования, свободное использование справочной и технической литературы по машиностроительной гидравлике;

навыки:

навыки расчета трубопроводов с насосной подачей, построения линий полного напора и др..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГИДРООБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ, УСТРОЙСТВА ГИДРОАВТОМАТИКИ, ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ, ЗАПРАВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-3.5
3	5	Раздел 1. Свойства жидкостей. Гидростатика. 1.1. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости 1.2. Свойства гидростатического давления. 1.3. Основное уравнение гидростатики. Вывод. 1.4. Пьезометрическая высота. Вакуум. Измерение давления. 1.5. Задачи на использование основного уравнения гидростатики.	11	6	4	2	5	10
3	5	Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах. 2.1. Основные гидравлические элементы потока. 2.2. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. 2.3. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. 2.4. Виды потерь полного напора. 2.5. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач. 2.6. Краткие сведения о режимах течения. 2.7. Турбулентное течение в каналах постоянного сечения. 2.8. Потери по длине на трение. Коэффициент гидравлических сопротивлений трения. 2.9. Кавитация. 2.10. Уравнение количества движения. 2.11. Применение уравнения количества движения.	29	14	10	4	15	30
3	5	Раздел 3. Местные сопротивления. 3.1. Основные сведения о местных сопротивлениях 3.2. Определение коэффициентов местных сопротивлений 3.3. Внезапное расширение канала, внезапное сужение канала 3.4. Местные сопротивления при ламинарном течении.	22	7	5	2	15	20
3	5	Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов. 4.1. Общие сведения. 4.2. Простой трубопровод постоянного сечения. 4.3. Соединение простых трубопроводов. 4.4. Сложные трубопроводы. 4.5. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. 4.6. Построение напорной линии насосной установки. 4.7. Решение задач в рамках данного раздела.	46	24	15	9	22	40
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Свойства жидкостей. Гидростатика.	Свойства жидкостей. Гидростатика.	2
2	Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах.	Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах	4
3	Раздел 3. Местные сопротивления.	Местные сопротивления	2
4	Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов.	Гидравлический расчет трубопроводов	9
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Свойства жидкостей. Гидростатика.	Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	5
2	Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах.	Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	15
3	Раздел 3. Местные сопротивления.	Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	15
4	Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов.	Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	22
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5			КВ		КВ	ДР	КВ			ДР	КВ		КВ			ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КВ – контрольные вопросы;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
2. Е. В. Афанасьев. . Гидравлика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. С. М. Стажков. . Прикладная гидромеханика и машиностроительная гидравлика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
4. Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982, 139 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3.5 Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами машиностроительной гидравлики, в том числе с выбором насосов, расчетами трубопроводов с насосной подачей.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Свойства жидкостей. Гидростатика.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (1) Е. В. Афанасьев. . Гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (2, 3) С. М. Стажков. . Прикладная гидромеханика и машиностроительная гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2, 3)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Местные сопротивления.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (4) Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: М.: Машиностроение, 1982 (4)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц, подготовка к лекционному и практическому занятиям	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (5) Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: М.: Машиностроение, 1982 (5)	22
Итого по разделу 4		22

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Контрольные вопросы

Контрольные вопросы в виде блоков вопросов содержатся в УМК дисциплины. Контрольные вопросы считаются сданными при правильном ответе на 100% вопросов в полном объеме.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену содержатся в УМК дисциплины

Экзамен

Экзамен по дисциплине проходит в форме устного собеседования (с письменными пояснениями) и ответов на вопросы к экзамену, задаваемым преподавателем. Ответы на:

- более 85% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «отлично»;
- (75-84)% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «хорошо»;
- (60-74)% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «удовлетворительно»;
- менее 60% вопросов – является основанием для получения студентом оценки «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право на получение оценки "отлично", "хорошо" и "удовлетворительно" в рамках текущей работы в семестре согласно технологической карте.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-3.5	
3	5	Раздел 1. Свойства жидкостей. Гидростатика.	11	6	4	2	5	10	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
3	5	Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости. Режимы течения жидкости в трубах.	29	14	10	4	15	30	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
3	5	Раздел 3. Местные сопротивления.	22	7	5	2	15	20	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
3	5	Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов.	46	24	15	9	22	40	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

ПК-3.5 - Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дан участок трубопровода. Необходимый потребный напор больше требуемого. Что можно сделать, не меняя конфигурацию трубопровода и его элементы, чтобы уменьшить потребный напор?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Есть трубопровод с насосной подачей. Насос сломался и был поменян на похожий. При запуске возник дополнительный шум в насосе. Чем это можно объяснить и как исправить (основные меры)?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Приведите в соответствие формулы и их названия

Формула	Название
1. $\gamma = \rho g$	А. Основное уравнение гидростатики
2. $V_1 S_1 = V_2 S_2$	Б. Уравнение неразрывности
3. $z_1 + p_1 / \gamma + V_1^2 / 2g = z_2 + p_2 / \gamma + V_2^2 / 2g$	В. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости
4. $p_2 = p_1 + \gamma h$	Г. Удельный вес жидкости

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Приведите в соответствие термины и их определения

Термин	Определение
1. Вязкость	А. Зависимость потерь от расхода
2. Кривая потребного напора	Б. Зависимость потребного напора от расхода
3. Характеристика трубопровода	В. Свойство жидкости сопротивляться сдвигу слоев
	Г. Разность напоров на выходе и на входе

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Процессы, сопровождающие паровую кавитацию. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Возникновение микровзрывов большой интенсивности
2. Образование пузырьков пара
3. Схлопывание пузырьков
4. Падение давления ниже давления насыщенных паров данной жидкости при данной температуре

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Дан трубопровод с насосной подачей (с известным требуемым расходом, который должен

обеспечить насос). Нужно подобрать насос. Установите последовательность действий при подборе насоса и других сопутствующих операций.

1. Подобрать параметры задвижки для регулирования расхода до нужного уровня.
2. Определить потребный напор трубопровода.
3. С учетом потребного напора подобрать насос.
4. Проверить параметры насоса.
5. Уточнить диаметр всасывающего трубопровода
6. Определить диаметр всасывающего трубопровода в первом приближении.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Главный параметр всасывающего трубопровода (в трубопроводе с насосной подачей), который определяется при подборе насоса.

1. диаметр
2. длина
3. абсолютная шероховатость
4. относительная шероховатость

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При подборе всасывающего трубопровода (в трубопроводе с насосной подачей) какой используется критерий (что с чем сравнивается и для чего)

1. давление перед входом в насос сравнивается с минимально допустимым давлением на входе в насос
2. давление перед входом в насос сравнивается с давлением насыщенных паров данной жидкости при данной температуре
3. давление в полости всасывания насоса сравнивается с давлением насыщенных паров данной жидкости при данной температуре
4. давление в полости всасывания насоса сравнивается с минимально допустимым давлением в полости всасывания насоса

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Дан трубопровод с насосной подачей. Самый важный параметр, который будет ограничивать расход жидкости.

1. коэффициент сопротивления переменного дросселя напорного трубопровода
2. абсолютная шероховатость напорного трубопровода
3. абсолютная шероховатость всасывающего трубопровода
4. относительная шероховатость напорного трубопровода

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Дан участок трубопровода, включающий и местные сопротивления. Что более существенно повлияет на потери напора на этом участке при постоянном расходе?

1. уменьшение диаметра трубопровода в 2 раза
2. уменьшение расхода в 2 раза
3. уменьшение абсолютной шероховатости трубы в 2 раза

4. уменьшение относительной шероховатости в 2 раза

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Дан участок трубопровода, включающий и местные сопротивления. Что менее существенно повлияет на потери напора на этом участке?

1. уменьшение диаметра трубопровода в 2 раза

2. уменьшение расхода в 2 раза

3. уменьшение абсолютной шероховатости трубы в 4 раза

4. уменьшение относительной шероховатости в 4 раза

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Дан участок трубопровода, включающий и местные сопротивления, задан располагаемый напор. Какие условия для аналитического определения расхода нужно выполнить?

1. независимость коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса

2. независимость коэффициента потерь на трение от числа Рейнольдса

3. ламинарность течения

4. слабая турбулентность течения