

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Б1.Б.13 Гидрогазодинамика**

**Направление подготовки** 20.03.01 «Техносферная безопасность»

**Профиль подготовки** «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

**Квалификация (степень) выпускника** бакалавр

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

ОК-8 - способностью работать самостоятельно

**Знать:**

Этап 1: основные законы гидростатики

Этап 2: основные законы динамики жидкостей

**Уметь:**

Этап 1: решать теоретические задачи, используя основные законы гидростатики

Этап 2: решать теоретические задачи, используя основные законы динамики жидкостей

**Владеть:**

Этап 1: методами теоретического и экспериментального исследования в гидростатики

Этап 2: методами теоретического и экспериментального исследования в динамике жидкостей

ПК-4 - способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

**Знать:**

Этап 1: конструкции, принципы работы и методы рациональной эксплуатации гидравлических машин

Этап 2: основы теории гидравлических машин

**Уметь:**

Этап 1: определять гидравлические сопротивления в трубопроводах

Этап 2: определять требуемые размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям

**Владеть:**

Этап 1: навыками измерения давления

Этап 2: навыками измерения расхода жидкости в гидравлических системах

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Таблица 1 - Показатели и критерии оценивания компетенций на 1 этапе

Наименование компетенции	Критерии сформированности компетенции	Показатели	Процедура оценивания
1	2	3	4
ОК-8 - способностью работать самостоятельно	Способность работать самостоятельно	Знать: основные законы гидростатики Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы гидростатики Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в гидростатики	Устный опрос, тестирование, проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, экзамен, с учетом результатов текущего контроля, в традиционной форме или компьютерное тестирование

ПК-4 - способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Знать конструкции, принципы работы и методы рациональной эксплуатации гидравлических машин Уметь: определять гидравлические сопротивления в трубопроводах Владеть: навыками измерения давления	Устный опрос, тестирование, проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, экзамен, с учетом результатов текущего контроля, в традиционной форме или компьютерное тестирование
--	--	--	--

**Таблица 2 - Показатели и критерии оценивания компетенций на 2 этапе**

<b>Наименование компетенции</b>	<b>Критерии сформированности компетенции</b>	<b>Показатели</b>	<b>Процедура оценивания</b>
1	2	3	4
ОК-8 - способностью работать самостоятельно	Способность работать самостоятельно	Знать основные законы динамики жидкостей Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы динамики жидкостей Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в динамике жидкостей	Устный опрос, тестирование, проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, экзамен, с учетом результатов текущего контроля, в традиционной форме или компьютерное тестирование
ПК-4 - способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Знать основы теории гидравлических машин Уметь: определять потребные размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям Владеть: навыками измерения расхода жидкости в гидрав-	Устный опрос, тестирование, проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, экзамен, с учетом результатов текущего контроля, в традиционной форме или компьютерное тестирование

		лических системах	
--	--	-------------------	--

### 3. Шкалы оценивания.

Университет использует шкалы оценивания соответствующего государственными регламентам в сфере образования и позволяющую обеспечивать интеграцию в международное образовательное пространство. Шкалы оценивания и описание шкал оценивания представлены в таблицах 3 и 4.

**Таблица 3 – Шкалы оценивания**

Диапазон оценки, в баллах	Экзамен		Зачет
	европейская шкала (ECTS)	традиционная шкала	
[95;100]	<b>A</b> – (5+)	отлично – (5)	зачтено
[85;95)	<b>B</b> – (5)		
[70;85)	<b>C</b> – (4)	хорошо – (4)	
[60;70)	<b>D</b> – (3+)	удовлетворительно – (3)	незачтено
[50;60)	<b>E</b> – (3)		
[33,3;50)	<b>FX</b> – (2+)	неудовлетворительно – (2)	
[0;33,3)	<b>F</b> – (2)		

**Таблица 4 - Описание шкал оценивания**

ECTS	Критерии оценивания	Традиционная шкала
<b>A</b>	<b>Превосходно</b> – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	<b>отлично</b> (зачтено)
<b>B</b>	<b>Отлично</b> – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.	
<b>C</b>	<b>Хорошо</b> – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено максимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	<b>хорошо</b> (зачтено)

<b>D</b>	<b>Удовлетворительно</b> – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<b>удовлетворительно (зачтено)</b>
<b>E</b>	<b>Посредственно</b> – теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	<b>удовлетворительно (незачтено)</b>
<b>FX</b>	<b>Условно неудовлетворительно</b> – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.	<b>неудовлетворительно (незачтено)</b>
<b>F</b>	<b>Безусловно неудовлетворительно</b> – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.	

**Таблица 5 – Формирование шкалы оценивания компетенций на различных этапах**

Этапы формирования компетенций	Формирование оценки						
	незачтено			зачтено			
	неудовлетворительно		удовлетворительно	хорошо	отлично		
	<b>F(2)</b>	<b>FX(2+)</b>	<b>E(3)*</b>	<b>D(3+)</b>	<b>C(4)</b>	<b>B(5)</b>	<b>A(5+)</b>
	[0;33,3)	[33,3;50)	[50;60)	[60;70)	[70;85)	[85;95)	[95;100)
Этап-1	0-16,5	16,5-25,0	25,0-30,0	30,0-35,0	35,0-42,5	42,5-47,5	47,5-50
Этап 2	0-33,3	33,3-50	50-60	60-70	70-85	85-95	95-100

- 4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

**Таблица 6.1 - ОК-8 - способностью работать самостоятельно. Этап 1**

Наименование знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Формулировка типового контрольного задания или иного материала, необходимого для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности
Знать: основные законы гидростатики	1. Свойства жидкостей. 2. Модели жидкостей. 3. Основное уравнение гидростатики.
Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы гидростатики	4. Условия равновесия жидкостей. 5. Гидростатический парадокс. 6. Сила давления жидкости на плоские стенки.
Навыки: методами теоретического и экспериментального исследования в гидростатики	7. Лабораторная работа №1. «Определение физических свойств жидкости» 8. Лабораторная работа №2. «Измерение гидростатического давления» 9. Практическое занятие №2 «Относительный покой, давление на плоские стенки»

**Таблица 6.2 - ПК-4 - способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности. Этап 1**

Наименование знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Формулировка типового контрольного задания или иного материала, необходимого для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности
Знать: конструкции, принципы работы и методы рациональной эксплуатации гидравлических машин	1. Закон Паскаля. 2. Закон Архимеда.. 3. Гидравлический пресс.
Уметь: определять гидравлические сопротивления в трубопроводах	4. Поясните механизм ламинарного и турбулентного движения жидкости. 5. Объясните сущность гидравлических потерь по длине, способы их вычисления и влияние на них режимов движения жидкости и шероховатости внутренних стенок трубы. 6. Объясните сущность местных гидравлических потерь, способы их вычисления и влияние на них режимов движения жидкости и видов сопротивления.
Навыки: навыками измерения давления	7. Поясните методику поверочного гидравлического расчета действующей тупиковой водопроводной сети. 8. Пояснить методику проектировочного гидравлического расчета тупиковой водопроводной сети. 9. Расходная характеристика насадка.

**Таблица 7.1 - ОК-8 - способностью работать самостоятельно. Этап 2**

Наименование знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Формулировка типового контрольного задания или иного материала, необходимого для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности
Знать: основные за-	1. Уравнение неразрывности потока

коны динамики жидкостей	2. Уравнение Бернулли для реальной жидкости 3. Поясните механизм ламинарного и турбулентного движения жидкости.
Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы динамики жидкостей	4. Какое явление называется гидравлическим ударом. 5. Обоснуйте методы и принцип работы устройств для гашения гидравлического удара. 6. Дайте определения эксплуатационных параметров насосов подачи, напора (давления), мощности, объемного, механического и гидравлического КПД.
Навыки: методами теоретического и экспериментального исследования в динамике жидкостей	7. Лабораторная работа №3. «Определение режимов движения жидкости» 8. Лабораторная работа №4. «Иллюстрация уравнения Бернулли» 9. Лабораторная работа №5. «Определения коэффициента гидравлического трения»

**Таблица 7.2 - ПК-4 - способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности. Этап 2**

Наименование знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Формулировка типового контрольного задания или иного материала, необходимого для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности
Знать: Знать основы теории гидравлических машин	1. Уравнение Эйлера для динамических машин. 2. Способы регулирования величины подачи центробежного насоса 3. Обосновать правила пуска центробежного насоса.
Уметь: определять требуемые размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям	4. Условия подбора рабочей жидкости для объемного гидропривода. 5. Условия подбора рабочей жидкости для гидродинамических передач. 6. Потребный напор для насосной установки.
Навыки: навыками измерения расхода жидкости в гидравлических системах	7. Совместная работа центробежного насоса с трубопроводом. 8. Поясните принципы подбора центробежных насосов и примените их для обоснования регулирования подачи насоса изменением частоты вращения его рабочего колеса. 9. Изобразите принципиальную схему и объясните устройство и принцип действия осевого насоса. Достоинства и недостатки осевого насоса

**5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Многообразие изучаемых тем, видов занятий, индивидуальных способностей студентов, обуславливает необходимость оценивания знаний, умений, навыков с помощью системы процедур, контрольных мероприятий, различных технологий и оценочных средств.

**Таблица 8 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на 1 этапе формирования компетенции**

<b>Виды занятий и контрольных мероприятий</b>	<b>Оцениваемые результаты обучения</b>	<b>Описание процедуры оценивания</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Лекционное занятие (посещение лекций)	Знание теоретического материала по пройденным темам	Устный опрос, тестирование
Выполнение практических (лабораторных) работ	Основные умения и навыки, соответствующие теме работы	Проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, тестирование
Самостоятельная работа (выполнение индивидуальных, дополнительных и творческих заданий)	Знания, умения и навыки, сформированные во время самоподготовки	Проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, устный опрос, тестирование
Промежуточная аттестация	Знания, умения и навыки соответствующие изученной дисциплине	Зачет, с учетом результатов текущего контроля

**Таблица 9 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на 2 этапе формирования компетенции**

<b>Виды занятий и контрольных мероприятий</b>	<b>Оцениваемые результаты обучения</b>	<b>Описание процедуры оценивания</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Лекционное занятие (посещение лекций)	Знание теоретического материала по пройденным темам	Устный опрос, тестирование
Выполнение практических (лабораторных) работ	Основные умения и навыки, соответствующие теме работы	Проверка отчета, устная (письменная) защита выполненной работы, тестирование
Самостоятельная работа (выполнение индивидуальных, дополнительных и творческих заданий)	Знания, умения и навыки, сформированные во время самоподготовки	Проверка полученных результатов индивидуальных домашних заданий, устный опрос, тестирование
Промежуточная аттестация	Знания, умения и навыки соответствующие изученной дисциплине	Зачет, с учетом результатов текущего контроля

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля: текущий, промежуточный контроль, контроль самостоятельной работы студентов.

**Текущий контроль** успеваемости обучающихся осуществляется по всем видам контактной и самостоятельной работы, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем, ведущим аудиторские занятия.

Текущий контроль успеваемости может проводиться в следующих формах:

- устная (устный опрос, собеседование, публичная защита, защита письменной работы, доклад по результатам самостоятельной работы и т.д.);
- письменная (письменный опрос, выполнение, расчетно-проектировочной и расчетно-графической работ и т.д.);



- тестовая (устное, письменное, компьютерное тестирование).

Результаты текущего контроля успеваемости фиксируются в журнале занятий с соблюдением требований по его ведению.

**Устная форма** позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Проводятся преподавателем с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитана на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время промежуточной аттестации определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» по следующим критериям:

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

- полно раскрыто содержание материала;
- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;
- точно используется терминология;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

- вопросы излагаются систематизированно и последовательно;
- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- продемонстрировано усвоение основной литературы.
- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;
- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации;

– продемонстрировано усвоение основной литературы

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;

–обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

–допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

–не сформированы компетенции, умения и навыки.

Доклад–подготовленное студентом самостоятельно публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной проблемы.

Количество и вес критериев оценки доклада зависят от того, является ли доклад единственным объектом оценивания или он представляет собой только его часть.

Доклад как единственное средство оценивания эффективен, прежде всего, тогда, когда студент представляет результаты своей собственной учебно/научно-исследовательской деятельности, и важным является именно содержание и владение представленной информацией. В этом случае при оценке доклада может быть использована любая совокупность из следующих критериев:

–соответствие выступления теме, поставленным целям и задачам;

–проблемность / актуальность;

–новизна / оригинальность полученных результатов;

–глубина / полнота рассмотрения темы;

–доказательная база / аргументированность / убедительность / обоснованность выводов;

–логичность / структурированность / целостность выступления;

–речевая культура (стиль изложения, ясность, четкость, лаконичность, красота языка, учет аудитории, эмоциональный рисунок речи, доходчивость, пунктуальность, невербальное сопровождение, оживление речи афоризмами, примерами, цитатами и т.д.);

–используются ссылки на информационные ресурсы (сайты, литература);

–наглядность / презентабельность (если требуется);

–самостоятельность суждений / владение материалом / компетентность.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Для повышения объективности оценки собеседование может проводиться группой преподавателей/экспертов. Критерии оценки результатов собеседования зависят от того, каковы цели поставлены перед ним и, соответственно, бывают разных видов:

–индивидуальное (проводит преподаватель)

–групповое (проводит группа экспертов);

–ориентировано на оценку знаний

–ситуационное, построенное по принципу решения ситуаций.

Критерии оценки при собеседовании:

- глубина и систематичность знаний;

- адекватность применяемых знаний ситуации;

-Рациональность используемых подходов;

- степень проявления необходимых качеств;

- Умение поддерживать и активизировать беседу;

**Тестовая форма** - позволяет охватить большое количество критериев оценки и допускает компьютерную обработку данных. Как правило, предлагаемые тесты оценки компетенций делятся на психологические, квалификационные (в учебном процессе эту роль частично выполняет педагогический тест) и физиологические.

Современный тест, разработанный в соответствии со всеми требованиями теории педагогических измерений, может включать задания различных типов (например, эссе или сочинения), а также задания, оценивающие различные виды деятельности учащихся (например, коммуникативные умения, практические умения).

В обычной практике применения тестов для упрощения процедуры оценивания как правило используется простая схема:

- отметка «3», если правильно выполнено 50 –70% тестовых заданий;
- «4», если правильно выполнено 70 –85 % тестовых заданий;
- «5», если правильно выполнено 85 –100 % тестовых заданий.

#### Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	45 мин.
Предлагаемое количество заданий из одного контролируемого подэлемента	30, согласно плана
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Определенная по разделам, случайная внутри раздела
Критерии оценки:	Выполнено верно заданий
«5», если	(85-100)% правильных ответов
«4», если	(70-85)% правильных ответов
«3», если	(50-70)% правильных ответов

**Промежуточная аттестация** – это элемент образовательного процесса, призванный определить соответствие уровня и качества знаний, умений и навыков обучающихся, установленным требованиям согласно рабочей программе дисциплины. Промежуточная аттестация осуществляется по результатам текущего контроля.

Конкретный вид промежуточной аттестации по дисциплине определяется рабочим учебным планом и рабочей программой дисциплины.

Зачет, как правило, предполагает проверку усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, выполнения лабораторных, расчетно-проектировочных и расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ), а также проверку результатов учебной, производственной или преддипломной практик. Зачет, как правило, выставляется без опроса студентов по результатам контрольных работ, рефератов, других работ выполненных студентами в течение семестра, а также по результатам текущей успеваемости на семинарских занятиях, при условии, что итоговая оценка студента за работу в течение семестра (по результатам контроля знаний) больше или равна 60%. Оценка, выставляемая за зачет, может быть как качественной типа (по шкале наименований «зачтено»/ «не зачтено»), так и количественной (т.н. дифференцированный зачет с выставлением отметки по шкале порядка - «отлично, «хорошо» и т.д.)

## 6. Материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 1. Тестовые задания

1. Жидкости от твердых тел и газов отличаются тем, что молекулы жидкости находятся в непрерывном ...

- + а) хаотичном тепловом движении в виде колебаний относительно мгновенных центров и скачкообразных переходов от одного центра к другому
- б) колебании относительно постоянных центров
- с) тепловом движении в виде колебаний
- д) движении в виде колебаний относительно постоянных центров без скачкообразных переходов от одного центра к другому

2. Раздел гидравлики, в котором изучаются состояние покоя жидкости:

- а) гидродинамика
- + б) гидростатика
- с) гидромеханика
- д) гидропривод

3. Первое свойство гидростатики гласит
- а) давление направлено всегда по внешней нормали к поверхности, на которую оно действует
  - б) давление направлено всегда по касательной к поверхности, на которую оно действует
  - + с) давление направлено всегда по внутренней нормали к поверхности, на которую оно действует
  - д) давление направлено всегда под углом к поверхности, на которую оно действует
4. Второе свойство гидростатического давления заключается в том, что:
- + а) гидростатическое давление в любой точке жидкости действует одинаково по всем направлениям
  - б) сила гидростатического давления в жидкости действует одинаково по всем направлениям
  - с) гидростатическое давление на дне резервуара с жидкостью действует одинаково по всем направлениям
  - д) гидростатическое давление вне жидкости действует одинаково по всем направлениям
5. Число Рейнольдса при уменьшении скорости движения жидкости в 10 раз ...
- а) увеличится в 100 раз
  - б) увеличится в 10 раз
  - + с) уменьшится
  - д) не изменится
6. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?
- а) силы инерции и поверхностного натяжения
  - б) внутренние и поверхностные
  - + в) массовые и поверхностные
  - г) силы тяжести и давления
7. Какие силы называются массовыми?
- + а) сила тяжести и сила инерции
  - б) сила молекулярная и сила тяжести
  - в) сила инерции и сила гравитационная
  - г) сила давления и сила поверхностная
8. Какие силы называются поверхностными?
- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости
  - + б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел
  - в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда
  - г) вызванные воздействием атмосферного давления
9. Сжимаемость это свойство жидкости
- а) изменять свою форму под действием давления
  - + б) изменять свой объем под действием давления
  - в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму
  - г) изменять свой объем без воздействия давления
10. Сжимаемость жидкости характеризуется
- а) коэффициентом Генри
  - б) коэффициентом температурного сжатия
  - в) коэффициентом поджатия

+ г) коэффициентом объемного сжатия

## 2. Типовые контрольные задания

Индивидуальные домашние задания выполняются в форме расчетно-графической работы.

### 2.1 Тема индивидуальных домашних заданий:

расчет сети водоснабжения населенного пункта.

### 2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

#### Задание №1

Центробежный насос 2 (рисунок А1) перекачивает жидкость из водозабора 1 в водонапорную башню 3, при этом жидкость поднимается на высоту  $H$  от оси насоса. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара  $p_{м1}$ . Далее вода поступает в кольцевую сеть по магистральному трубопроводу.

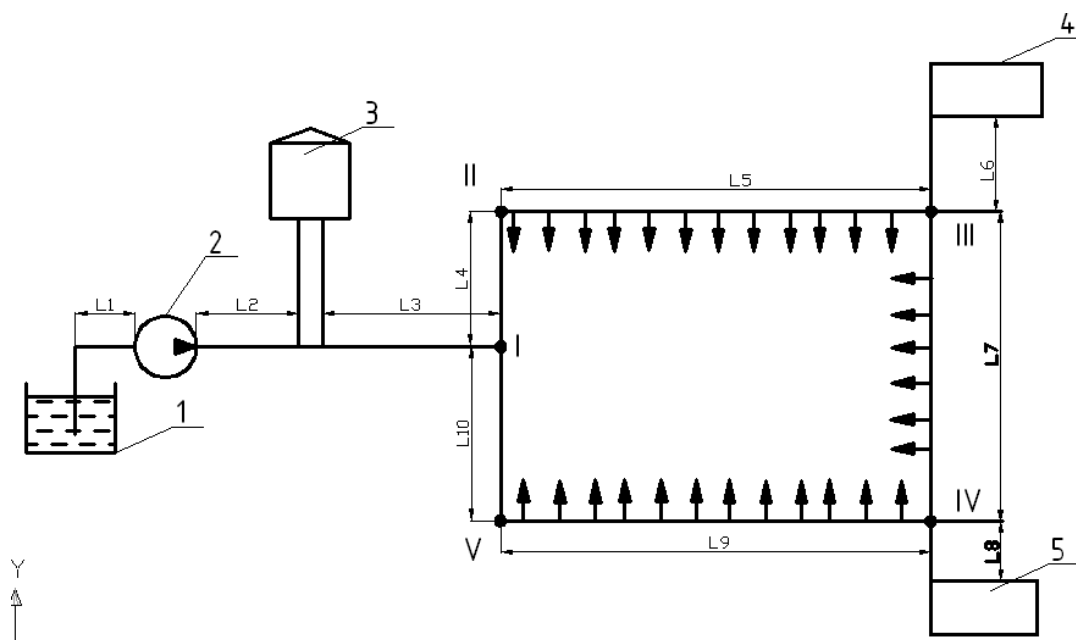


Рисунок 1 - Кольцевая сеть водоснабжения населенного пункта: 1 – водозабор; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – молочно-товарная ферма (МТФ); 5 – гараж; I, II, III, IV, V – узлы

Исходные данные приведены в таблице 1.

*Указания:*

1. Вода жесткая.
2. Местные сопротивления, расположенные на всасывающей и нагнетательной линиях: всасывающая коробка с обратным клапаном и фильтром, обратный клапан, повороты на  $90^\circ$ , задвижка, вход в резервуар 8.
4. При уменьшении производительности принять:
  - четный вариант –  $x=80\%$ ;
  - нечетный вариант –  $x=70\%$ .

**Таблица 1 – Исходные данные к заданию №1**

	Номер варианта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кол –во потребителей																
Население, тыс. чел	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Расход воды в гараже, л/с	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
Расход воды на мтф, л/с	1,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	5,5	3,3	4,5	5,0	3,5	2,5	3,3	4,5	1
Длина участков, м																
L <sub>1</sub>	10	20	5	4	10	15	12	16	8	10	20	5	4	10	15	12
L <sub>2</sub>	100	50	200	30	40	45	70	80	95	10	15	13	8	15	35	60
L <sub>3</sub>	300	1000	150	250	450	500	750	30	200	150	50	100	130	110	120	140
L <sub>4</sub>	50	60	100	120	80	150	220	350	400	200	200	100	300	500	300	50
L <sub>5</sub>	200	300	500	400	500	600	650	850	700	750	800	850	900	950	1000	1000
L <sub>6</sub>	30	35	40	45	50	55	65	70	75	80	85	95	100	55	60	45
L <sub>7</sub>	100	120	150	170	200	220	250	370	400	500	700	800	830	850	870	900
L <sub>8</sub>	10	25	15	30	35	40	45	50	55	60	65	75	70	80	85	150
L <sub>9</sub>	250	250	450	450	550	650	650	750	600	850	700	950	950	1050	900	950
L <sub>10</sub>	60	70	100	120	80	150	250	350	450	250	260	130	400	500	550	600
Геометрическая высота потребителей и узлов, м																
Z <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z <sub>2</sub>	0,5	1	0,5	1,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,2	4,5	0,5	1	0,5	1,3
Z <sub>3</sub>	2	1,5	1,5	2,5	3	3	5	2	2	4	3,5	2,5	1,5	5	5,5	6
Z <sub>4</sub>	0,5	1	0,5	0,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,5	1,1	0,5	0	2	3
Z <sub>5</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,6	0,8
Z <sub>I</sub>	2	1	1	0,5	3	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	2	2	2	2
Z <sub>II</sub>	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	2	0,5	1	1,5	2	2	0,5	0,5	3	3	3
Z <sub>III</sub>	2	0,6	1	0,2	3	3	1	2	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1
Z <sub>IV</sub>	0,5	1	0,5	0,3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>V</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребный напор потребителей																
Дом одноэтажный, м	8															
На фермах, м	10															
Гараж, м	10															

## Задание №2

Центробежный насос 2 (рисунок 2) перекачивает жидкость из скважины 1 в водонапорную башню 3, при этом жидкость поднимается на высоту  $H$  от поверхности источника. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара  $p_{мг}$ . Далее вода поступает в кольцевую сеть по магистральному трубопроводу.

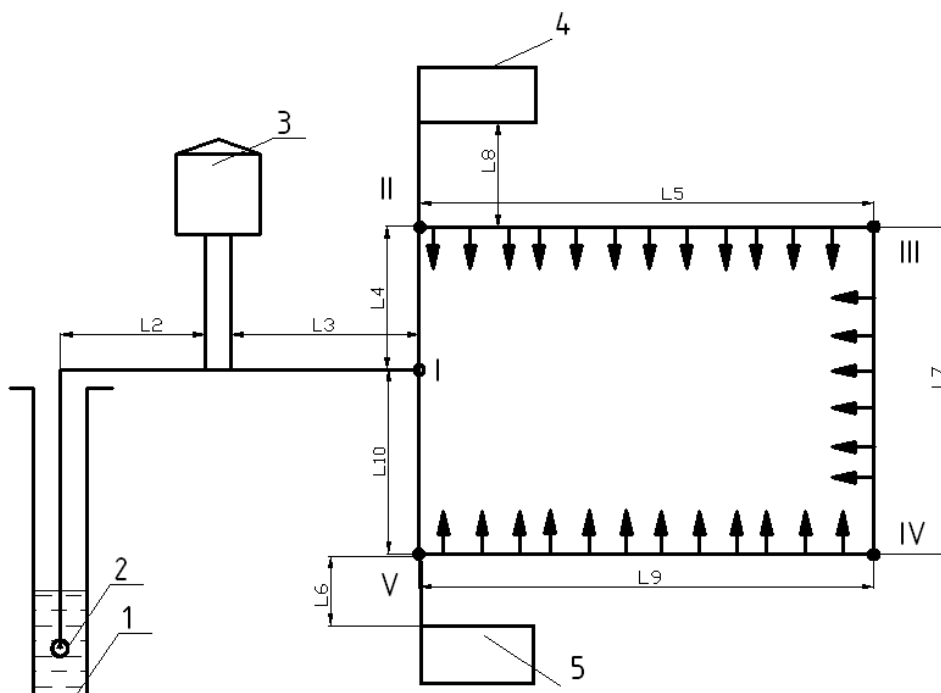


Рисунок 2 - Кольцевая сеть водоснабжения населенного пункта: 1 – скважина; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – молочно товарная ферма (МТФ); 5 – гараж; I, II, III, IV, V – узлы

Исходные данные приведены в таблице 2.

*Указания:*

1. Вода мягкая.
2. Местные сопротивления, расположенные на нагнетательной линии: поворот на  $90^\circ$ , задвижка, вход в резервуар.
3. Трубопровод изготовлен из новых стальных труб.
4. При уменьшении производительности принять:
  - четный вариант –  $x=60\%$ ;
  - нечетный вариант –  $x=90\%$ .

Таблица 2 – Исходные данные к заданию №2

	Номер варианта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кол –во потребителей																
Население, тыс. чел	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Расход воды в гараже, л/с	1	1,75	1,5	1	3,0	3,5	3	2	2,5	4	2	3	2	2,5	3,5	0,5
Расход воды на мтф, л/с	1,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	5,5	3,3	4,5	5,0	3,5	2,5	3,3	4,5	1
Длина участков, м																
L <sub>1</sub>	10	20	5	4	10	15	12	16	8	10	20	5	4	10	15	12
L <sub>2</sub>	100	50	200	30	40	45	70	80	95	10	15	13	8	15	35	60
L <sub>3</sub>	300	1000	150	250	450	500	750	30	200	150	50	100	130	110	120	140
L <sub>4</sub>	50	60	100	120	80	150	220	350	400	200	200	100	300	500	300	50
L <sub>5</sub>	200	300	500	300	500	600	650	850	700	750	800	850	900	950	1000	1000
L <sub>6</sub>	30	35	40	45	50	55	65	70	75	80	85	95	100	55	60	45
L <sub>7</sub>	100	120	150	170	200	220	250	370	400	500	700	800	830	850	870	900
L <sub>8</sub>	10	25	15	30	35	40	45	50	55	60	65	75	70	80	85	150
L <sub>9</sub>	250	250	350	350	550	650	650	750	600	850	700	950	950	1050	900	950
L <sub>10</sub>	60	70	100	120	80	150	250	350	450	250	260	130	400	500	550	600
удельный дебит скважины, л/с*м	5		10		15		12		4		3		6		20	
Геометрическая высота потребителей и узлов, м																
Z <sub>1</sub>	-15	-25	-10	-35	-45	-55	-65	-75	-85	-95	-105	-30	-40	-60	-90	-80
Z <sub>3</sub>	2	1,5	1,5	2,5	3	3	5	2	2	4	3,5	2,5	1,5	5	5,5	6
Z <sub>4</sub>	0,5	1	0,5	0,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,5	1,1	0,5	0	2	3
Z <sub>5</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,6	0,8
Z <sub>1</sub>	2	1	1	0,5	3	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	2	2	2	2
Z <sub>II</sub>	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	2	0,5	1	1,5	2	2	0,5	0,5	3	3	3
Z <sub>III</sub>	2	0,6	1	0,2	3	3	1	2	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1
Z <sub>IV</sub>	0,5	1	0,5	0,3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>V</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребный напор потребителей																
Дом одноэтажный, м	8															
На фермах, м	10															
Гараж, м	10															



### Задание №3

Центробежный насос 2 (рисунок 3) перекачивает жидкость из водозабора 1 в водонапорную башню 3, при этом жидкость поднимается на высоту  $H$  от оси насоса. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара  $p_{м1}$ . Далее вода поступает в кольцевую сеть по магистральному трубопроводу.

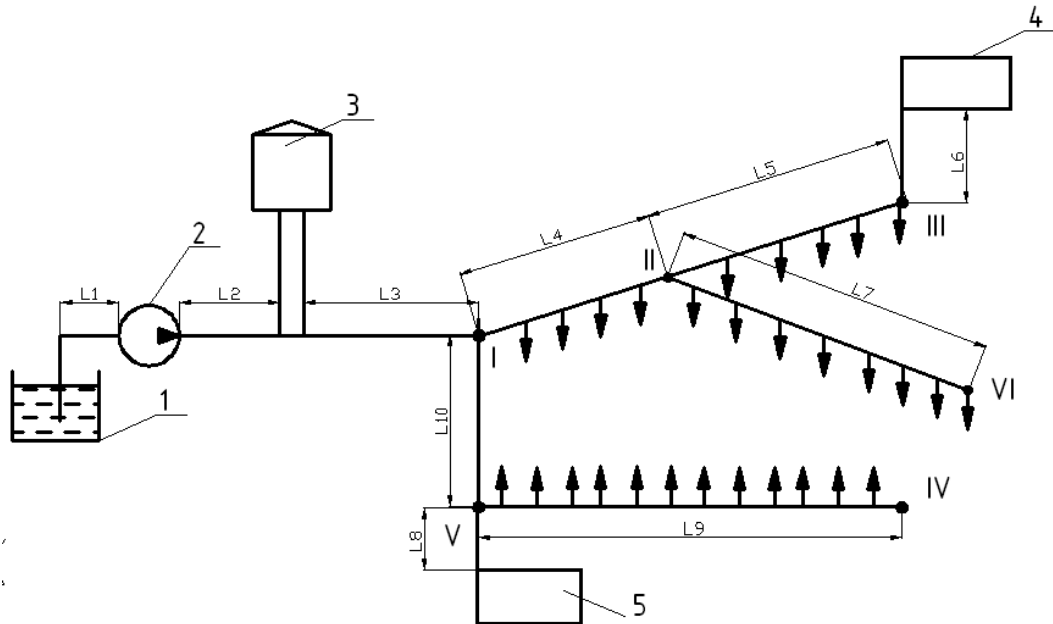


Рисунок 3 - Разветвленная сеть водоснабжения населенного пункта: 1 – водозабор; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – молочно товарная ферма (МТФ); 5 – гараж; I, II, III, IV, V, VI – узлы

Исходные данные приведены в таблице 3.

*Указания:*

1. Вода жесткая.
2. Местные сопротивления, расположенные на всасывающей и нагнетательной линиях: всасывающая коробка с обратным клапаном и фильтром, обратный клапан, повороты на  $90^\circ$ , задвижка, вход в резервуар.
3. Трубопровод изготовлен из новых стальных труб.
4. При уменьшении производительности принять:
  - четный вариант –  $x=60\%$ ;
  - нечетный вариант –  $x=50\%$ .

Таблица А3 – Исходные данные к заданию №3

	Номер варианта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кол –во потребителей																
Население, тыс. чел	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Расход воды в гараже, л/с	1	1,75	1,5	1	3,0	3,5	3	2	2,5	4	2	3	2	2,5	3,5	0,5
Расход воды на мтф, л/с	1,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	5,5	3,3	4,5	5,0	3,5	2,5	3,3	4,5	1
Длина участков, м																
L <sub>1</sub>	10	20	5	4	10	15	12	16	8	10	20	5	4	10	15	12
L <sub>2</sub>	100	50	200	30	40	45	70	80	95	10	15	13	8	15	35	60
L <sub>3</sub>	300	1000	150	250	450	500	750	30	200	150	50	100	130	110	120	140
L <sub>4</sub>	50	60	100	120	80	150	220	350	400	200	200	100	300	500	300	50
L <sub>5</sub>	200	300	500	300	500	600	650	850	700	750	800	850	900	950	1000	1000
L <sub>6</sub>	30	35	40	45	50	55	65	70	75	80	85	95	100	55	60	45
L <sub>7</sub>	100	120	150	170	200	220	250	370	400	500	700	800	830	850	870	900
L <sub>8</sub>	10	25	15	30	35	40	45	50	55	60	65	75	70	80	85	150
L <sub>9</sub>	250	250	350	350	550	650	650	750	600	850	700	950	950	1050	900	950
L <sub>10</sub>	60	70	100	120	80	150	250	350	450	250	260	130	400	500	550	600
Геометрическая высота потребителей и узлов, м																
Z <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z <sub>2</sub>	0,5	1	0,5	1,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,2	4,5	0,5	1	0,5	1,3
Z <sub>3</sub>	2	1,5	1,5	2,5	3	3	5	2	2	4	3,5	2,5	1,5	5	5,5	6
Z <sub>4</sub>	0,5	1	0,5	0,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,5	1,1	0,5	0	2	3
Z <sub>5</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,6	0,8
Z <sub>I</sub>	2	1	1	0,5	3	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	2	2	2	2
Z <sub>II</sub>	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	2	0,5	1	1,5	2	2	0,5	0,5	3	3	3
Z <sub>III</sub>	2	0,6	1	0,2	3	3	1	2	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1
Z <sub>IV</sub>	0,5	1	0,5	0,3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>V</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>VI</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребный напор потребителей																
Дом одноэтажный, м	8															
На фермах, м	10															
Гараж, м	10															

## Задание №4

Центробежный насос 2 (рисунок 4) перекачивает жидкость из скважины 1 в водонапорную башню 3, при этом жидкость поднимается на высоту  $H$  от поверхности источника. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара  $p_{м1}$ . Далее вода поступает в кольцевую сеть по магистральному трубопроводу.

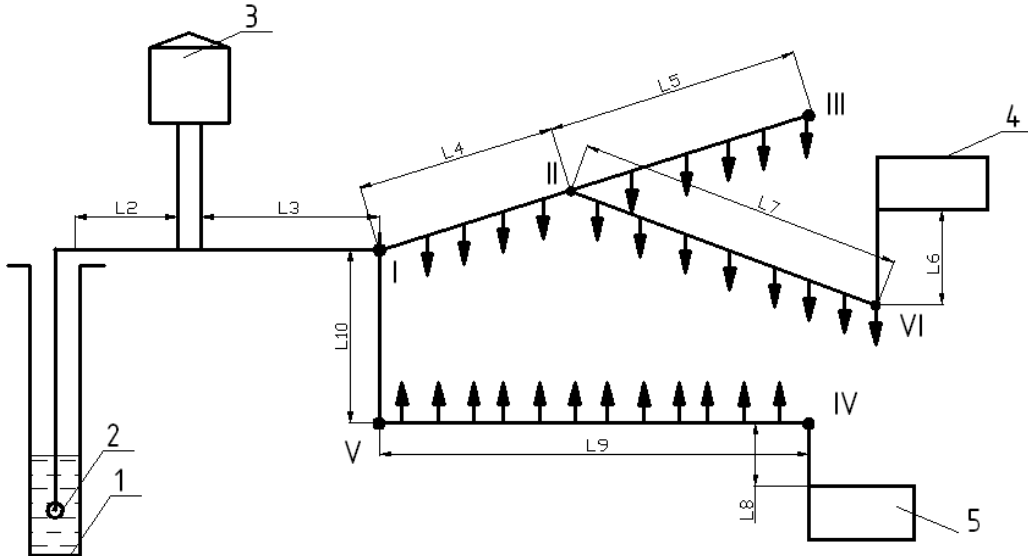


Рисунок 4 - Разветвленная сеть водоснабжения населенного пункта: 1 – скважина; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – молочно товарная ферма (МТФ); 5 – гараж; I, II, III, IV, V, VI – узлы

Исходные данные приведены в таблице А4.

Указания:

1. Вода мягкая.
2. Местные сопротивления, расположенные на нагнетательной линии: поворот на  $90^\circ$ , задвижка, вход в резервуар.
3. Трубопровод изготовлен из новых стальных труб.
4. При уменьшении производительности принять:
  - четный вариант –  $x=75\%$ ;
  - нечетный вариант –  $x=50\%$ .

Таблица 4 – Исходные данные к заданию №4

	Номер варианта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кол –во потребителей																
Население, тыс. чел	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Расход воды в гараже, л/с	1	1,75	1,5	1	3,0	3,5	3	2	2,5	4	2	3	2	2,5	3,5	0,5
Расход воды на мтф, л/с	1,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	5,5	3,3	4,5	5,0	3,5	2,5	3,3	4,5	1
Длина участков, м																
L <sub>1</sub>	10	20	5	4	10	15	12	16	8	10	20	5	4	10	15	12
L <sub>2</sub>	100	50	200	30	40	45	70	80	95	10	15	13	8	15	35	60
L <sub>3</sub>	300	1000	150	250	450	500	750	30	200	150	50	100	130	110	120	140
L <sub>4</sub>	50	60	100	120	80	150	220	350	400	200	200	100	300	500	300	50
L <sub>5</sub>	200	300	500	300	500	600	650	850	700	750	800	850	900	950	1000	1000
L <sub>6</sub>	30	35	40	45	50	55	65	70	75	80	85	95	100	55	60	45
L <sub>7</sub>	100	120	150	170	200	220	250	370	400	500	700	800	830	850	870	900
L <sub>8</sub>	10	25	15	30	35	40	45	50	55	60	65	75	70	80	85	150
L <sub>9</sub>	250	250	350	350	550	650	650	750	600	850	700	950	950	1050	900	950
L <sub>10</sub>	60	70	100	120	80	150	250	350	450	250	260	130	400	500	550	600
удельный дебит скважины, л/с*м	10		8		5		10		7		15		5		25	
Геометрическая высота потребителей и узлов, м																
Z <sub>1</sub>	-10	-20	-15	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-35	-45	-65	-95	-85
Z <sub>3</sub>	2	1,5	1,5	2,5	3	3	5	2	2	4	3,5	2,5	1,5	5	5,5	6
Z <sub>4</sub>	0,5	1	0,5	0,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,5	1,1	0,5	0	2	3
Z <sub>5</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,6	0,8
Z <sub>I</sub>	2	1	1	0,5	3	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	2	2	2	2
Z <sub>II</sub>	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	2	0,5	1	1,5	2	2	0,5	0,5	3	3	3
Z <sub>III</sub>	2	0,6	1	0,2	3	3	1	2	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1
Z <sub>IV</sub>	0,5	1	0,5	0,3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>V</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>VI</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребный напор потребителей																
Дом одноэтажный, м	8															
На фермах, м	10															
Гараж, м	10															

## Задание №5

Центробежный насос 2 (рисунок А4) перекачивает жидкость из скважины 1 в водонапорную башню 3, при этом жидкость поднимается на высоту  $H$  от поверхности источника. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара  $p_{м1}$ . Далее вода поступает в кольцевую сеть по магистральному трубопроводу.

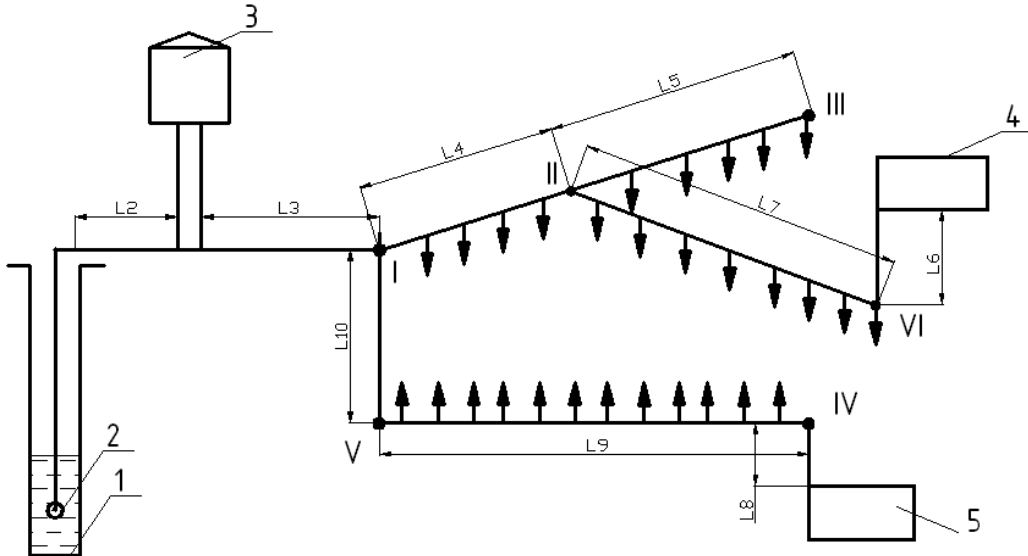


Рисунок А5 - Разветвленная сеть водоснабжения населенного пункта: 1 – скважина; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – молочно товарная ферма (МТФ); 5 – гараж; I, II, III, IV, V, VI – узлы

Исходные данные приведены в таблице 5.

*Указания:*

1. Вода жесткая.
2. Местные сопротивления, расположенные на нагнетательной линии: поворот на  $90^\circ$ , задвижка, вход в резервуар.
3. Трубопровод изготовлен из новых стальных труб.
4. При уменьшении производительности принять:
  - четный вариант –  $x=65\%$ ;
  - нечетный вариант –  $x=80\%$ .

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица 5 – Исходные данные к заданию №5

	Номер варианта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кол –во потребителей																
Население, тыс. чел	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1
Расход воды в гараже, л/с	0,8	1	0,75	1,2	1,5	2,0	3,0	3,50	4,0	2,5	4,5	1,8	2,6	2,2	2,5	3,5
Расход воды на мтф, л/с	3	5,5	6,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	3,0	5,5	6,0	2,5	1,5	3,0	5
Длина участков, м																
L <sub>1</sub>	10	20	5	4	10	15	12	16	8	10	20	5	4	10	15	12
L <sub>2</sub>	100	50	200	30	40	45	70	80	95	10	15	13	8	15	35	60
L <sub>3</sub>	300	1000	150	250	450	500	750	30	200	150	50	100	130	110	120	140
L <sub>4</sub>	50	60	100	120	80	150	220	350	400	200	200	100	300	500	300	50
L <sub>5</sub>	200	300	500	300	500	600	650	850	700	750	800	850	900	950	1000	1000
L <sub>6</sub>	30	35	40	45	50	55	65	70	75	80	85	95	100	55	60	45
L <sub>7</sub>	100	120	150	170	200	220	250	370	400	500	700	800	830	850	870	900
L <sub>8</sub>	10	25	15	30	35	40	45	50	55	60	65	75	70	80	85	150
L <sub>9</sub>	250	250	350	350	550	650	650	750	600	850	700	950	950	1050	900	950
L <sub>10</sub>	60	70	100	120	80	150	250	350	450	250	260	130	400	500	550	600
удельный дебит скважины, л/с*м	10		8		5		10		7		15		5		25	
Геометрическая высота потребителей и узлов, м																
Z <sub>1</sub>	-10	-20	-15	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-35	-45	-65	-95	-85
Z <sub>3</sub>	2	1,5	1,5	2,5	3	3	5	2	2	4	3,5	2,5	1,5	5	5,5	6
Z <sub>4</sub>	0,5	1	0,5	0,3	0,1	2	3	1	1,5	1	1,5	1,1	0,5	0	2	3
Z <sub>5</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,6	0,8
Z <sub>1</sub>	2	1	1	0,5	3	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	2	2	2	2
Z <sub>II</sub>	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	2	0,5	1	1,5	2	2	0,5	0,5	3	3	3
Z <sub>III</sub>	2	0,6	1	0,2	3	3	1	2	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1
Z <sub>IV</sub>	0,5	1	0,5	0,3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>V</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Z <sub>VI</sub>	1	1	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребный напор потребителей																
Дом одноэтажный, м	8															
На фермах, м	10															
Гараж, м	10															

### **2.3 Порядок выполнения заданий**

- 1) Определить потребные расходы воды в водопроводной сети.
- 2) Подобрать материал и диаметры труб для водопроводной сети.
- 3) Определить потребные напоры в узловых точках сети, высоту и емкость водонапорной башни (напорно-регулирующего резервуара).
- 4) Подобрать материал и диаметры труб для всасывающей и нагнетательной линии насосной станции.
- 5) Подобрать насос и определить рабочие параметры установки, а при необходимости, дать рекомендации по регулированию его подачи с помощью задвижки.
- 6) Определить число оборотов вала насоса при уменьшении производительности до заданной величины  $x$  (в % от расчетного расхода  $Q_p$ ).
- 7) Определить давление на входе в насос и максимально возможный коэффициент сопротивления фильтра из условия отсутствия кавитации.