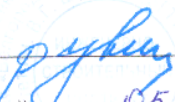


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института магистратуры  
  
И.В. Ярмоленко  
« 27 » 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор инженерно-  
строительного института  
  
В.А. Уваров  
« 27 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Испытание и анализ экспериментальных данных систем теплогазоснабжения

направление подготовки (специальность):

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт:** инженерно-строительный

**Кафедра:** теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», утвержденного приказом Минобрнауки России № 482 от 31.05.2017 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, ст. преп.  
(ученая степень и звание, подпись)

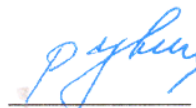


(И.В. Крюков)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Теплогасоснабжение и вентиляция»

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, профессор  
(ученая степень и звание, подпись)



(В.А. Уваров)  
(инициалы, фамилия)

«14» 05 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» мая 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, профессор  
(ученая степень и звание, подпись)



(В.А. Уваров)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«27» мая 2021 г., протокол № 10

Председатель:

канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень и звание, подпись)



(А.Ю. Феоктистов)  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции                                                                                        | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                       | Наименование показателя оценивания результата обучения при прохождении практики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сервисно-эксплуатационный      | ПК-5 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения | ПК-5.3. Проводит визуальные, инструментальные обследования технического состояния систем теплогазоснабжения, контроль их осуществления     | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативные и технические требования, предъявляемые к системам теплогазоснабжения для проведения обследования</p> <p><b>Уметь:</b> проводить визуальные, инструментальные обследования технического состояния систем теплогазоснабжения, проводить контроль их осуществления</p> <p><b>Владеть:</b> методикам проведения визуального и инструментального обследования систем теплогазоснабжения</p>                                                                         |
|                                |                                                                                                                       | ПК-5.5. Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативные требования для осуществления технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками и информацией для осуществления контроля за выполнением работ по эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения</p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-5** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

| Стадия | Наименования дисциплины                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения                           |
| 2      | Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок                       |
| 3      | Проектирование газораспределительных систем                                      |
| 4      | Организация эксплуатации, ремонта и обслуживания оборудования теплогазоснабжения |
| 5      | Процессы горения и горелочные устройства                                         |
| 6      | Сжигание топлива и контроль процессов горения                                    |
| 7      | Производственная исполнительская практика                                        |
| 8      | Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена                             |
| 9      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы         |

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

| Вид учебной работы                                     | Всего часов  | Семестр № 1  |
|--------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час                     | 108          | 108          |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b> | 38           | 38           |
| лекции                                                 | 17           | 17           |
| лабораторные                                           | -            | -            |
| практические                                           | 17           | 17           |
| консультации                                           | 4            | 4            |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>  | 70           | 70           |
| Курсовой проект                                        | -            | -            |
| Курсовая работа                                        | -            | -            |
| Расчетно-графическое задания                           | -            | -            |
| Индивидуальное домашнее задание                        | 9            | 9            |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>              | 25           | 25           |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)        | Экзамен (36) | Экзамен (36) |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр №1

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание)                                                                                                                                                                                                                                                          | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Лекции                                                      | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
| 1     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                           | 4                    | 5                    | 6                                                          |
| 1     | <b>Методы измерения физических величин и обработка полученных результатов</b> Методы и приборы измерения температуры, давления, расхода, концентрации в системах теплогазоснабжения. Абсолютная и относительная погрешность прямых и косвенных измерений. Достоверность измерений                  | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |
| 2     | <b>Испытание оборудования систем централизованного теплоснабжения</b> Водоподогреватели. Насосы. Элеваторы. Приборы для регулирования давления и температуры. Электронные регулирующие приборы. КИП.                                                                                               | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |
| 3     | <b>Наладка водяных тепловых сетей.</b> Документация, необходимая для проведения наладочных работ. Расчет режимов отпуска тепла. Гидравлический расчет тепловых сетей. Расчет смесительных и дроссельных устройств. Регулирование тепловых сетей.                                                   | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |
| 4     | <b>Городские системы газоснабжения и их основные характеристики</b> Схемы городских систем газоснабжения. Условия присоединения потребителей к газовым сетям. Особенности проектирования систем при реконструкции. Трубы. Арматура. Оборудование газовых сетей. Защита газовых систем от коррозии. | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |
| 5     | <b>Режим работы газовых сетей.</b> Гидравлический режим сети низкого давления при непосредственном присоединении потребителей. Работа регуляторов давления. Газорегуляторные пункты. Подбор и расчет оборудования ГРП. Автоматизация газоиспользующих установок.                                   | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |
| 6     | <b>Эксплуатация систем газоснабжения.</b> Организация эксплуатации систем газоснабжения. Испытание газопроводов и приемка их в эксплуатацию. Присоединение газопроводов к                                                                                                                          | 2                                                           | 2                    | -                    | 3                                                          |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |           |          |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
|              | действующим газовым сетям. Контроль за состоянием газопроводов.                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |           |          |           |
| 7            | <b>Обследование систем газоснабжения.</b> Профилактическое обслуживание, текущий и капитальный ремонты. Выявление и ликвидация утечек. Испытание и приемка в эксплуатацию ГРП. Контроль работы ГРП, профилактическое обслуживание и ремонт. Охрана труда при эксплуатации систем газоснабжения                                             | 2         | 2         | -        | 3         |
| 8            | <b>Обработка экспериментальных данных.</b> Статистическая обработка экспериментальных данных. Определение среднеквадратичного отклонения измеряемой величины, среднеарифметическое значение. Оценка случайных погрешностей при измерениях, описываемая нормальным законом распределения – кривая Гаусса. Метод наименьших квадратов (МНК). | 3         | 3         | -        | 4         |
| <b>ВСЕГО</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>17</b> | <b>17</b> | <b>-</b> | <b>25</b> |

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п              | № раздела дисциплины | Тема практического занятия                                                                                                                                   | К-во часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр № 1</b> |                      |                                                                                                                                                              |            |                                                            |
| 1                  | 1                    | Статистическая обработка экспериментальных данных                                                                                                            | 2          | 2                                                          |
| 2                  | 2                    | Программа испытаний. Оборудование и приборы систем теплоснабжения.                                                                                           | 2          | 2                                                          |
| 3                  | 3                    | Обследование сетей. Регулирование расхода теплоносителя тепловых сетей.                                                                                      | 2          | 2                                                          |
| 4                  | 4                    | Особенности проектирования систем при реконструкции.                                                                                                         | 2          | 2                                                          |
| 5                  | 5                    | Работа регуляторов давления. Газорегуляторные пункты. КИП.                                                                                                   | 2          | 2                                                          |
| 6                  | 6                    | Организация эксплуатации систем газоснабжения. Контроль за состоянием газопроводов.                                                                          | 2          | 2                                                          |
| 7                  | 7                    | Обследование работы газовых сетей. Профилактическое обслуживание, текущий и капитальный ремонты. Выявление и ликвидация утечек.                              | 2          | 2                                                          |
| 8                  | 8                    | Статистическая обработка экспериментальных данных. Определение среднеквадратичного и среднеарифметического значений измеряемой величины. Кривая Гаусса. МНК. | 3          | 3                                                          |
| <b>ИТОГО</b>       |                      |                                                                                                                                                              | <b>17</b>  | <b>17</b>                                                  |

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.4. Содержание курсового проекта

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания

Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ). На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

Целью ИДЗ является приобретение практических навыков по испытанию и анализу экспериментальных данных систем теплогазоснабжения.

**Первая часть ИДЗ** включает обработку результатов экспериментальных данных, полученных индивидуально у преподавателя, согласно тематике выполнения магистерской работы. Обработка экспериментальных данных включает в себя нахождение среднеарифметического значения, среднеквадратичного отклонения, дисперсии, проверку адекватности значений с помощью критериев Стьюдента и Фишера.

**Вторая часть ИДЗ** включает в себя решение задач в области теплоснабжения или газоснабжения по выбору студента. Задача по теплоснабжению включает в себя выполнение гидравлического расчета тепловой сети по данным, взятым у преподавателя (тепловая мощность потребителей, температура подающей/обратной магистрали, длина участка сети, схема сети). Задача по газоснабжению включает в себя выполнение гидравлического расчета газопровода сети низкого давления по данным, взятым у преподавателя (количество потребляемого газа, длина участков сети, схема сети).

**Оформление индивидуального домашнего задания.** ИДЗ предоставляется преподавателю в виде отчета на бумажных листах формата А4, содержащих решение практических заданий. Отчет должен иметь следующую структуру: титульный лист, содержание, практическая часть. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, описывающие ход решения задачи. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-5** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения.

| Наименование индикатора достижения компетенции                                                                                         | Используемые средства оценивания     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-5.3. Проводит визуальные, инструментальные обследования технического состояния систем теплогазоснабжения, контроль их осуществления | Собеседование, устный опрос, экзамен |
| ПК-5.5. Осуществляет технический и техноло-                                                                                            | Собеседование, устный опрос, экзамен |

|                                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| гический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогасоснабжения |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                        | Содержание вопросов (типовых заданий)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Методы измерения физических величин и обработка полученных результатов | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы и приборы измерения температуры, давления, расхода в системах ТГС.</li> <li>2. Абсолютная и относительная погрешность измерений.</li> <li>3. Прямые измерения.</li> <li>4. Косвенные измерения.</li> <li>5. Достоверность измерений.</li> </ol>                                                                                                                                                                                   |
| 2     | Испытание оборудования систем централизованного теплоснабжения         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типы насосов.</li> <li>2. Типы элеваторов.</li> <li>3. Типы грязевиков.</li> <li>4. Типы водоподогревателей.</li> <li>5. Приборы для регулирования давления.</li> <li>6. Приборы для регулирования температуры.</li> <li>7. Электронные регулирующие приборы. КИП.</li> </ol>                                                                                                                                                            |
| 3     | Наладка водяных тепловых сетей                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Документация, необходимая для проведения наладочных работ.</li> <li>2. Условия, при которых производится наладка тепловых сетей.</li> <li>3. Основные работы, проводимые при наладке тепловых сетей.</li> <li>4. Расчет дроссельных и смесительных устройств.</li> <li>5. Регулирование тепловых сетей.</li> <li>6. Гидравлические испытания.</li> <li>7. Тепловые испытания.</li> <li>8. Испытания на расчетную температуру.</li> </ol> |
| 4     | Городские системы газоснабжения и их основные характеристики           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы городских систем газоснабжения.</li> <li>2. Особенности проектирования систем при реконструкции.</li> <li>3. Оборудование газовых сетей.</li> <li>4. Методы защиты газовых сетей от коррозии.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                           |
| 5     | Режим работы газовых сетей                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидравлический режим работы сети низкого давления.</li> <li>2. Работа регуляторов давления.</li> <li>3. Контрольно-измерительные приборы. Автоматизация.</li> <li>4. Подбор и расчет оборудования ГРП.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                        |
| 6     | Эксплуатация систем газоснабжения                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организация эксплуатации систем газоснабжения.</li> <li>2. Испытание газопроводов и приемка их в эксплуатацию.</li> <li>3. Контроль за состоянием газопроводов.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7     | Обследование систем газоснабжения                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Профилактическое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



|   |                                    |                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                    | 2. Выявление и ликвидация утечек.<br>3. Контроль работы ГРП.<br>4. Обслуживание и ремонт ГРП.<br>5. Охрана труда при эксплуатации систем газоснабжения.                                                        |
| 8 | Обработка экспериментальных данных | 1. Статистическая обработка экспериментальных данных.<br>2. Определение среднеквадратичного и среднеарифметического значений измеряемой величины.<br>3. Кривая Гаусса.<br>4. Метод наименьших квадратов (МНК). |

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения индивидуального домашнего задания.

#### Примеры практических заданий ИДЗ

**Первая часть ИДЗ** включает обработку результатов экспериментальных данных, полученных индивидуально у преподавателя, согласно тематике выполнения магистерской работы. Обработка экспериментальных данных включает в себя нахождение среднеарифметического значения, среднеквадратичного отклонения, дисперсии, проверку адекватности значений с помощью критериев Стьюдента и Фишера.

**Вторая часть ИДЗ** включает в себя решение задач в области теплоснабжения или газоснабжения по выбору студента. Задача по теплоснабжению включает в себя выполнение гидравлического расчета тепловой сети по данным, взятым у преподавателя (тепловая мощность потребителей, температура подающей/обратной магистрали, длина участка сети, схема сети). Задача по газоснабжению включает в себя выполнение гидравлического расчета газопровода сети низкого давления по данным, взятым у преподавателя (количество потребляемого газа, длина участков сети, схема сети).

#### Расчет тепловых сетей для многоэтажных жилых домов

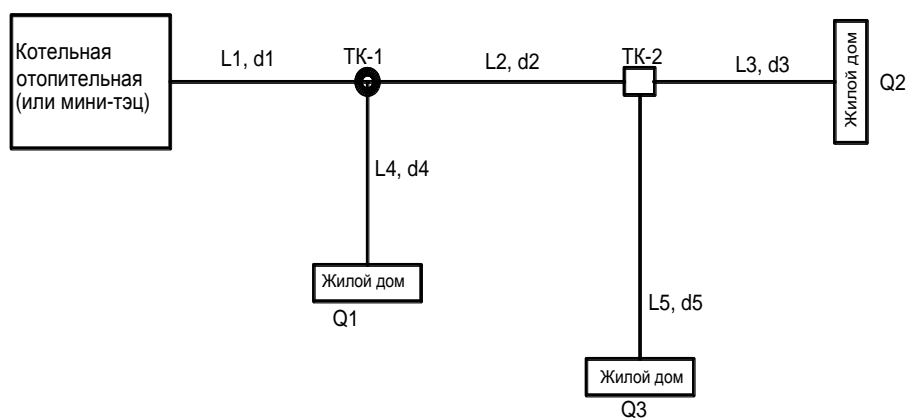
**Объект проектирования** – система теплоснабжения для трех жилых многоквартирных домов.

**Цель задания** – расчет диаметров участков тепловой сети (пропускной способности), определение потерь давления на участках.

**Исходные данные:**

– тепловые нагрузки на каждый дом, МВт;

- температура в подающей и обратной магистрали, °С (150/70 – для четных вариантов, 130/70 – для нечетных вариантов);
- длины участков, м;
- трассировка тепловой сети.



| Вариант | Q1, МВт | Q2, МВт | Q3, МВт | L1, м | L2, м | L3, м | L4, м | L5, м |
|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1       | 0,150   | 0,280   | 0,05    | 45    | 70    | 60    | 20    | 65    |
| 2       | 0,25    | 0,38    | 0,15    | 55    | 80    | 70    | 30    | 75    |
| 3       | 0,3     | 0,43    | 0,2     | 60    | 85    | 75    | 35    | 80    |
| 4       | 0,35    | 0,48    | 0,25    | 65    | 90    | 80    | 40    | 85    |
| 5       | 0,4     | 0,53    | 0,3     | 70    | 95    | 85    | 45    | 90    |
| 6       | 0,45    | 0,58    | 0,35    | 75    | 100   | 90    | 50    | 95    |
| 7       | 0,5     | 0,63    | 0,4     | 80    | 105   | 95    | 55    | 100   |
| 8       | 0,55    | 0,68    | 0,45    | 85    | 110   | 100   | 60    | 105   |
| 9       | 0,6     | 0,73    | 0,5     | 90    | 115   | 105   | 65    | 110   |
| 10      | 0,65    | 0,78    | 0,55    | 95    | 120   | 110   | 70    | 115   |
| 11      | 0,7     | 0,83    | 0,6     | 100   | 125   | 115   | 75    | 120   |
| 12      | 0,75    | 0,88    | 0,65    | 105   | 130   | 120   | 80    | 125   |

### Расчет сетей газоснабжения для многоэтажных жилых домов

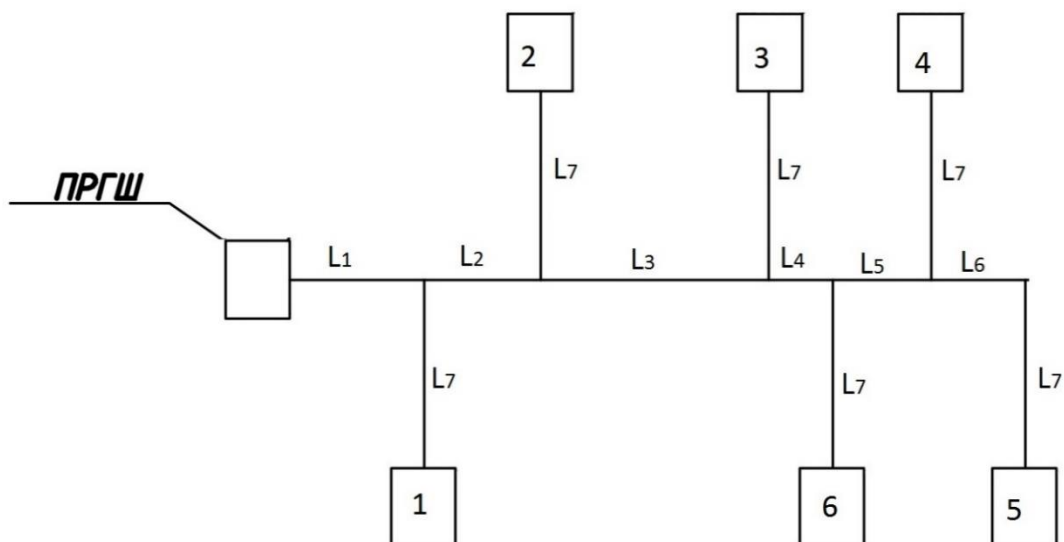
**Объект проектирования** – система газоснабжения для жилых многоквартирных домов.

**Цель задания** – расчет диаметров участков газовой сети (пропускной способности), определение потерь давления на участках.

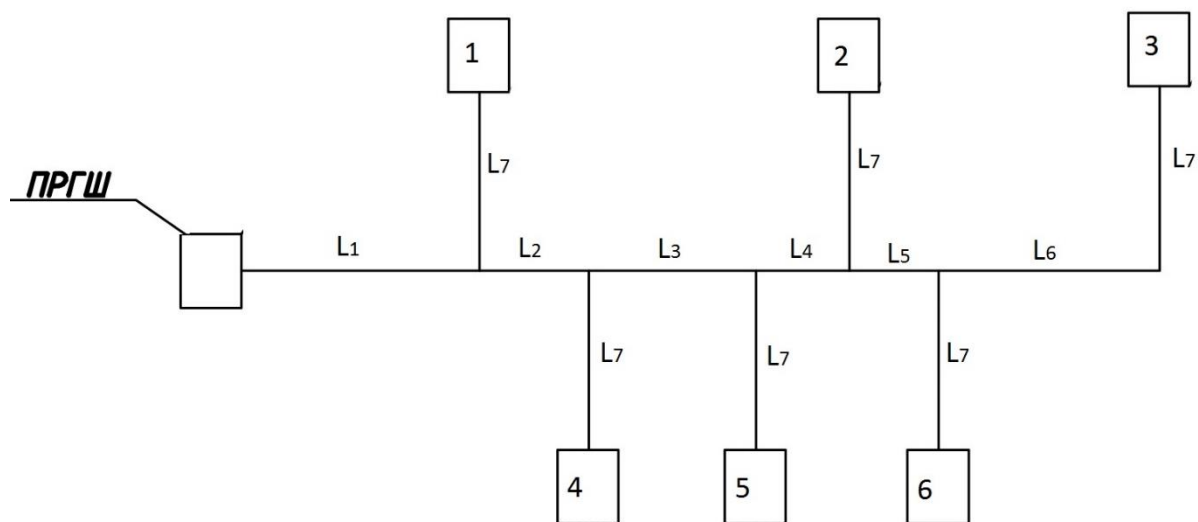
**Исходные данные:**

- часовое потребление газа жилыми домами, м<sup>3</sup>/ч;
- длины участков, м;
- трассировка сети газоснабжения.

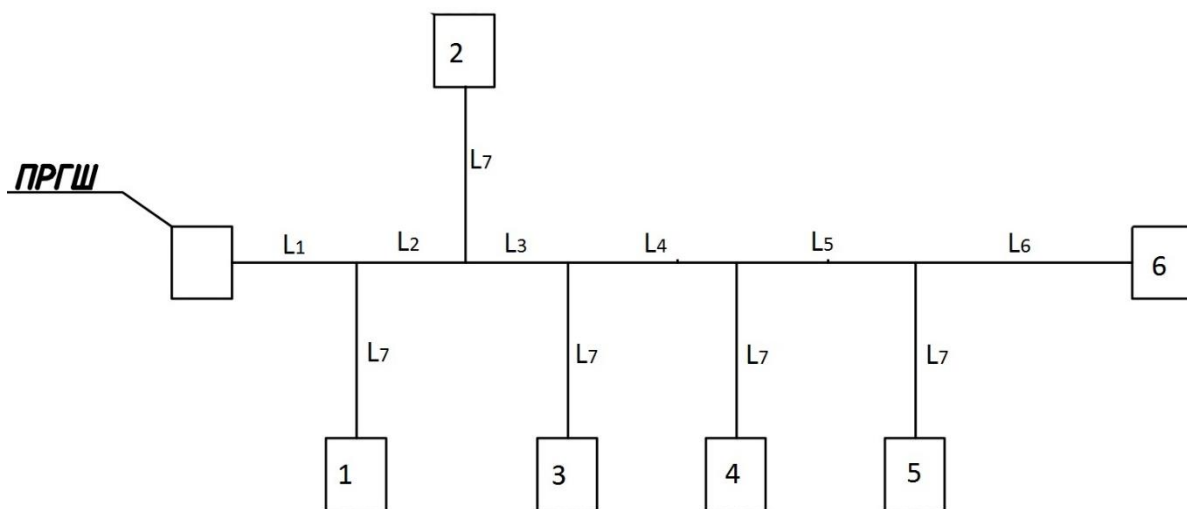
**Схема 1**



**Схема №2**



**Схема №3**



| Вариант | № схемы | Количество потребляемого газа,<br>м <sup>3</sup> /ч |                |                |                |                |                | Длины участков, м |                |                |                |                |                |                |
|---------|---------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|         |         | G <sub>1</sub>                                      | G <sub>2</sub> | G <sub>3</sub> | G <sub>4</sub> | G <sub>5</sub> | G <sub>6</sub> | L <sub>1</sub>    | L <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> | L <sub>4</sub> | L <sub>5</sub> | L <sub>6</sub> | L <sub>7</sub> |
| 1       | 1       | 5                                                   | 7              | 4              | 8              | 5              | 3              | 20                | 25             | 38             | 46             | 85             | 26             | 15             |
| 2       | 2       | 6                                                   | 8              | 5              | 9              | 6              | 4              | 24                | 29             | 42             | 50             | 89             | 30             | 18             |
| 3       | 3       | 7                                                   | 9              | 6              | 7              | 7              | 6              | 28                | 33             | 46             | 54             | 93             | 34             | 20             |
| 4       | 1       | 8                                                   | 5              | 7              | 6              | 8              | 8              | 32                | 37             | 50             | 58             | 97             | 38             | 17             |
| 5       | 2       | 9                                                   | 8              | 8              | 8              | 4              | 9              | 36                | 41             | 54             | 62             | 41             | 42             | 10             |
| 6       | 3       | 10                                                  | 7              | 3              | 9              | 6              | 9              | 40                | 45             | 58             | 66             | 45             | 46             | 12             |
| 7       | 1       | 9                                                   | 6              | 4              | 4              | 5              | 7              | 44                | 49             | 62             | 70             | 49             | 50             | 12             |
| 8       | 2       | 7                                                   | 3              | 8              | 6              | 9              | 5              | 48                | 53             | 66             | 74             | 53             | 54             | 11             |
| 9       | 3       | 5                                                   | 4              | 8              | 8              | 5              | 8              | 52                | 57             | 70             | 78             | 57             | 58             | 15             |
| 10      | 1       | 6                                                   | 5              | 9              | 5              | 5              | 9              | 56                | 61             | 74             | 82             | 61             | 62             | 15             |
| 11      | 2       | 4                                                   | 6              | 6              | 7              | 6              | 6              | 60                | 65             | 78             | 86             | 65             | 66             | 10             |
| 12      | 3       | 4                                                   | 7              | 4              | 6              | 7              | 4              | 64                | 69             | 82             | 90             | 69             | 70             | 9              |

### Перечень вопросов для самоконтроля

1. Методы и приборы измерения температуры, давления, расхода в системах ТГС.
2. Абсолютная и относительная погрешность измерений.
3. Прямые и косвенные измерения.
4. Достоверность измерений.
5. Документация, необходимая для проведения наладочных работ.
6. Условия, при которых производится наладка тепловых сетей.
7. Основные работы, проводимые при наладке тепловых сетей.
8. Расчет дроссельных и смесительных устройств.
9. Регулирование тепловых сетей.
10. Типы насосов, элеваторов, грязевиков.
11. Приборы для регулирования давления и температуры.
12. Электронные регулирующие приборы. КИП.
13. Статистическая обработка экспериментальных данных.
14. Определение среднеквадратичного и среднеарифметического значений измеряемой величины.
15. Кривая Гаусса.
16. Метод наименьших квадратов (МНК).
17. Гидравлические испытания.
18. Тепловые испытания.
19. Испытания на расчетную температуру.
20. Испытание газопроводов и приемка их в эксплуатацию.
21. Организация эксплуатации систем газоснабжения.
22. Контроль за состоянием газопроводов.
23. Профилактическое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.
24. Выявление и ликвидация утечек.
25. Контроль работы ГРП.

26. Обслуживание и ремонт ГРП.
27. Охрана труда при эксплуатации систем газоснабжения.
28. Схемы городских систем газоснабжения.
29. Особенности проектирования систем при реконструкции.
30. Оборудование газовых сетей.
31. Методы защиты газовых сетей от коррозии.
32. Гидравлический режим работы сети низкого давления.
33. Работа регуляторов давления.
34. Контрольно-измерительные приборы. Автоматизация.
35. Подбор и расчет оборудования ГРП.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по практике | Критерий оценивания                                                |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Знания                                                             | Знание терминов, определений, понятий                              |
|                                                                    | Знание основных закономерностей, соотношений, принципов            |
|                                                                    | Объем освоенного материала                                         |
|                                                                    | Полнота ответов на вопросы                                         |
|                                                                    | Четкость изложения и интерпретации знаний                          |
| Умение                                                             | Умение использовать термины, определения, понятия                  |
|                                                                    | Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы |
|                                                                    | Объем освоенного материала                                         |
|                                                                    | Способность полностью отвечать на вопросы                          |
|                                                                    | Способность четко излагать и интерпретировать знания               |
| Владение                                                           | Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями             |
|                                                                    | Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов |
|                                                                    | Объем освоенного материала                                         |
|                                                                    | Полнота ответов на вопросы                                         |
|                                                                    | Четкость изложения и интерпретации знаний                          |

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий                                     | Уровень освоения и оценка                       |                                                                   |                                             |                                                                               |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | 2                                               | 3                                                                 | 4                                           | 5                                                                             |
| <b>Знание терминов, определений, понятий</b> | Не знает терминов и определений                 | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок | Знает термины и определения                 | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| <b>Знание основных закономер-</b>            | Не знает основные закономерности и соотношения, | Знает основные закономерности, соотношения,                       | Знает основные закономерности, соотношения, | Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения               |

|                                                  |                                                                      |                                                                  |                                                               |                                                                                               |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ностей, соотношений, принципов</b>            | принципы построения знаний                                           | принципы построения знаний                                       | принципы построения знаний, их интерпретирует и использует    | знаний, может самостоятельно их получить и использовать                                       |
| <b>Объем освоенного материала</b>                | Не знает значительной части материала дисциплины                     | Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей | Знает материал дисциплины в достаточном объеме                | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями      |
| <b>Полнота ответов на вопросы</b>                | Не дает ответы на большинство вопросов                               | Дает неполные ответы на все вопросы                              | Дает ответы на вопросы, но не все - полные                    | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы                                       |
| <b>Четкость изложения и интерпретации знаний</b> | Излагает знания без логической последовательности                    | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности    | Излагает знания без нарушений в логической последовательности | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
|                                                  | Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками       | Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно      | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний    |
|                                                  | Неверно излагает и интерпретирует знания                             | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний          | Грамотно и по существу излагает знания                        | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы                               |

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| <b>Критерий</b>                                                           | <b>Уровень освоения и оценка</b>                                                        |                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <b>2</b>                                                                                | <b>3</b>                                                                            | <b>4</b>                                                                                                            | <b>5</b>                                                                                                                             |
| <b>Умение использовать термины, определения, понятия</b>                  | Не умеет использовать термины и определения                                             | Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок      | Умеет использовать термины и определения                                                                            | Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно                                           |
| <b>Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы</b> | Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует | Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать |
| <b>Объем освоенного материала</b>                                         | Не способен к освоению значительной части материала                                     | Способен к освоению только основной материал дисциплины, не                         | Способен к освоению материала дисциплины в достаточном                                                              | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины                                                                               |

|                                                             |                                                                       |                                                                     |                                                                   |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | териала дисциплины                                                    | усвоил его деталей                                                  | объеме                                                            | плины, владеет дополнительными знаниями                                                       |
| <b>Способность полностью отвечать на вопросы</b>            | Не дает ответы на большинство вопросов                                | Дает неполные ответы на все вопросы                                 | Дает ответы на вопросы, но не все - полные                        | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы                                       |
| <b>Способность четко излагать и интерпретировать знания</b> | Излагает знания без логической последовательности                     | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности       | Излагает знания без нарушений в логической последовательности     | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
|                                                             | Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами | Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками | Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний    |
|                                                             | Неверно излагает и интерпретирует знания                              | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний             | Грамотно и по существу излагает знания                            | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы                               |

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

| Критерий                                                                  | Уровень освоения и оценка                                                           |                                                                                  |                                                                                                                  |                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | 2                                                                                   | 3                                                                                | 4                                                                                                                | 5                                                                                                                                 |
| <b>Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями</b>             | Не владеет терминами и определениями                                                | Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок          | Владеет терминами и определениями                                                                                | Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно                                               |
| <b>Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов</b> | Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний | Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний | Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует | Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать |
| <b>Объем освоенного материала</b>                                         | Не владеет значительной частью материала дисциплины                                 | Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей             | Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме                                                               | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями                                          |
| <b>Полнота ответов на вопросы</b>                                         | Не дает ответы на большинство вопросов                                              | Дает неполные ответы на все вопросы                                              | Дает ответы на вопросы, но не все - полные                                                                       | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы                                                                           |
| <b>Четкость изложения и интерпретации знаний</b>                          | Владеет знаниями без логической последовательности                                  | Владеет знаниями с нарушениями в логической                                      | Владеет знаниями без нарушений в логической                                                                      | Владеет знаниями в логической последовательности                                                                                  |

|  |                                                                       |                                                                     |                                                        |                                                                                            |
|--|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                       | логической последовательности                                       | последовательности                                     | вательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя                                  |
|  | Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами | Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками | Способен выполнять рисунки и схемы корректно и понятно | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний |
|  | Неверно излагает и интерпретирует знания                              | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний             | Грамотно и по существу излагает знания                 | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы                            |

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных презентационной техникой, комплектом электронных презентаций по каждому разделу дисциплины.

Практические занятия проводятся в специализированном компьютерном классе.

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Программные комплексы «Autocad», «MS Word», «MS Exel»

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Теплогенерирующие установки: Учеб. для ВУЗов. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: ООО «ИД «Бастет», 2010. – 624 с.

2. Румянцев А.В. Теплофизический эксперимент. Учебно-методическое пособие. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. — 85 с.

3. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. 73 с.

4. Кущев Л.А. Комплексное проектирование теплогенерирующих установок: учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005 – 199с.

5. Газоснабжение: учеб. / А. А. Ионин [и др.]; под общ. ред. В. А. Жилы. - М.: АСВ, 2011. - 472 с

6. Жила В.А. Газовые сети и установки: учеб. пособие для студентов учреждений сред.проф.образования, обуч.по специальности 270111// В. А. Жила, М. А. Ушаков, О. Н. Брюханов. – 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2007. – 268 с.

7. Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Расчет и проектирование теп-



логенерирующих установок систем теплоснабжения: Учебное пособие. - М.:Стройиздат, 2002 – 360с

8. Подпороинов Б.Ф., Кущев Л.А. Техническая термодинамика: Лабораторный практикум. – М.: Изд-во АСВ; Белгород: изд-во БелгТАСМ, 2002. – 96 с.

9. Математические методы планирования эксперимента/ Под общ. Ред.В.В. Пененко.- Новосибирск: «Наука» СОАН СССР,1981- 256с.

10. Дивин А.Г., Пономарев С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. – М.: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. - Ч. 1. - 104 с.

11. Манюк В.И. и др. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. Издание второе. М.: Стройиздат, 1982, 215 с.

#### **6.4. Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Полозов А.Е. Газоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов спец. 270109 – (Электронные копии учебных изданий). Ч.1, 2006. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – 155 с.

2. Подпороинов Б.Ф. Теплоснабжение: учебное пособие. Белгород БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 85 с.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918090625339200005704>

3. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения: монография. М.: Новости теплоснабжения 2008. <http://www.iprbookshop.ru/5031>

4. Бирюзова Е.А. Теплоснабжение Часть 1. Горячее водоснабжение: учебное пособие. СПб.; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ 2012. <http://www.iprbookshop.ru/19046>

5. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru>.

6. Электронно-библиотечная система "IPRbooks", <http://www.iprbookshop.ru>.

7. Научная электронная библиотека Elibrary, <https://elibrary.ru>.

8. Электронно-библиотечная система "Book On Lime", <https://bookonlime.ru>.

9. Электронно-библиотечная система издательства "Лань",

10. <https://e.lanbook.com>.