

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра теплотехники и гидравлики

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
«29» августа 2017 г.,
протокол № 1
Заведующий кафедрой
_____ В.С. Васильев

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.В.13 СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ»

Направление подготовки (специальность) 08.03.01 Строительство

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Профиль (направленность) Теплогазоснабжение и вентиляция
Прикладной бакалавриат

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Старший преподаватель
кафедры теплотехники и гидравлики _____ Н.А. Федоров

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО

В процессе изучения дисциплины обучающиеся формируют следующие компетенции и демонстрируют соответствующие им результаты обучения:

Компетенция по ФГОС	Основные показатели освоения
ПК-1 знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знать нормативные документы по проектированию теплогенерирующих установок
	Уметь применять нормативные документы для расчета и проектирования
	Владеть методикой расчета с использованием нормативных документов
ПК-4 способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	Знать строительные нормы и правила в области проектирования систем газоснабжения; знать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, и способы обеспечения надежности, безопасности и эффективности их работы
	Уметь пользоваться нормативными документами в области систем газоснабжения;
	Владеть методами проектирования и расчетов систем газоснабжения
ПК-6 способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы	Знать строительные нормы и правила в области проектирования систем газоснабжения; техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, и способы обеспечения надежности, безопасности и эффективности их работы
	Уметь осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений;
	Владеть методами организации технической эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства
ПК-8 владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования	Знать технологии, методы доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, систем газоснабжения и оборудования на них;
	Уметь использовать методы и технологии монтажа и эксплуатации системы газоснабжения;
	Владеть технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства в области систем газоснабжения и оборудования на них
ПК-9 способность вести подготовку документации по менеджменту качества и типовым методам контроля качества технологических процессов на производственных участках, организацию рабочих мест,	Знать устройство теплогенерирующих установок отечественного и импортного производства.
	Уметь применять правила и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию теплогенерирующих установок и основного и вспомогательного оборудования котельных;

способность осуществлять техническое оснащение, размещение и обслуживание технологического оборудования, осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины, требований охраны труда и экологической безопасности	Владеть правилами и технологиями монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию теплогенерирующих установок и основного и вспомогательного оборудования котельной.
--	---

2. Методические указания обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также степенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и итоговой аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Экзамен преследует цель оценить работу студента за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой. Экзаменационный билет включает в себя два вопроса. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения студентов за один месяц до экзаменационной сессии. В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп. Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

С целью уточнения оценки экзаменатор может задать не более одного-двух дополнительных вопросов, не выходящих за рамки требований рабочей программы. Под дополнительным вопросом подразумевается вопрос, не связанный с тематикой вопросов билета. Дополнительный вопрос, также как и основные вопросы билета, требует развернутого ответа. Кроме того, преподаватель может задать ряд уточняющих и наводящих вопросов, связанных с тематикой основных вопросов билета. Число уточняющих и наводящих вопросов не ограничено.

Методические рекомендации по выполнению РГР

Цель РГР – систематизация и закрепление теоретических знаний и развитие практических навыков по решению задач, выработка навыков анализа статистических данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами РГР являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной, методической и нормативной литературой;
- проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Структура РГР:

РГР состоит из двух частей: расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка включает в себя:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Задание. На данном этапе надо полностью изложить данное обучающемуся задание.
4. Исходные данные. Студент предоставляет все существующие исходные данные, которые могут понадобиться для проведения расчетов.
5. Разделы, которые будут содержать практические решения и анализ полученных результатов.
6. Выводы.
7. Список использованных источников.
8. Приложения.

Графическая часть проекта выполняется на двух листах бумаги формата А1. Графическое изображение проекций, обозначения, шрифты должны быть выполнены по правилам оформления строительных чертежей в соответствии с ГОСТ. На чертежах должны быть представлены: генплан района города, монтажная схема тепловой сети, продольный профиль тепловой сети, пьезометрический график, план и разрезы тепловых камер.

Требования по оформлению РГР:

Набор текста производится в текстовом редакторе MicrosoftWord шрифтом TimesNewRoman размером 12 pt через 1,5 интервала или 14 pt через 1 интервал. Рекомендуемое значение поля страницы: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее 20 мм.

Нумерация страниц курсового проекта должна быть сквозная.

Все иллюстрации, помещаемые в расчетно-графическую работу, должны быть тщательно подобраны, четко выполнены. Рисунки и диаграммы должны иметь прямое отношение к тексту, без лишних изображений и данных, которые не поясняются.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

РГР служит для углубления и закрепления знаний, полученных при изучении дисциплины.

Выполнение РГР начинается с получения задания и его изучения. Предварительно следует ознакомиться с современными материалами по проектированию и строительству районов новой застройки.

Задание включает текстовую часть и варианты исходных данных. Индивидуальные задания различаются исходными данными (табл.1) в соответствии с номером студента в журнале. Задание оформляется на отдельном листе и помещается в расчетно-пояснительной записке после титульного листа.

Титульный лист должен содержать следующие данные: название учебного заведения, кафедры, дисциплины, темы курсового проекта, фамилию и инициалы студента, год выполнения.

ЗАДАНИЕ К РГР

В данных методических указаниях изложены основные рекомендации и требования к составу, содержанию и выполнению курсового проекта “Газоснабжение района города”. В методических указаниях излагаются основные принципы проектирования наружных газовых сетей на основе технико-экономического обоснования выбора схем, а также принципы гидравлического расчёта газопроводов различных давлений. Приводятся рекомендации по технико-экономическому расчёту числа ГРП, подбору оборудования для них.

В таблицах приложения приводятся исходные данные для проектирования (исходные данные студент принимает в соответствии с номером своей зачётной книжки). Методические указания изложены в той последовательности, в какой должен выполняться курсовой проект.

РГР “Газоснабжение района города или посёлка” состоит из следующих основных частей:

1. Газоснабжение района города (посёлка, микрорайона).
2. Разработка (подбор) газового оборудования для запроектированных ГРП района (регулятор давления, предохранительный клапан, фильтр). Разработка конструктивных решений при переходах газопроводами препятствий, разработка мероприятий по защите подземных газопроводов от внешней коррозии.

Лист 1

На генплане города (М 1:10000) наносятся: источник газоснабжения – газораспределительная станция (ГРС) магистрального газопровода, трассы газопроводов высокого (среднего) и низкого давления, места размещения ГРП, промышленные предприятия, ТЭЦ и другие сосредоточенные потребители газа. На листе также вычерчиваются расчётные схемы распределительной сети газопроводов высокого (среднего) и низкого давления. На расчётных схемах указываются номера участков, их длины, расчётные расходы газа, диаметры и давление газа в конце каждого участка. Вычерчивается продольный профиль участка подземного газопровода (по заданию руководителя курсового проекта) и принципиальная схема ГРП. На чертеже приводятся условные обозначения, отличающиеся от ГОСТа.

Лист 2

На этом листе может быть представлена разработанная студентом схема защиты газопровода от внешней коррозии и конструкция перехода газопроводом естественного или искусственного препятствия, схемы регулятора давления, предохранительного сбросного или запорного клапана и фильтра.

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В состав курсового проекта входят расчетно-пояснительная записка и графическая часть.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана в соответствии с правилами оформления разборчивым почерком. В конце записки приводится список литературы, использованной при выполнении проекта. Ссылки на литературные источники даются в тексте (в квадратных скобках приводятся номера источников, соответствующие номерам в списке рекомендуемой литературы).

В начале расчетно-пояснительной записки должны быть помещены титульный лист установленного образца, оглавление, исходные данные для выполнения курсового проекта.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РГР.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Состав газа					
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO ₂	N ₂
0	94,0	1,2	0,7	0,6	0,2	3,3
1	96,9	0,5	0,2	0,1	0,1	2,2
2	76,7	5,4	1,7	1,4	0,2	14,6
3	98,0	0,14	0,04	0,02	0,5	1,3
4	95,7	2,2	0,8	0,7	0,1	0,5
5	97,9	-	-	0,1	0,2	1,8
6	98,1	1,6	0,03	0,02	0,12	0,13
7	97,8	0,4	-	0,3	0,2	1,3
8	88,6	1,0	0,2	0,14	0,6	10,0
9	97,0	2,0	0,3	0,2	0,1	0,4

Таблица 2

	1-ая цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Давление газа после ГРС, МПА	4,5	4,0	3,5	3,5	3,0	3,2	3,5	4,0	4,5	3
Расстояние от ГРС до городской сети, км	4	3,5	3,0	3,5	2,0	2,5	3,0	4,2	4,6	3,2
Расположение ГРС относительно города	Ю	В	С	3	Ю-3	С-3	С-В	Ю-В	В	3
	2-ая цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ генплана	1	2	3	4	2	1	2	3	4	3
№ сети низ.давл.	3	4	2	1	5	6	7	8	3	6

Потребление газа.

Таблица 3

	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Этажность застройки I р-н	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3
II р-н	3	4	2	2	5	4	3	2	5	4
Квартир с газовыми водонаг-ми, %	70	65	60	50	55	45	50	45	40	65
Бани (% купающихся)	30	35	40	50	45	55	50	55	60	35
% стирки белья в дом. условиях	50	45	60	65	45	40	55	50	60	50
Хлебозаводы, т/сутки за 1000 жителей	0,5	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7
Больницы-коек на 1000 жит., шт.	10	7	8	9	11	8	10	9	11	12
% местного отопления жил. и общ. зданий	40	45	50	55	60	45	50	55	60	40
Расход газа предприятиями, тыс. м ³ /ч										
№1	1,25	1,5	1,0	1,1	1,4	1,2	1,9	2,2	1,5	2,2
№2	4,0	2,0	3,5	4,0	3,0	3,8	2,5	2,5	4,5	3,8
Число смен	3	1	2	1	3	2	2	3	1	2
Число отопит-х котельных, шт.	3	3	2	3	4	4	3	3	4	4

Расход газа ГРП, тыс. м ³ /ч	2,0	2,2	2,3	2,4	2,1	2,3	2,2	2,0	2,1	2,3
№ плана дома	3	4	3	2	1	3	4	2	2	1
Тип водонагревателей	кг	кг агв	кг	кг агв	кг	кг агв	кг	кг агв	кг	кг агв
Потери напора в домовой сети, Па	250	300	350	250	300	250	250	300	350	300

Таблица 4

Первая цифра	Газифицируемый город	Расчетная температура, °C	Первая цифра	Газифицируемый город	Расчетная температура, °C
1	Астрахань	-22	6	Иркутск	-38
2	Брянск	-24	7	Калининград	-18
3	Горький	-30	8	Ржев	-29
4	Гомель	-25	9	Смоленск	-25
5	Днепропетровск	-24	10	Челябинск	-29

Приложение №1

Норма расхода тепла на коммунально-бытовые нужды и расчетные единицы.

№ п/п	Назначение расходуемого газа	Расчетная единица потребления	Норма расхода тепла, МДж	Количество расчетных единиц потребления на 1 тыс. жит.
1	Приготовление пищи и горячей воды на хоз. нужды в квартирах без горячего водоснабжения и кухонных водонагревателей (без стирки белья)	1 чел.\год	3400	850
2	Нагревание воды в квартирах для ванн или душа	-“-	5320	По проценту квартир с газовыми колон.
3	В детских яслях: приготовление пищи.	1 ребенок	2050	40
	Приготовление горячей воды для хоз. быт. нужд (без стирки белья)	-“-	1800	40
4	То же, в детских садах	-“-	2390	50
5	В больницах и родильных домах:			
	Приготовление пищи	1 койка в год	3180	9
	Приготовление горячей воды на хоз. быт. нужды (без стирки белья и лечебные процедуры).	-“-	9210	9
	Для стирки и дезинфекции белья	1 т сухого белья	2240	4,32
6	В поликлиниках для лечебных целей (без стирки белья)	1 посетитель в год	840	1
7	В школах, вузах и техникумах для подогревания завтраков и лабораторных нужд.	1 учащийся в год	170	100
8	Уч. заведения трудовых резервов	1 учащийся в год	2900	20
9	В гостиницах без ресторанов с	1 место в год	5020	3-5

	ваннами во всех номерах			
	То же с ваннами в 25% номеров	-“-	3560	3-5
10	В ресторанах при гостиницах	1 место в год	4,20	365 рационов
11	Стирка белья: В квартирах и в немеханизированных прачечных	1 т сухого белья	8790	50
	В механизированных прачечных (стирка, сушка и глажение)	-“-	20100	54
12	Мытье в банях без ванн	1 помывка	38	36 помывок в год на долю жителей, не имеющих горячей воды в квартирах
	То же в ванных	-“-	50	
13	Приготовление обедов в столовых	1 обед	4,2	92400
	То же завтраков и ужинов	1 завтрак или ужин	2,1	47000
14	Выпечка хлеба и хлебобулочных изделий:	1 т изделий	420	
	(в среднем)	-“-	3200	400-600
15	Накопление белья:			
	а) от населения	96 кг на чел\год		
	б) от поликлиник	0,125 на посетителя		
	в) от дет. садов	360 кг на ребенка		
	г) от яслей	480 кг на ребенка		
	д) от больниц	840 кг на койку		
	е) от гостиниц	300 кг на койку		
	ж) от столовых	0,01 на 1 обед		

Значения коэффициентов одновременности действия газовых приборов К0.

Кол-во квартир	Плиты и другие приборы					
	4-х конфорочная	2-х конфорочная	4-х конфорочная и газ. колонка	2-х конфорочная и газовая колонка	4-х конфорочная и емк. водонагр.	2-х конфорочная и емк. водонагр.
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	0,72	0,75	1	1
2	0,65	0,84	0,46	0,48	0,59	0,71
3	0,45	0,73	0,35	0,37	0,42	0,55
4	0,35	0,59	0,31	0,325	0,34	0,44
5	0,29	0,48	0,28	0,29	0,287	0,38
6	0,28	0,41	0,26	0,27	0,274	0,34
7	0,27	0,36	0,25	0,26	0,263	0,30
8	0,265	0,32	0,24	0,25	0,257	0,28
9	0,258	0,289	0,23	0,24	0,249	0,26
10	0,254	0,263	0,22	0,23	0,243	0,25
15	0,24	0,242	0,19	0,2	0,223	0,228
20	0,235	0,23	0,181	0,19	0,217	0,222
25	0,233	0,221	0,178	0,185	0,215	0,219
30	0,231	0,218	0,176	0,184	0,213	0,216

Приложение 3.

Коэффициент перехода для определения расчетного часового расхода газа разводящей сети Км.

Число	5	10	20	30	40	50	100	300	500
-------	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

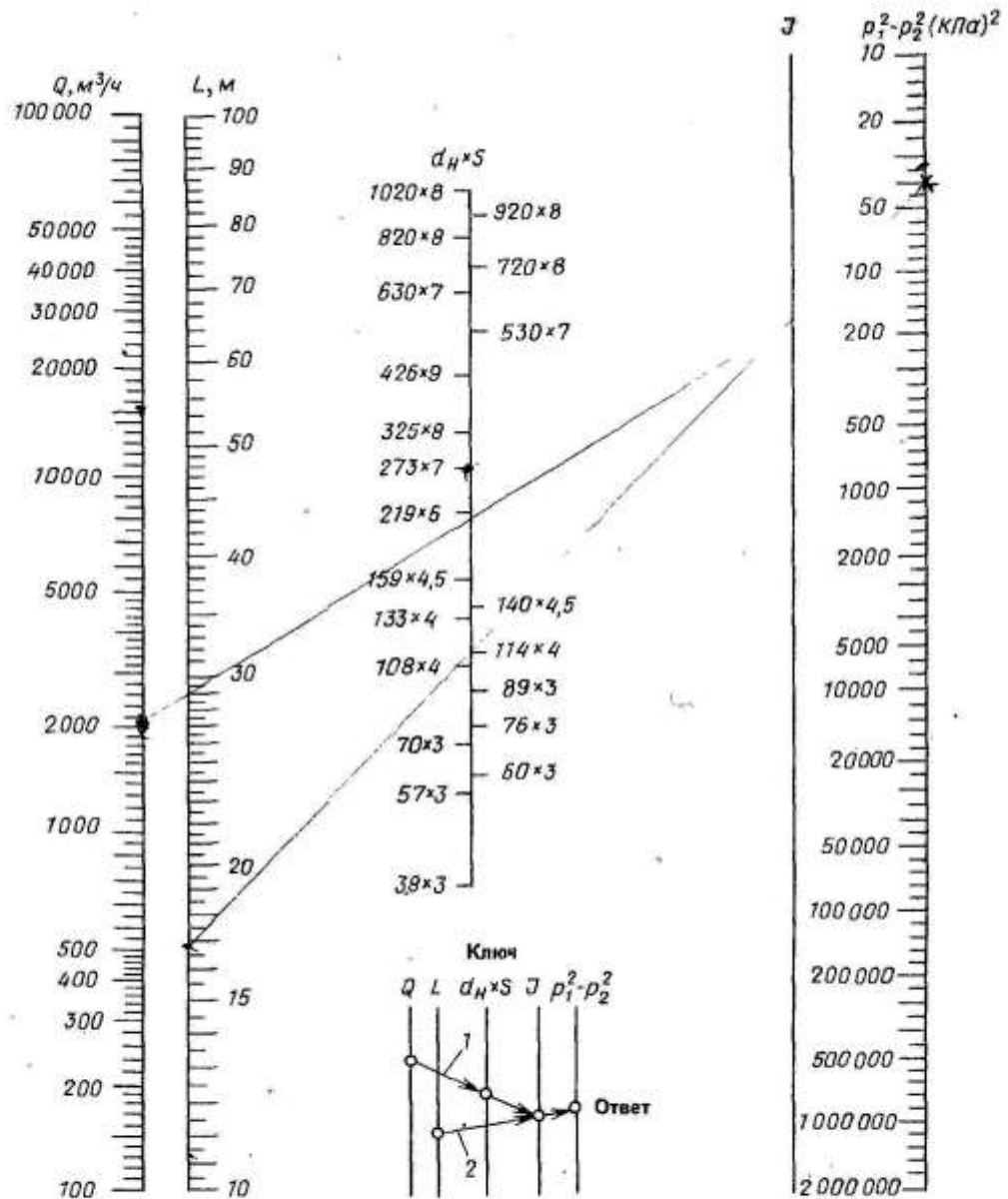
жителей в городе тыс.чел.									
Значение коэффициента перехода	$\frac{1}{2100}$	$\frac{1}{2200}$	$\frac{1}{2300}$	$\frac{1}{2400}$	$\frac{1}{2500}$	$\frac{1}{2600}$	$\frac{1}{2800}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{1}{3300}$

Номинальная теплопроизводительность газовых приборов.

Вид газового прибора	КДж\час
Плита двухконфорочная без духового шкафа	13400
То же, с духовым шкафом	25000
Плита трехконфорочная с духовым шкафом	32500
То же, четырехконфорочная	40200
Водонагреватель проточный (колонка газовая)	75400-104700
Водонагреватель емкостной АГВ-80	25000
То же, АГВ-120	42000
Котел для приготовления пищи (на каждые 100 л)	84000

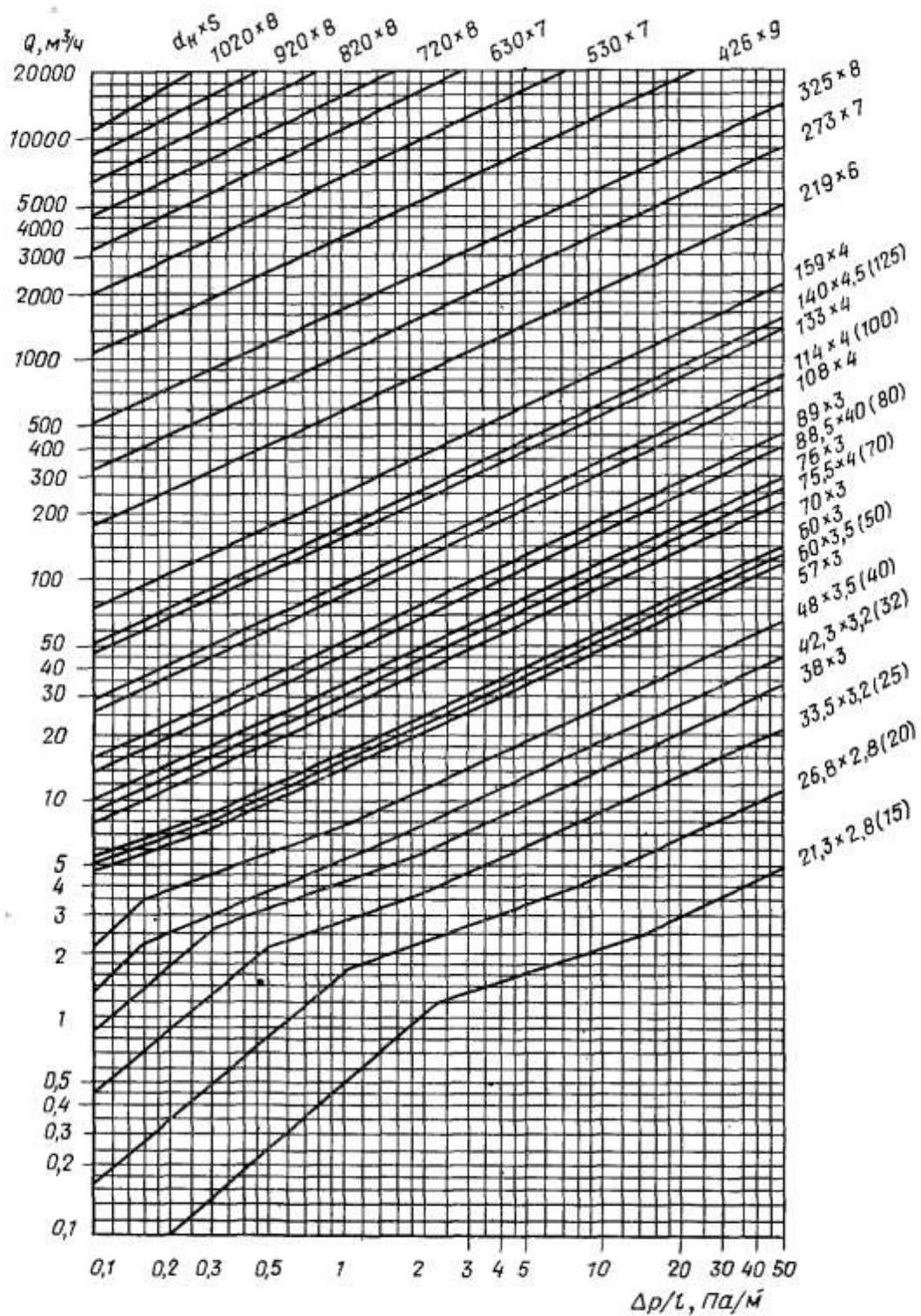
Таблица 1 Задание.

Порядковый номер по журналу	Номер плана этажа	Кол-во этажей	Номер генплана	Номер ТЭЦ	Вид системы	Плотность населения, чел./га	Параметры теплоносителя, τ_1 и τ_2 , °C	Материал тепловой изоляции	Район строительства
1	1	5	1	1	открытая	300	150-70	ППУ	Смоленск
2	2	6	2	2	закрыва́тая	280	150-70	МС-50	Тюмень
3	3	7	3	3	открытая	260	130-70	МС-35	Хабаровск
4	4	8	4	4	закрыва́тая	270	130-70	ППУ	Оренбург
5	5	9	1	5	открытая	290	150-70	МС-50	Омск
6	6	10	2	1	закрыва́тая	310	150-70	МС-35	Челябинск
7	7	11	3	2	открытая	330	130-70	ППУ	Астрахань
8	8	12	4	3	закрыва́тая	350	150-70	МС-50	Саратов
9	9	13	1	4	открытая	360	130-70	МС-35	Казань
10	10	14	2	5	закрыва́тая	340	150-70	ППУ	Киров
11	11	15	3	1	открытая	320	150-70	МС-50	Н.Новгород
12	12	16	4	2	закрыва́тая	305	150-70	МС-35	Москва
13	13	16	1	3	открытая	285	150-70	ППУ	Иваново
14	14	15	2	4	закрыва́тая	265	130-70	МС-50	Пенза
15	15	14	3	5	открытая	255	150-70	МС-35	Тула
16	16	13	4	1	закрыва́тая	275	130-70	ППУ	Воронеж
17	17	12	1	2	открытая	295	130-70	МС-50	Рязань
18	18	11	2	3	закрыва́тая	315	130-70	МС-35	Самара
19	19	10	3	4	открытая	335	150-70	ППУ	Брянск
20	20	9	4	5	закрыва́тая	355	150-70	МС-50	Томск
21	21	8	1	1	закрыва́тая	345	130-70	МС-35	Иркутск
22	22	7	2	2	открытая	33	130-70	ППУ	Курск
23	23	6	3	3	закрыва́тая	310	150-70	МС-50	Чита
24	24	5	4	4	открытая	295	150-70	МС-35	Тверь
25	25	5	1	5	закрыва́тая	250	130-70	ППУ	Чебоксары
26	26	6	2	1	открытая	260	150-70	МС-50	Барнаул
27	27	5	3	2	закрыва́тая	270	130-70	МС-35	Волгоград
28	28	6	4	3	открытая	280	130-70	ППУ	Уфа
29	29	5	1	4	закрыва́тая	290	150-70	МС-50	Красноярск
30	30	6	2	5	открытая	300	130-70	МС-35	Пермь



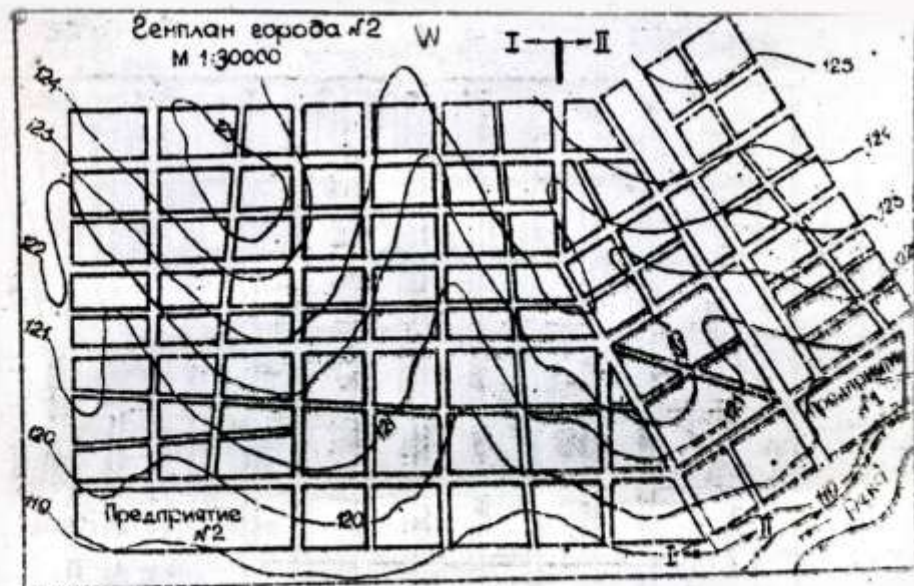
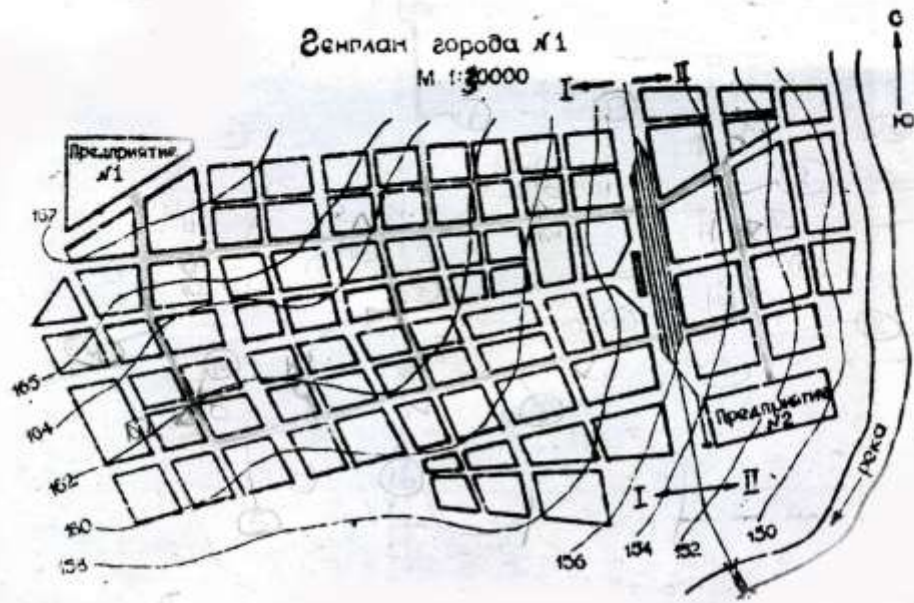
Номограмма
для определения потерь
давления в газопрово-
дах среднего и высо-
кого давления (до
1,2 МПа). Природный

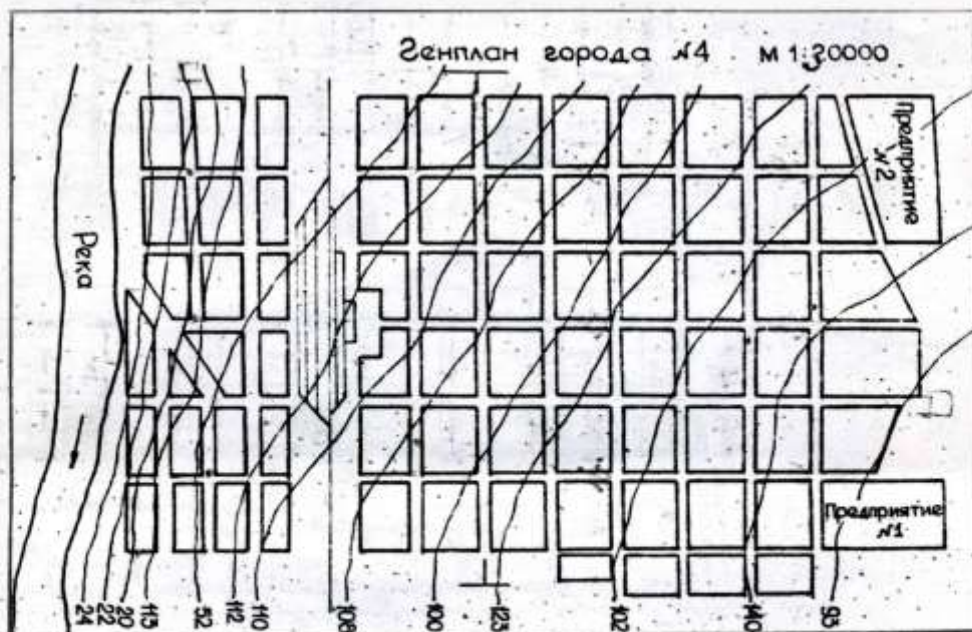
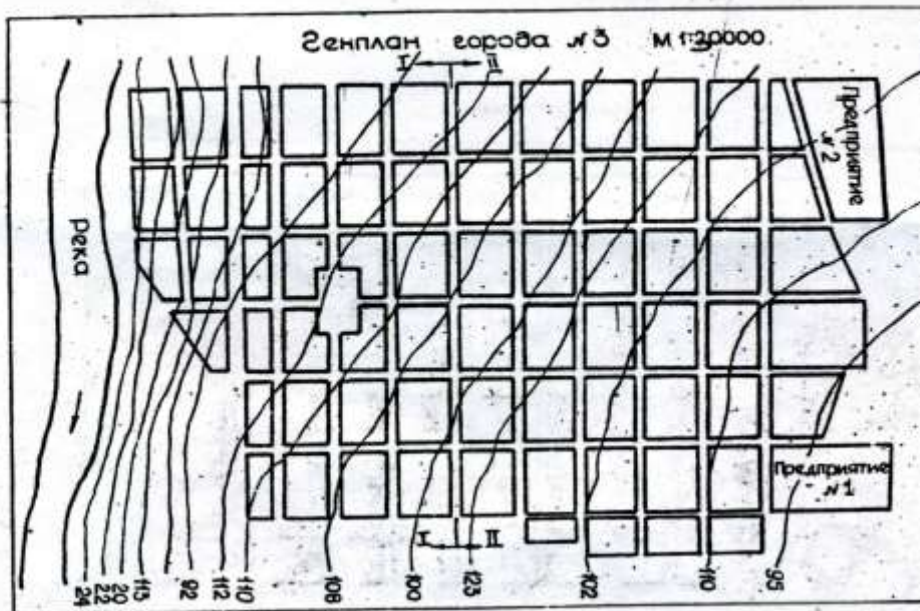
газ: $\rho = 0,73$ кг/м³,
 $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с
(при 0 °С и 101,3 кПа)
(в номограммах при-
нято 1 кгс/см² =
= 100 кПа)

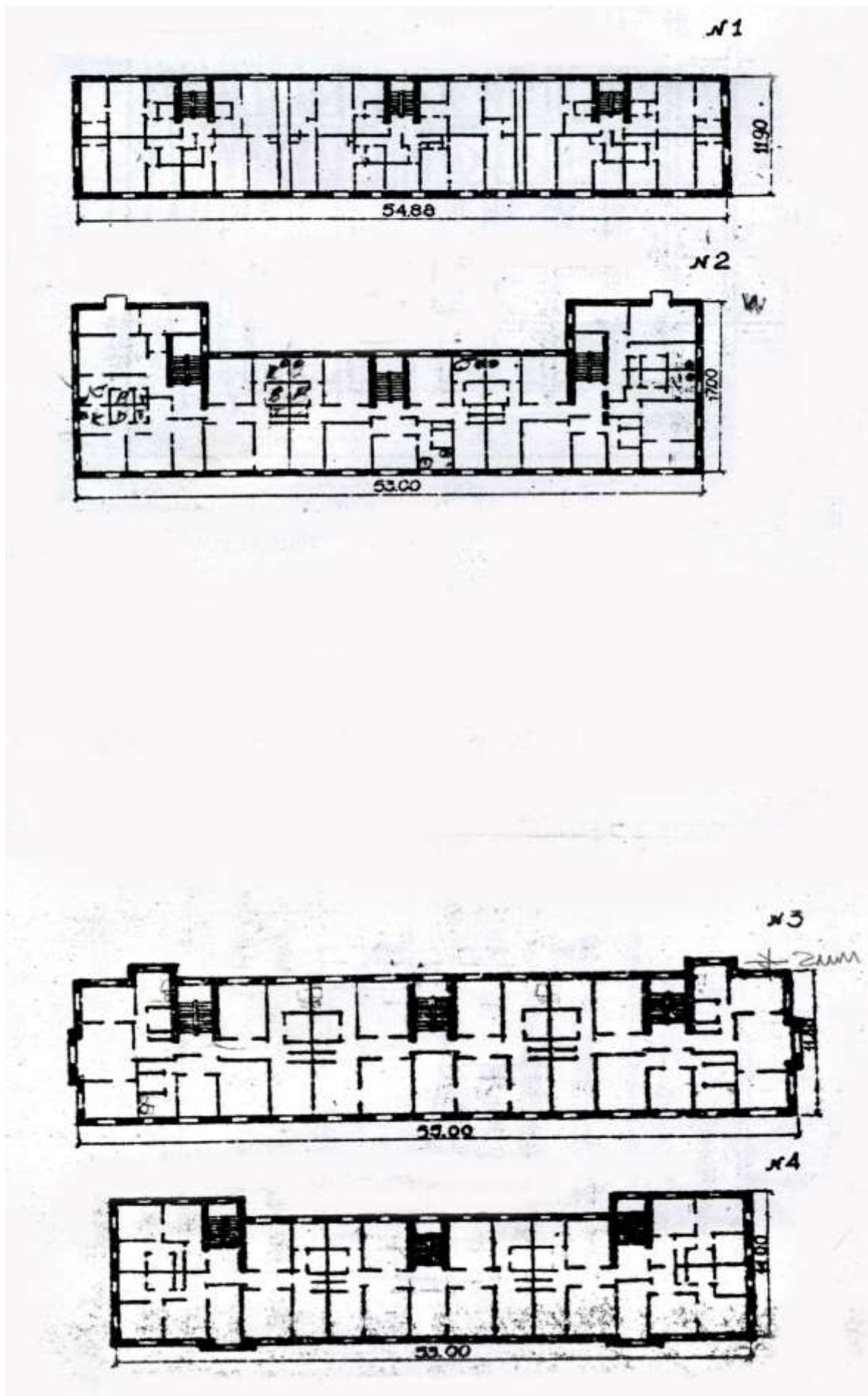


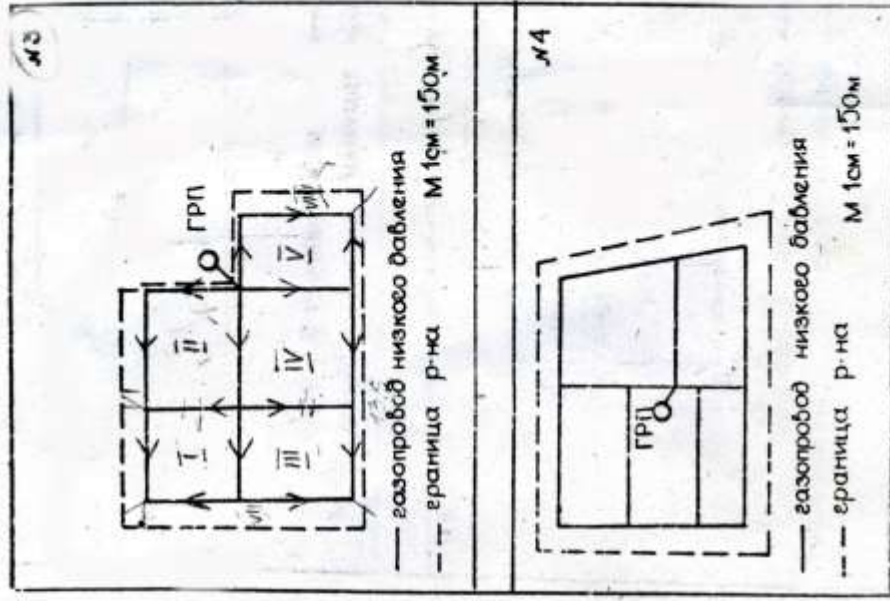
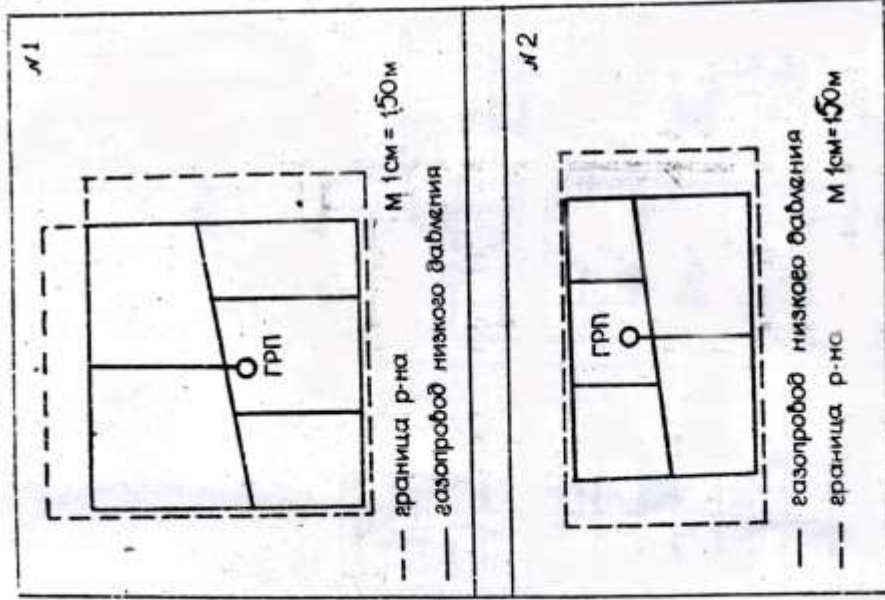
Номограмма
для определения потерь
давления в газопрово-
дах низкого давления

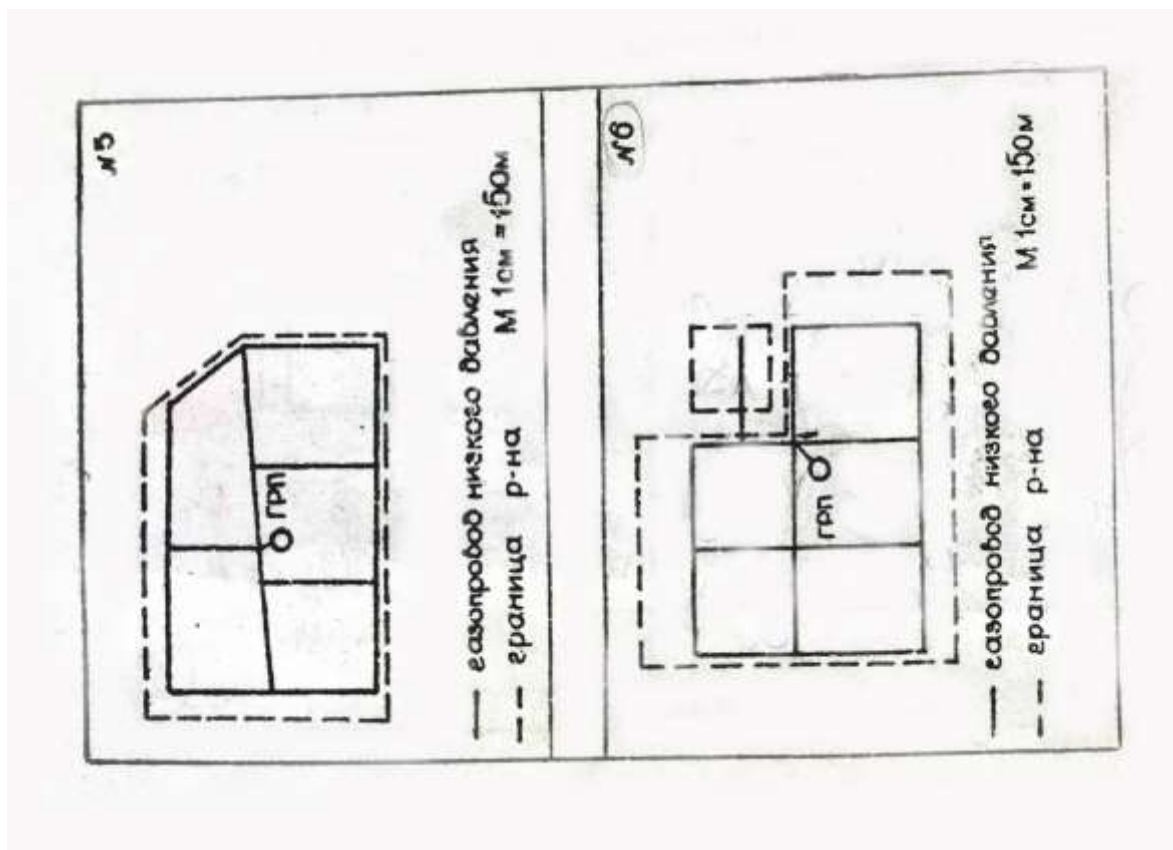
(до 5 кПа). Природ-
ный газ $\rho=0,73 \text{ кг/м}^3$,
 $\nu=14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (при
 0°C и $101,3 \text{ МПа}$)











РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Удельный вес и теплотворность газа

Все дальнейшие расчёты производятся с учётом удельного веса и теплотворности газа. Используемые горючие газы, обычно, состоят из смеси ряда горючих компонентов. (см. Задание).

Теплотворность и удельный вес смеси горючих газов могут быть определены по уравнениям:

$$Q_{H^P} = 0,01(aQ_1 + bQ_2 + vQ_3 + \dots) \quad \text{кДж/нм}^3$$

$$\gamma_{см} = 0,01(a\gamma_1 + b\gamma_2 + v\gamma_3 + \dots) \quad \text{кг/нм}^3$$

где – а, б, в,... - процентное содержание компонентов смеси газов;

Q_{H^P} - теплотворность;

γ - плотность.

Удельные веса и теплотворность компонентов природных газов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вид газа	Теплотворность газа кДж/нм ³	Уд. Вес газа кг/нм ³
Метан	35840	0,717
Этан	63730	1,356
Пропан	93370	2,02
Бутан	123770	2,70
Водород	10800	0,0899
Окись углерода CO	12640	1,25
Азот	-	1,251
Двуокись углерода CO ₂	-	1,97

1.2 Определение годовых расходов газа.

При проектировании систем газоснабжения населённых пунктов первоочередной задачей является определение количества газа, которое должно подавать и распределять эта система среди потребителей:

Все виды потребителей газа условно поделены на пять категорий:

- а) бытовое потребление (приготовление пищи и горячей воды в домашних условиях);
- б) коммунальное потребление (на нужды бань, прачечных, столовых, больниц и проч.);
- в) промышленное потребления (расход газа на технологические нужды предприятий);
- г) потребление газа для отопления и вентиляции жилых и общественных зданий ;
- д) потребление газа автотранспортом.

2.1. Бытовое и коммунально-бытовое газопотребление.

Расход газа на бытовые, коммунально-бытовые нужды и нужды отопления и вентиляции зависит от численности населения и годовых норм газопотребления.

Число жителей «N» определяется по плотности населения «р», т.е. по числу жителей приходящихся на 1га и по площади «F» населённого пункта или микрорайона.

$$N = pF$$

Плотность населения зависит от этажности, застройки и норм жилой площади на человека (2.1.). (Площадь микрорайона в га берётся с учётом площади улиц и скверов).

Таблица 2.1

Норма жил- площади	Пределы	Индивид. и одно- этажн. Застр.	Этажность здания						
			2	3	4	5	6	7	8
9м ²	не более не менее	100 60	210 190	280 255	300 280	330 300	380 340	400 360	410 370
12м ²	не более не менее	- -	160 140	210 190	220 210	250 230	280 260	300 265	315 275

Если известна численность населения, то годовой расход газа на бытовые и коммунально-бытовые нужды можно определить по выражению

$$V_{\kappa.б.} = \alpha N \frac{q}{Q_H^p} ;$$

где α - количество расчётных единиц (приложение 1);

Q_H^p - теплотворность газа, кДж/нм³

q - норма расхода газа в кДж (приложение 1).

Результаты расчётов сводятся в таблицу отдельно по каждому району города.

Прочие потребители газа учитываются введением коэффициента 1.1

Ниже, для контроля, в записке проводится удельный расход газа на 1 чел. В год.

Часовой расход газа на коммунально-бытовые нужды определяется с помощью коэффициента часового максимума K_m (приложение 3) по уравнению

$$V_{\kappa.б.}^{\text{ч}} = K_m V_{\kappa.б.}^{\text{год}} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

Расход газа на отопление и вентиляцию зданий.

Максимальный часовой расход газа на отопление и вентиляцию зданий определяется для суток с расчётной наружной температурой по удельным тепловым характеристикам зданий:

$$V_{\text{макс}}^0 = \frac{aq_0 w_0 (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{Q_{\text{н}}^p \eta} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

$$V_{\text{макс}}^{\text{в}} = \frac{aq_{\text{в}} w_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{Q_{\text{н}}^p \eta} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

$$V_{\text{макс}}^{0\text{в}} = V_{\text{макс}}^0 + V_{\text{макс}}^{\text{в}} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

где q_0 - средняя удельная тепловая характеристика зданий для отопления, q_0 приведены в табл.2.2.

$q_{\text{в}}$ - средняя удельная характеристика зданий для вентиляции.

$$q_{\text{в}} = 0.84 \text{ кДж/час м}^3 \text{гр.}$$

$t_{\text{в}}$ - средняя температура внутреннего воздуха, $t_{\text{в}} = 18^\circ$;

$t_{\text{н}}$ - расчётная наружная температура, табл. 7.4;

$W_0, W_{\text{в}}$ - строительный объём отапливаемых и вентилируемых зданий;

a - коэффициент, учитывающий изменение удельной тепловой характеристики зданий в зависимости от расчётной температуры наружного воздуха (табл. 2.3);

η - КПД системы (0,7-0,8).

Таблица 2.2

Этажность зданий	q_0 кДж/час.м ³ гр
1-этажная застройка	2,5-2,9
2-3-этажная застройка	1,9-2,1
4-5-этажная застройка	1,7
6 и более	1,7-1,5

Таблица 2.3

$t_{\text{н}}$	-40	-30	-25	-20	-15	-10
Q	0,9	1,0	1,08	1,18	1.29	1,45

Строительный объём зданий можно определять по укрупнённой норме принятой на одного человека в среднем:

а) жилых зданий - 60 м³

б) общественных - 15 м³

Расход тепла на вентиляцию следует учитывать только для общественных зданий с коэффициентом 0,4

3. Газораспределительные пункты (ГРП)

3.1. Расчётный расход газа.

Для определения числа газораспределительных пунктов необходимо знать расчётный

(максимальный) часовой расход газа сети низкого давления.
Расчетный расход определяется по уравнению.

$$V_p = K_m V^{k.б} + V^{o.в} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

где - $V^{o.в}$ - та часть максимального часового расхода газа на отопление и вентиляцию зданий, которая раздаётся сетью низкого давления, нм³/час.

Следует помнить, что во всех случаях, примерно половина (0,4-0,6) часового расхода газа на отопление и вентиляцию потребляется крупными отопительными котельными, которые как предприятие и ГРП подключены к сети среднего давления. Число котельных берётся по заданию.

Другая часть газа отбирается из сети низкого давления мелкими котельными очагами.

Поэтому

$$V^{o.в} = (0,4 \div 0,6) V^{o.в}_{\text{макс}} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

3.2 Определение необходимого числа ГРП

Максимальную экономику средств в газоснабжении можно получить на строительстве газопроводов низкого давления. Стоимость газопровода низкого давления, в основном, зависит от числа ГРП и их радиуса действия.

Оптимальное число ГРП определяется различными методами, которые рассматриваются на более высоком уровне проектирования. В данном случае, для выполнения курсового проекта, достаточно выбрать расчётный расход одного ГРП, который условно можно считать оптимальным. ($V_{\text{грп}}$ смотри по заданию).

Тогда «оптимальное» число ГРП для каждого района равно:

$$n = \frac{V_p}{V_{\text{грп}}}$$

полученное количество ГРП необходимо округлить до целого большого числа (n), поэтому, фактическая пропускная способность каждого ГРП будет равна

$$V' = \frac{V_p}{n} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

Найденное число ГРП распределяется на плане города, по каждому району, в шахматном порядке так, чтобы радиус действия каждого примерно, был одинаковым.

3.3 Подбор регуляторов давления.

Пропускная способность регуляторов типа РДУК-2 определяется по формуле

$$V_{\text{max}} = 1,595 f c p_1 \varphi \sqrt{\frac{1}{\gamma}}$$

где - f - площадь клапана, см² (табл. 3.3.1.);

c - коэффициент расхода (табл. 3.3.1.);

p₁ - абсолютное давление газа на входе, кПа

φ - коэффициент, зависящий от отношения P₂/P₁, определяемый по графику рис. 3.3.1;

Параметры	РДУК-2-50	РДУК-2-100		РДУК-2-200	
	Диаметр клапана				
	35	50	70	105	140

Площадь клап f	9,6	19,6	38,4	86,5	154
Коэффициент c	0,6	0,42	0,4	0,49	0,4

γ -
плотн
ость
газа,
кг/м³

3.

Таблица 3.3.1

Номинальная пропускная способность РД должна быть в пределах 0,1-0,8 V_{\max}

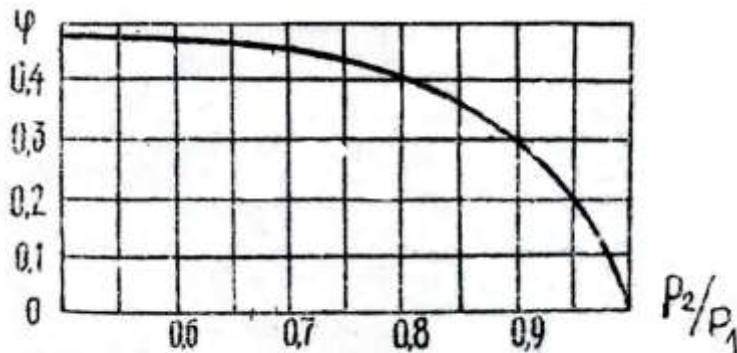


Рис. 3.3.1.

4. Газопровод

Газораспределительную сеть следует проектировать двухступенчатой.

На генплане наносится распределительная сеть низкого давления и размещаются ГРП – точки питания этой сети.

По окраинам города сеть низкого давления проектируется тупиковой, а остальная её часть, в зависимости от расположения кварталов, многокольцевой.

Далее, намечается трасса газопровода среднего давления, к которой подсоединяется: ГРП, предприятия, котельные и прочие крупные потребители. На сети среднего давления следует предусматривать перемычки так, чтобы эта сеть получалась двух или трёхкольцевой.

Задача гидравлического расчёта газопровода сводится к выбору их диаметров в зависимости от величины расчётных расходов и допустимой потери давления.

Расчёт газопроводов можно вести с помощью номограммы и таблиц (см. приложение IV и V)

Если удельный вес газа, питающий данный населённый пункт, отличается от удельного веса для которого составлена номограмма, то производится пересчёт расхода газа по уравнению

$$V_1 = V \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_1}}$$

где – V- расход газа при удельном весе γ

V_1 - расход газа при удельном весе γ_1

Потери давления в местных сопротивлениях СНиП рекомендует учитывать увеличением расчётных длин газопроводов на 10%.

4.1. Гидравлический расчёт газопровода среднего давления

Запроектированный кольцевой газопровод условно следует превратить в расчётную тупиковую систему. Для этого на расчётной схеме стрелками, начиная от точки запитки, намечают направление потоков газа. Точки встречи потоков газа. Точки встречи потоков

газа кольцевую систему газопровода делят на полукольца.

Если сеть многокольцевая, то она также разбивается на полукольца как показано на рис. 4.1. В этом случае сеть разбивается большое кольцо, контуры которого на рисунке показаны жирными линиями, и малые (а, б, в), образованные перемычками (показаны тонкими линиями). Каждое малое кольцо, как и большое, имеет точку запитки и точку встречи потоков.

Расчёт газопровода ведётся в определённом порядке.

Нумеруются участки и по плану города на каждом участке, $\text{нм}^3/\text{час}$.

Расчётные расходы следует определять начиная с конечных участков полуколец.

Например, на рис. 4.1. в точку 8 по участку 7-8 проходит расход 245 , $\text{нм}^3/\text{час}$ другого расхода на этом участке нет, поэтому этот, расход газа будет расчётным (взят в кружок) и подаётся он узлом 7. Узел 7 питается участками 5-7 и 6-7. Следовательно, в узел 7 надо подать столько газа, сколько от него оттекает, т.е. 245 , $\text{нм}^3/\text{час}$. По участку 5-7 подадим 120 , $\text{нм}^3/\text{час}$, а по участку 6-7 125, $\text{нм}^3/\text{час}$. Эти расходы будут на соответствующих участках расчётными. Подобный расчёт производят по остальным узлам и участкам. Далее выбираются начальные и конечные давления. Следует помнить, что эти давления берутся абсолютными, т.е. с прибавлением одной технической атмосферы. Обычно, начальное давление задается (табл. 7.2), а конечное – принимается из условия устойчивой работы регулятора на ГРП или ГРУ ($P_{\text{изб}}=50 \text{ кПа}$ или $P_{\text{абс}}=150 \text{ кПа}$)

По каждому большому полукольцу подсчитывается удельная потеря давления

$$R_{cp} = \frac{P_n^2 - P_k^2}{1,1 \sum l} \quad \text{кПа}^2/\text{км},$$

где $\sum l$ - суммарная длина полукольца, км

Зная расчётный расход на участке, по удельной потери давления с помощью номограммы (приложение IV), подбирается необходимый диаметр трубы и выписывается соответствующие этому диаметру фактическое значение удельной потери R_{ϕ} .

Фактическое конечное давление на каждом участке определяется по уравнению:

$$P_{k\phi} = \sqrt{P_n^2 - 1,1 R_{\phi} l} \quad \text{кПа}$$

Результаты сводится в таблицу.

№ уч-ов	Длина уч-ка, км	Расчетный расход, $\text{нм}^3/\text{ч}$	Диаметр мм	Фактич. удельн. потеря, $\text{кПа}^2/\text{км}$	Потеря напора	Начальное давление, кПа	Конечное давление, кПа
	$l_{\text{уч}}$	V	D	R_{ϕ}	$R_{\phi} l$	P_n	P_k

Затем производится увязка давлений в точке встречи потоков газа. Увязка производится путем перерасчета отдельных участков одного или другого полукольца. Расхождение давления в конечных точках встречи потоков допускается в пределах 10%.

Далее производится расчет перемычек. Перемычки рассчитываются как тупиковые газопроводы, для которых начальные и конечные давления известны по расчетам основного кольца. Например, перемычка 2-5-7 имеет начальное давление P_2 и конечное P_7 .

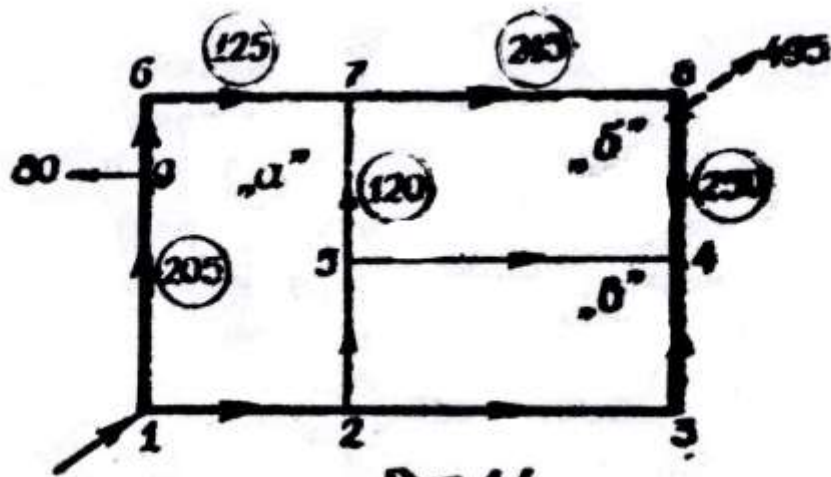
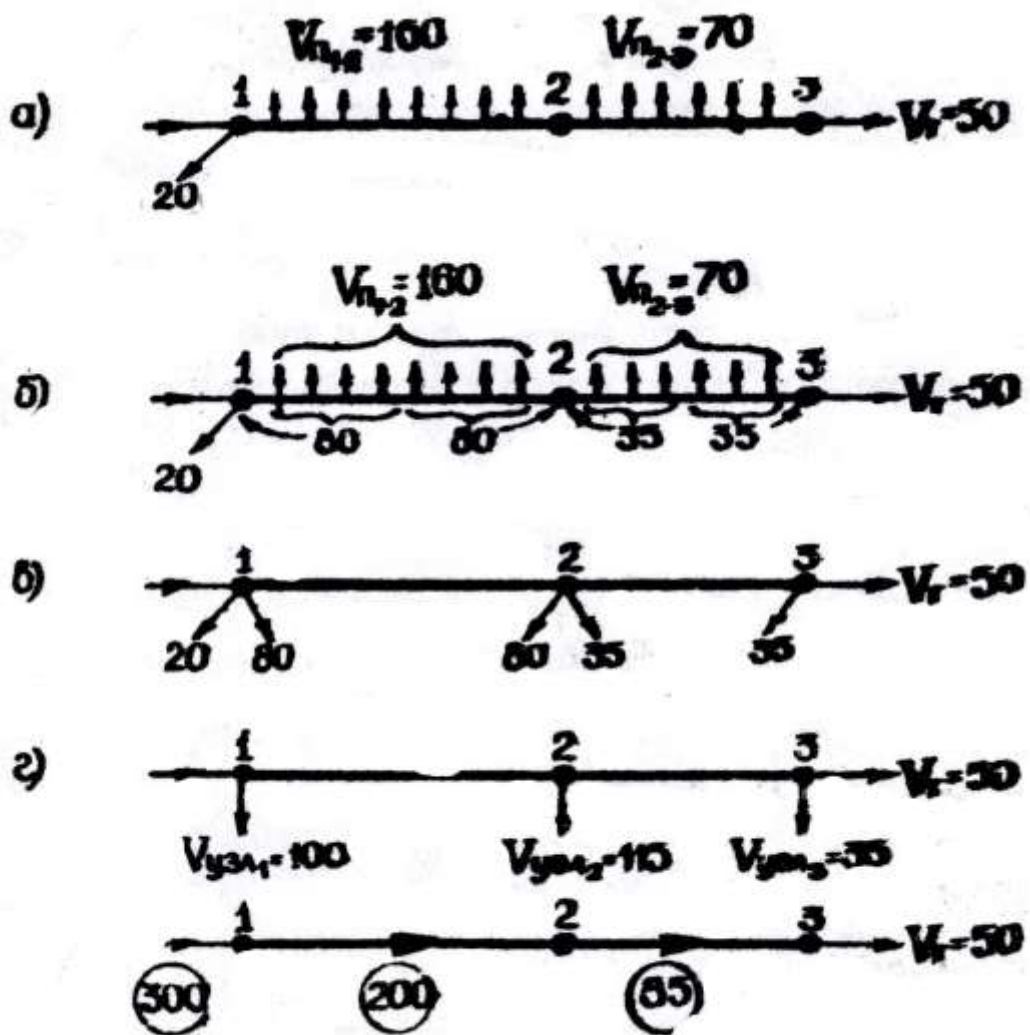


Рис. 4.1.



4.3 Расчет газопровода низкого давления.

При расчете распределительных газопроводов низкого давления на расчетной схеме выделяются зоны действия каждого ГРП, которые и рассчитываются как самостоятельные многокольцевые системы с последующей их увязкой.

По заданию необходимо рассчитать систему соответствующую зоне действия одного ГРП (см. задание, табл. 7.2 № сети низкого давления).

Распределение газа по каждой зоне действия ГРП условно принимается равномерное. Это условие упрощает определение расчетных расходов газа по участкам сети, т.к. в этом случае имеется возможность весь расход разбить по кольцам пропорционально их площади, а затем полученное разбить пропорционально длинам участков. Расчет ведется в следующем порядке:

а) удельный расход по площади

$$v_{уд} = \frac{V_{гpn}}{\sum F}$$

где F- площадь зоны действия одного ГРП, га;

б) расход газа, приходящийся на площадь f, запитываемую одним кольцом

$$V_k = v_{уд} f \quad \text{нм}^3/\text{час}$$

в) удельный расход газа по длине газопровода кольца

$$v_{удл} = \frac{V_k}{\sum l} \quad \text{нм}^3/\text{час п.м.},$$

где - $\sum l$ – протяженность периметра кольца в м;

г) путевые (распределенные) расходы газа на каждом участке газопровода

$$V_{пч} = v_{удл} l_{уч} \quad \text{нм}^3/\text{час},$$

где – $l_{уч}$ – длина рассматриваемого участка газопровода.

Если участок газопровода является общим для двух колец, то

$$v_{удл} = v_{удл}^I + v_{удл}^{II}$$

В тех случаях, когда площадь застройки находится вне кольца, расходуемый на нее газ прибавляется к путевому расходу участка, от которого предполагается питать эту площадь.

Выполненный расчет проверяется суммированием путевых расходов. Должно быть выдержано условие

$$\sum V_{пч} = V_{гpn}$$

Путевые участковые расходы (рис.4.3а) заменяются эквивалентными расходами сосредоточенными по концам участков в узлах (рис.4.3б,в)

Узловые расходы определяются по уравнению

$$V_{узл} = 0,5 \sum V_{уч} \quad \text{нм}^3/\text{час},$$

где - $\sum V_{уч}$ – сумма путевых расходов газа на участках, примыкающих к узлу (рис.4.3г).

Расчет сделан правильно, если сумма всех узловых расходов газа равна расходу на ГРП.

Распределив весь часовой расход газа одного ГРП по кольцам сети в виде узловых расходов и приняв направления потока газа, в результате чего кольца будут разбиты на полукольца, определяют расчетные расходы на каждом участке из условия равновесия узла, т.е. в каждый узел должно протекать газа столько, сколько оттекает от него (рис.4.3.д). Определение расчетных расходов газа по участкам тупиковых газопроводов целесообразно начинать от конечных точек по формуле

$$V_p = 0,55 V_{пч} + V_t$$

где - V_t – транзитный расход (рис.4.3д)

В кольцевых газопроводах расчетный расход следует определять начиная от точек встречи потоков.

4.3.1. Гидравлический расчет газопроводов

В результате гидравлического расчета многокольцевой сети низкого давления

подбираются диаметры труб расчетных участков, таким образом, чтобы при Перепад давления в сети ΔN принимается согласно рекомендаций 1200Па. Средняя удельная потеря напора для больших полуколец

$$R_{cp} = \frac{\Delta H}{\sum l} \quad \text{Па/м}$$

где - $\sum l$ – длина больших полуколец от ГРП до дальней точки встречи.

Ориентируясь на среднюю удельную потерю напора и расчетные расходы газа по участкам, по номограмме (приложение У) подбирают ближайшие диаметры труб и выписывают соответствующие этим диаметрам фактические удельные потери напора R_{ϕ} .

Линейная потеря давления на участке определяется по формуле

$$\Delta H_{yч} = 1,1 R_{\phi} l_{yч} \quad \text{Па.}$$

Следует помнить – средняя удельная потеря напора берется от ГРП до дальней точки (по большому полуколыцу); а расчет газопровода ведется по отдельным малым кольцам, которые образуют многокольцевую систему. В этом случае, каждое малое кольцо, состоящее из двух малых полуколец, рассматривается как самостоятельный газопровод, для которого находят необходимые диаметры, обеспечивающие пропуск расчетных участковых расходов. Результаты расчетов записывают в таблицу по следующей форме

№ колец	№ участков	Расчетный расход V	Длина участка l	Диаметр D	Фактическая удельная потеря напора	Потеря напора 1,1R _φ l	Конечное давление H _к =H _н -1,1R _φ l	Исправленный расход V _{уч} +ΔV	Удельная потеря напора R _φ	Потеря напора 1,1R _φ l	Конечное давление H _к =H _н -1,1R _φ l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Потери напора по полукольцам малых колец должны быть одинаковы (расхождение допускается до 10%).

Грубая увязка полуколец производится перерасчетом некоторых участков. После расчета всего газопровода производится уточнение участковых расходов путем введения поправки, определяемой по формуле

$$\pm \Delta V = \frac{\mp \Delta H}{2 \sum \frac{H_{yч}}{V_{yч}}} \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

где ΔH – разность потерь напора по полукольцам, Па;

$H_{yч}$ – потеря напора на участке полукольца ($R_{\phi, yч} l_{yч}$);

$V_{yч}$ – расчетный расход участка.

Знаки (+ -) показывают направление движения расхода поправки, (+) по часовой стрелке, (-) – против.

5. Газоснабжение жилого дома.

Проект газоснабжения здания разрабатывается с использованием газа, принятого для города.

Дворовой газопровод и ввод в дом необходимо запроектировать в соответствии с выкопировкой из генплана квартала. Выкопировку из генплана составить по своему усмотрению и согласовать с руководителем.

На аксонометрической схеме газопровода показать ввод, установить изолирующий

фланец и расставить отключающие краны. Длины участков определяются по плану и разрезам здания.

Расчетные расходы газа на участках подсчитываются по сумме номинальных расходов всеми установленными приборами, с учетом коэффициентов одновременности их действия K_0 (приложение 2)

$$V = \sum K_0 \frac{q}{Q_n^p} n \quad \text{нм}^3/\text{ч}$$

где – q – номинальный расход тепла приборами, кДж/час, приложение У1;

n – количество однотипных приборов или групп приборов.

Потери давления, на всех участках магистрального направления определяются от уличной сети до самого удаленного бытового газового прибора в здании ($H \leq 600 \text{ Па}$). Внутридомовые газопроводы рассчитываются по таблицам или номограммам для газопроводов низкого давления. Общая потеря давления на участке ($H_{\text{уч}}$) состоит из линейных потерь H_l и потерь давления в местных сопротивлениях – H_m . Потери давления в местных сопротивлениях можно учитывать при помощи коэффициентов местных сопротивлений и эквивалентных длин или введением процентной надбавки к потерям на трение. Надбавки приведены в таблице 5.1.

таблица 5.1

Газопроводы от ввода в здание до стояка	25%
Стояки	20%
Внутриквартирные разводки	
При длине участков 1-2м	450%
3-4м	200%
5-7м	120%
8-10м	50%

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Ведущей целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей). Содержанием лабораторных работ могут быть экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Лабораторные работы могут носить репродуктивный, частично - поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично - поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературы и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формы организации студентов на лабораторных работах: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Оформление письменного отчета по выполненной работе в соответствии с требованиями. Письменный отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать следующие сведения:

- название работы и сведения об авторе отчета (курс, имя, фамилия);
- цель работы и формулировка используемого метода анализа;
- описание выполнения лабораторных исследований или расчетов;
- список используемой литературы.

Оценки за выполнение лабораторных работ учитывается как показатель текущей успеваемости обучающегося.

различной формы.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

3.1. Рекомендуемая основная литература

№	Название
1	Ионин А.А., Жила В.А., Артихович В.В., Пшоник М.Г. Газоснабжение : учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". - М.: Изд-во АСВ, 2012. - 472 с. - ISBN 978-5-93093-729-9.
2	Суслов Д.Ю. Газоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Суслов Д.Ю., Подпороинов Б.Ф., Куцев Л.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015.— 265 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66647.html .— ЭБС «IPRbooks»
3	В.А.Жила., М.А.Ушаков., О.Н.Брюханов «Газовые сети и установки». Учебное пособие.- Мю: Издат. Центр «Академия», 2005.
4	Колпакова Н.В. Газоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Колпакова Н.В., Колпаков А.С.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 200 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68425.html .— ЭБС «IPRbooks»

3.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	"Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" [Электронный ресурс] / Жила В.А. - М. : Издательство АСВ, 2014." - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300232.html
2.	Системы телемеханики в газоснабжении РФ [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Тарасенко В.И. - М. : Издательство АСВ, 2012. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938654.html
3.	Автономное теплоснабжение [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. - М. : Издательство АСВ, 2007. -

	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5930933596.html
4.	Субханкулов Ф.Ф. Газоснабжение [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Субханкулов Ф.Ф., Хадиев М.Б., Галиев Р.М.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008.— 95 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61837.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Свод правил СП 62.13330.2011 "СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы" Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2010 г. N 780)
6.	Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов 2-4 курсов бакалавриата направлений 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство», 08.03.01 «Строительство» и магистрантов направлений 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.04.04 «Градостроительство», 08.04.01 «Строительство» всех форм обучения / . — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 89 с. — 978-5-7731-0515-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72948.html
7.	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления"
8.	Бабкин В.Ф. Инженерные сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Бабкин, В.Н. Яценко, В.Ю. Хузин. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 96 с. — 978-5-89040-428-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22658.html
9.	СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная версия СНиП 41-02-2003 Профессиональная справочная система «Техэксперт»
10.	СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная версия СНиП 41-03-2003 Профессиональная справочная система «Техэксперт»
11.	СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная версия СНиП 2.04.01-85 Профессиональная справочная система «Техэксперт»
12.	СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99* Профессиональная справочная система «Техэксперт»

3.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы

№	Перечень
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Пакет офисных программ OpenOffice
3.	Операционная система Windows
4.	Autodesk, Autocad, Revit, Autodesk 3ds Max
5.	Профессиональная справочная система «Техэксперт»
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Электронная библиотечная система «Юрайт»: электронная библиотека для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru
4.	ЭБС «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

	https://e.lanbook.com/
1.	Минстрой России http://www.minstroyrf.ru/docs/
2.	Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Чувашской Республики http://minstroy.cap.ru/about
3.	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) www.gost.ru
4.	Образовательное сообщество Autodesk http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&id=18409945
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
9.	Сайт для проектировщиков www.dwg.ru