

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

В. Д. Сизов  
Ю. А. Станецкая  
М. А. Рутковский

# ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Пособие  
для студентов специальности 1-70 04 02  
«Теплогазоснабжение, вентиляция  
и охрана воздушного бассейна»

Минск  
БНТУ  
2020

УДК 697:912:658.55(075.8)

ББК 38.762.я7

С34

**Рецензенты:**

*Е. А. Конциц, Р. А. Минеев*

**Сизов, В. Д.**

С34 Организация и планирование производства строительного-монтажных работ по отоплению и вентиляции : пособие для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / В. Д. Сизов, Ю. А. Станецкая, М. А. Рутковский. – Минск : БНТУ, 2020. – 43 с.  
ISBN 978-985-583-488-6.

Пособие предназначено для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» дневной и заочной формы получения образования, рекомендуется к использованию при выполнении курсового и дипломного проектирования.

**УДК 697:912:658.55(075.8)**

**ББК 38.762.27**

**ISBN 978-985-583-488-6**

© Сизов В. Д., Станецкая Ю. А.,  
Рутковский М. А., 2020

© Белорусский национальный  
технический университет, 2020

## **ВВЕДЕНИЕ**

Цель курсового проектирования заключается в закреплении полученных теоретических знаний и практических навыков, в овладении студентами методикой разработки документации по организации и планированию строительного производства.

Курсовой проект включает в себя элементы проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства монтажа санитарно-технических систем (ППР) согласно заданию.

Проект организации строительства (ПОС) определяет строительную стратегию, основные способы возведения проектируемого комплекса и условия, при которых затраты ресурсов будут минимальны. ПОС является составной частью проекта и разрабатывается генеральной проектной организацией или по ее заказу проектно-технологической организацией [2]. Проект производства работ (ППР) выполняет подрядчик по рабочим чертежам и определяет в нем строительную тактику на объекте, т. е. наиболее эффективные и безопасные способы выполнения отдельных видов работ с наименьшими затратами труда и энергоресурсов и наилучшим использованием строительных машин [2].

# 1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

## 1.1. Исходные данные для выполнения проекта

Студент получает от руководителя (консультанта) курсового проекта задание на проектирование в виде плана этажа здания, плана подвала здания, аксонометрических схем системы отопления и вентиляции, на которых приведено оборудование, длины трубопроводов, их диаметры, отметки земли, а также наименование одного из монтажных процессов для разработки студентом технологической карты.

Задание должно быть подписано руководителем (консультантом) проекта, студентом, разрабатывающим проект и утверждено заведующим кафедрой.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Графическая часть выполняется на одном листе чертежной бумаги формата А1.

## 1.2. Содержание расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

1. Задание на проектирование (вместе с планом здания, выданном студенту).
2. Введение.
3. Выбор и описание принятого метода производства работ.
4. Описание принятой технологии производства работ.
5. Составление спецификации материалов.
6. Подбор строительных машин, механизмов, приспособлений и инструментов, необходимых для выполнения земляных, монтажных, сварочных и других видов работ.
7. Составление ведомости объемов работ.
8. Составление производственной калькуляции.
9. Расчет затрат труда укрупненных процессов.
10. Разработка календарного плана-графика производства работ.
11. Построение графика движения рабочих кадров по объекту.
12. Построение и расчет сетевого графика.
13. Расчет площадей складских и временных зданий фрагментов СГП, потребности в воде, теплоте и транспортных средствах.

14. Разработка технологической карты монтажного процесса (согласно задания).

15. Технико-экономические показатели проекта.

16. Литература.

### **1.3. Графическая часть**

Графическая часть содержит:

1. Календарный план-график производства работ.

2. График движения рабочих кадров по объекту.

3. Сетевой график.

4. Графическую схему выполнения монтажного процесса к технологической карте.

5. Технико-экономические показатели проекта.

## **2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **2.1. Введение**

Введение содержит описание назначения проекта производства работ, его состав, условия выполнения монтажных работ, характеристики рассматриваемых внутренних инженерных систем зданий и сооружений.

### **2.2. Выбор и описание принятого метода производства работ**

В данном разделе приводятся все известные методы производства работ, их преимущества и недостатки, обосновывается выбор одного из них как наиболее оптимального для монтажа систем отопления и вентиляции.

### **2.3. Составление спецификации материалов**

Потребность в основных материалах определяется на основании задания на проектирование с указанием ГОСТов и основных характеристик материалов.

Вспомогательные материалы определяются на основании норм расхода вспомогательных материалов.

Результаты расчета основных и вспомогательных материалов заносятся в табл. 2.1. Отдельно составляется спецификация для системы отопления и для системы вентиляции.

В «Примечании» приводится ссылка на использованную литературу или формула расчета общей массы, а также номера ГОСТов, СНБ, ТУ и т. д.

Таблица 2.1

### Спецификация материалов

№ п/п	Наименование материалов и оборудования	Единица измерения	Количество	Масса, кг		Примечание
				Единичная	Общая	
1						
2						
3						
...	...	...	...	...	...	...
<i>n</i>						

Рекомендуемая последовательность занесения основных и вспомогательных материалов и оборудования в табл. 2.1 для монтажа системы отопления (в соответствии с заданием):

- отопительные приборы;
- трубы металлопластиковые;
- трубы стальные водогазопроводные;
- трубы защитные гофрированные;
- клапаны запорные;
- клапаны термостатические;
- клапаны балансировочные;
- термостатические головки;
- краны шаровые;
- автоматические воздухоотводчики;
- регуляторы перепада давления;
- кронштейны под отопительные приборы;
- заглушки;
- КТР (в комплекте со шпилькой и дюбелем);

- гильзы для труб;
- кронштейны под магистральные трубопроводы;
- материалы для сварки/резки труб (электродуговая ручная сварка магистральных трубопроводов; ручная газовая сварка стояков и подводов).

Рекомендуемая последовательность занесения материалов и оборудования в табл. 2.1 для монтажа системы вентиляции (в соответствии с заданием):

- воздуховоды из листовой стали круглого/прямоугольного сечения;
- воздуховоды гибкие;
- вентиляторы (тип вентилятора, марка, электродвигатель, мощность электродвигателя);
- гибкие вставки к вентиляторам (на всасывание и нагнетание);
- комплект виброизоляторов к вентиляторам;
- приточные (приточно-вытяжные) установки;
- кондиционеры;
- циклоны;
- воздухораспределители;
- вентиляционные решетки;
- потолочные диффузоры;
- шумоглушители;
- дроссель-клапаны;
- болты с гайками;
- прокладочные материалы;
- сварочные материалы.

Для составления спецификации следует использовать данные таблиц в прил. 1.

#### **2.4. Описание принятой технологии производства работ**

При возведении зданий и сооружений подготовка и организация монтажных работ состоят из ряда отдельных производственных процессов, выполняемых в определенной последовательности, так называемых этапов производства. При выполнении санитарно-технических работ технологическая схема производства состоит из пяти основных этапов.

*Подготовительный этап* – изучение технической документации, подготовка объекта под замеры, разработка проекта производства работ.

*Замерочный этап* – разработка монтажных проектов по строительным чертежам объекта или эскизам, выполняемым по замерам строительных конструкций объекта.

*Заготовительный этап* – изготовление заготовок для монтажа санитарно-технических систем по монтажному проекту или замерочным эскизам, поступившим из монтажного управления в виде заказа.

*Монтажно-сборочный этап* – сборка и монтаж систем из подготовленных в заводских условиях укрупненных элементов и узлов.

*Сдаточный этап* – проверка смонтированных систем в действии, их регулировка и вывод на проектные параметры и сдача заказчику по акту.

Заготовки из труб системы отопления транспортируются на строящийся объект в контейнерах или собранными пакетами, снабженные бирками с указанием номера заказа, стояка и этажа. Доставленные на объект заготовки принимают по акту, комплектуют и разносят к месту установки согласно монтажному проекту. Концы труб во избежание засорения закрываются инвентарными пробками. Монтаж системы отопления начинают с установки кронштейнов под магистральные трубопроводы. Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или ТКП. Затем из трубопроводов собираются монтажные узлы (если позволяет ситуация) и устанавливаются на кронштейны с последующей их сваркой. После магистрали выверяют и закрепляют на кронштейнах. При разметке и прокладке трубопроводов следует соблюдать уклоны и предельно допустимые отклонения при монтажных работах (минимальный уклон 0,002).

После сборки магистральных трубопроводов устанавливаются отопительные приборы. Эти работы можно осуществлять параллельно с монтажом магистральных трубопроводов. Предварительно устанавливаются кронштейны под радиаторы со сверлением отверстий на глубину не менее 100 мм и с последующей заделкой их цементным раствором. Разметка мест установки нагревательных приборов и креплений под них производится согласно рабочей документации, с учетом выполнения следующих нормативов:

- расстояние от оси трубопровода до поверхности штукатурки стены принимается равным 35–55 мм для труб диаметром до 32 мм,
- радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки стен (требования для жилых и административно-бытовых зданий).

При установке отопительного прибора под окном его край не должен выходить за пределы оконного проема, причем совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно.

Подводки присоединяются к отопительным приборам на резьбе. Уклоны подводов к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах 5–10 мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 400 мм она может быть смонтирована горизонтально.

Смонтированные системы отопления должны быть испытаны, налажены и доведены до такого состояния, чтобы все технические показатели их соответствовали проектным данным. Прием систем отопления производится в три этапа: рабочая проверка системы в целом (наружный осмотр), испытания гидростатическим или манометрическим методом, испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяются исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утвержденному проекту, правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установки контрольно-измерительных приборов, запорной и регуливающей арматуры, соблюдение уклонов, отсутствия течи в резьбовых соединениях и др.

Исправное и эффективное действие систем отопления определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха по отопительному графику, но не менее 50 °С, и при величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Монтажно-сборочные работы системы вентиляции включают в себя следующие основные последовательно выполняемые процессы: подготовку объекта к монтажу, прием и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей.

К моменту начала монтажа систем вентиляции должны быть выполнены следующие общестроительные работы: устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций под вентиляционное оборудование; устройство монтажных проемов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении зданий; оштукатурены потолки, стены и перегородки в местах прохода воздуховодов; нанесение отметок чистого пола на колоннах или стенах; остекление окон или фонарей; устройство электрического освещения в местах выполнения вентиляционных работ; устройство силовых щитков для подключения электросварочных агрегатов и электрифицированного инструмента; выполнены мероприятия для безопасного ведения работ.

Работы по устройству приточных камер необходимо выполнять в первую очередь. Монтаж вентиляционного оборудования ведут в соответствии с типовыми технологическими картами.

После установки вентиляционного оборудования приступают к монтажу воздуховодов. В обоснованных случаях часть воздуховодов вентиляционных систем может быть смонтирована до момента установки вентиляционного оборудования. Способ монтажа выбирают в зависимости от их положения (вертикальное или горизонтальное), характера объекта, местных условий, а также от условий, заложенных в ППР или типовых технологических картах. Монтаж воздуховодов независимо от их конфигурации и месторасположения начинают с разметки и осмотра мест прокладки, с тем, чтобы выявить наиболее удобные пути транспортирования и подъема воздуховодов. Затем устанавливают на проектных отметках грузоподъемные средства и доставляют в рабочую зону монтажа детали воздуховодов. Далее из отдельных деталей собирают укрупненные блоки в соответствии с комплектовочной ведомостью с установкой хомутов для подвески воздуховодов. Воздуховоды собирают на фланцах и следят за тем, чтобы прокладки между фланцами обеспечивали герметичность соединения и не выступали внутрь воздуховода. После укрупнительной сборки воздуховодов в звенья непо-

средственно у мест монтажа на полу или на инвентарных подставках приступают к монтажу горизонтальных воздухопроводов. Для этого канатами, пропущенными через заранее установленные блоки, с помощью траверс производят строповку отдельного звена воздухопровода. По концам звена крепят оттяжки, удерживающие блок от раскачивания во время подъема и облегчающие его заводу на место установки. Далее звено воздухопроводов поднимают лебедками на проектную отметку, проверяют правильность положения воздухопровода, после чего присоединяют его к ранее смонтированным участкам вентиляционной системы. Только после выверки и устранения прогибов воздухопровод захватывают хомутами подвесок и закрепляют. После закрепления воздухопроводов на подвесках оттяжки и стропы снимают и вновь проверяют правильность смонтированного узла. Совместно с монтажом воздухопроводов можно осуществлять монтаж воздухораспределительных устройств, которые устанавливаются непосредственно на воздухопроводах.

Система вентиляции перед пуском должна пройти предпусковые испытания и регулирование.

## **2.5. Подбор строительных машин, механизмов, приспособлений и инструментов, необходимых для выполнения земляных, монтажных, сварочных и других видов работ**

Выбор типа и количества строительных машин, механизмов и инструментов производится исходя из производительности с учетом соответствия технических характеристик условиям производства работ. Для монтажа систем отопления и вентиляции подбирается такелажная техника для погрузочно-разгрузочных работ, сварочные агрегаты, механизированный инструмент и инструменты для ручной сборки деталей и узлов, а также подъемные машины и механизмы и оборудование (лебедки, блоки и т. д.). Подъемные механизмы и машины – это автомобильные и башенные краны, краны на гусеничном и пневмоколесном ходу, автопогрузчики, тельферы. Для подъема тяжелых узлов (например, приточная камера) используется автокран типа КС (необходимо указать технические характеристики выбранного крана: грузоподъемностью, вылет стрелы и пр.). Для выполнения почти любой такелажной работы

требуются стальные (ГОСТ 3070-88 и ГОСТ 3071-88), реже пеньковые канаты диаметром до 28 мм – для оттяжек или для подъема ручную (ГОСТ 30055-93) из капрона и перлона.

Инструменты и приспособления для выполнения монтажных работ представлены в прил. 2.

Выбранные строительные механизмы, электрооборудование, инструменты и приспособления заносятся в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Перечень механизмов, инструментов и приспособлений

№ п/п	Наименование средств механизации и оснастки	Тип, марка, стандарт	Количество	Назначение
1.	Механизмы .....			
2.	Электрооборудование и электроинструмент .....			
3.	Инструменты и приспособления .....			
4.	Измерительные и разметочные приборы .....			

**2.6. Составление ведомости объемов работ**

Объемы монтажных работ подсчитывают в единицах измерения, принятых в соответствующих НРР на основе спецификации материалов.

**Составление ведомости объемов работ для системы отопления:**

1. Установка креплений под магистральные трубопроводы диаметром до 50 мм (100 креплений):

$$\frac{\sum n_{\text{крепл}}}{100},$$

где  $\sum n_{\text{крепл}}$  – суммарное количество креплений под магистральные трубопроводы, шт.

2. Прокладка магистральных трубопроводов отопления из укрупненных узлов, изготовленных из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб (100 м):

$$\frac{\sum n_{\text{маг. тр}}}{100},$$

где  $\sum n_{\text{маг. тр}}$  – суммарная длина магистрального трубопровода системы отопления, м

3. Установка гильз на трубопроводах (шт.):

$$\sum n_{\text{г}}$$

где  $n_{\text{г}}$  – количество гильз, шт.

4. Установка радиаторов (100 кВт):

$$\frac{n \cdot N}{100\,000},$$

где  $n$  – количество приборов, шт.;

$N$  – тепловая мощность одного прибора, Вт.

5. Установка регистров из стальных сварных труб (100 м):

$$\frac{\sum l_{\text{рег}}}{100},$$

где  $\sum l_{\text{рег}}$  – суммарная длина регистра системы отопления, м.

6. Установка защитного кожуха на трубопроводах из металлопластиковых труб (100 м):

$$\frac{\sum l_{\text{тр}}}{100},$$

где  $\sum l_{\text{тр}}$  – суммарная длина трубопроводов системы отопления, м.

7. Прокладка трубопроводов отопления из металлопластиковых труб (100 м):

$$\frac{\sum l_{\text{тр}}}{100},$$

где  $\sum l_{\text{тр}}$  – суммарная длина трубопроводов системы отопления, м.

8. Прокладка трубопроводов отопления из укрупненных узлов, изготовленных из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб (стояки и подводки), (100 м):

$$\frac{\sum l_{\text{тр}}}{100},$$

где  $\sum l_{\text{тр}}$  – суммарная длина стальных трубопроводов системы отопления, м.

9. Установка термостатических клапанов (100 шт.):

$$\frac{\sum n_{\text{кл}}}{100},$$

где  $\sum n_{\text{кл}}$  – суммарное количество термостатических клапанов, шт.

10. Установка балансировочных клапанов (шт.):

$$\sum n_{\text{кл}},$$

где  $\sum n_{\text{кл}}$  – суммарное количество балансировочных клапанов, шт.

11. Установка регуляторов перепада давления (шт.):

$$\sum n_{\text{р.п.д}},$$

где  $\sum n_{\text{р.п.д}}$  – суммарное количество регуляторов, (шт.).

12. Установка арматуры на трубопроводах из металлопластиковых труб (шт.):

$$\sum n_{кр},$$

где  $\sum n_{кр}$  – суммарное количество кранов, шт.

13. Установка вентилей, задвижек, затворов, клапанов обратных, кранов проходных на трубопроводах из стальных труб (шт.):

$$\sum n_{кр},$$

где  $\sum n_{кр}$  – суммарное количество кранов, шт.

14. Установка кранов воздушных (комплект):

$$\sum n_{кр},$$

где  $\sum n_{кр}$  – суммарное количество кранов, шт.

15. Промывка системы отопления из металлопластиковых труб, (100 м):

$$\frac{\sum l_{тр. пр}}{100},$$

где  $\sum l_{тр. пр}$  – суммарная длина всех трубопроводов системы отопления, м.

16. Гидравлическое испытание трубопроводов систем отопления, водопровода и горячего водоснабжения (100 м):

$$\frac{\sum l_{тр. г}}{100},$$

где  $\sum l_{тр. г}$  – суммарная длина всех трубопроводов системы отопления, м

17. Тепловое испытание системы отопления на равномерный прогрев отопительных приборов (отоп. пр):

$$\sum n_{пр},$$

где  $\sum n_{пр}$  – суммарное количество отопительных приборов, шт.

**Составление ведомости объемов работ для системы вентиляции:**

1. Установка виброизоляторов (шт.):

$$\sum n_{\text{виброиз}},$$

где  $\sum n_{\text{виброиз}}$  – количество виброизоляторов, шт.

2. Установка вентиляторов (шт.):

$$\sum n_{\text{в}},$$

где  $\sum n_{\text{в}}$  – количество вентиляторов, шт.

3. Установка гибких вставок к вентиляторам ( $\text{м}^2$ ):

$$\frac{\pi d^2 \sum n_{\text{встав}}}{4},$$

где  $\sum n_{\text{встав}}$  – количество вставок, шт.

4. Установка камер приточных типовых (шт.):

$$\sum n_{\text{прит. кам}},$$

где  $\sum n_{\text{прит. кам}}$  – количество приточных камер, шт.

5. Установка кондиционеров (шт.):

$$\sum n_{\text{к}},$$

где  $\sum n_{\text{к}}$  – количество кондиционеров, шт.

6. Прокладка воздуховодов ( $100 \text{ м}^2$ ):

$$\frac{\sum f}{100},$$

где  $\sum f$  – суммарная площадь воздуховодов,  $\text{м}^2$ .

7. Установка решеток (100 реш.):

$$\frac{\sum n_{\text{реш}}}{100'}$$

где  $\sum n_{\text{реш}}$  – количество решеток, шт.

8. Установка заслонок воздушных и клапанов воздушных КВР с ручным приводом (шт.):

$$\sum n_{\text{засл}}$$

где  $\sum n_{\text{засл}}$  – количество заслонок, шт.

9. Установка шумоглушителей (шт.):

$$\sum n_{\text{гл}}$$

где  $\sum n_{\text{гл}}$  – количество шумоглушителей, шт.

Результаты расчета объемов работ сводятся в табл. 2.3.

Таблица 2.3

### Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ и условий производства	Единица измерения (по НРР)	Количество	Примечание (формула подсчета)

*Примечание:* при выполнении курсового проекта необходимо в расчетно-пояснительной записке привести полный расчет объемов работ, а затем результаты расчета представить в табл. 2.3.

## 2.7. Составление производственной калькуляции

Производственная калькуляция составляется на основании ведомости объемов работ по действующим НРР.

Для определения затрат труда при производстве работ по монтажу систем отопления и вентиляции применяются следующие НРР:

1. НРР 8.03.116-2017 «Трубопроводы внутренние».
2. НРР 8.03.118-2017 «Отопление – внутренние устройства».
3. НРР 8.03.120-2017 «Вентиляция и кондиционирование воздуха».

Полученные данные заносятся в табл. 2.4. Наименование работ и последовательность их выполнения должна соответствовать табл. 2.3.

Таблица 2.4

### Производственная калькуляция

№ п/п	Наименование работ и условий производства	Един. измерения	Объем работ	Шифр нормируемого источника	Квалификация рабочих и средний разряд	Затраты труда, чел.-ч.	
						на единицу измерения	на весь объем
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
...	...	...	...	...	...	...	...
<i>n</i>							

## 2.8. Расчет затрат труда укрупненных процессов

Затраты труда укрупненных процессов определяются суммированием затрат труда на отдельных монтажных процессах, однородных по технологии выполнения с учетом их последовательности, а затем преобразуются в масштаб времени по формуле:

$$Q = \sum_1^n q_n / t, \text{ чел.-дн.}, \quad (2.1)$$

где  $q_n$  – затраты труда суммируемых отдельных монтажных процессов по производственной калькуляции, (гр. 8 табл. 24), чел.-ч;

$t$  – продолжительность рабочего дня, ч;  $t = 8$  ч.

Рекомендуется следующая номенклатура укрупненных монтажных процессов:

*Система отопления:*

1. а) Установка креплений под магистральные трубопроводы;  
б) Прокладка трубопроводов отопления из укрупненных узлов, изготовленных из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб;  
в) Установка гильз на трубопроводах;  
г) Установка кранов воздушных;  
д) Установка балансировочных клапанов;  
е) Установка вентилей, задвижек, затворов, клапанов обратных, кранов проходных;  
ж) Установка регуляторов перепада давления.
2. Установка отопительных приборов.
3. а) Установка защитного кожуха на трубопроводах из металлопластиковых труб;  
б) Прокладка трубопроводов отопления из металлопластиковых труб;  
в) Установка термостатических клапанов;  
г) Установка арматуры на трубопроводах из металлопластиковых труб.
4. а) Гидравлическое испытание трубопроводов систем отопления, водопровода и горячего водоснабжения;  
б) Тепловое испытание системы отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;  
в) Промывка системы отопления из металлопластиковых труб;  
г) Гидравлическое испытание трубопроводов систем отопления из металлопластиковых труб.

*Система вентиляции:*

1. а) Установка виброизоляторов;  
б) Установка вентиляторов;  
в) Установка гибких вставок.
2. а) Установка приточных камер;  
б) Установка кондиционеров.
3. а) Прокладка воздуховодов;  
б) Установка заслонок воздушных и клапанов воздушных КВР;  
в) Установка шумоглушителей.
4. а) Установка решеток;  
б) Установка воздухораспределителей;  
в) Установка клапанов обратных.

## **2.9. Разработка календарного плана-графика производства работ**

На основании принятого метода производства работ, объемов работ, трудоемкости укрупненных монтажных процессов, рекомендуемых нормативных сроков строительства разрабатывается календарный план-график производства работ. Монтаж систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха рекомендуется производить параллельным методом организации работ. При параллельном методе общий фронт работ разбивается на укрупненные строительно-монтажные процессы и календарный план составляется с учетом максимального совмещения отдельных монтажных процессов, узкой специализации отдельных звеньев рабочих-строителей, максимального использования механизмов и ручного инструмента, соблюдения охраны труда. Отдельное специализированное звено выполняет два-три монтажных процесса, сходных по технологии их выполнения, последовательно переходя от одного монтажного процесса к другому. В табл. 2.5 приведена форма составления календарного плана, которой следует придерживаться при выполнении курсового и дипломного проекта.

### ***Порядок заполнения таблицы***

В основу составления календарного плана принимается срок строительства и перечень укрупненных строительно-монтажных процессов, который приводится в графе 2 в строгой технологической последовательности. На основании данных ведомости объемов работ и производственной калькуляции заполняются графы 1–5. Рекомендуемая сменность работ (графа 10): для монтажно-сварочных работ – одна смена. Работы, выполняемые в одну смену показываются в графической части календарного плана-графика (графа 13) одной линией. Над линией указывается количество рабочих в день. Вертикальными стрелками показывается переход специализированных бригад (звеньев) с одного монтажного процесса на другой. Графа 8 заполняется в соответствии с табл. 2.2. Количество машино-смен определяется после расчета продолжительности работы с учетом сменности и трудозатрат машинистов. Состав бригады (графа 12) должен быть равен целому числу и соответствовать составу бригады согласно сборникам НРР. Количество человек в бри-

где определяется исходя из трудозатрат (графа 5) и зависит от сроков строительства. После определения состава бригады рассчитывается продолжительность выполнения работ путем деления трудоемкости  $Q$  (теоретические затраты труда) на количество рабочих в бригаде (графа 11). Затраты труда  $Q_{\text{ф}}$  (графа 7) – фактические затраты труда с учетом процента выполнения работы. Определяются как произведение продолжительности выполнения монтажного процесса и численности бригады. Далее заполняется графа 6 – процент выполнения норм выработки. Эта величина вычисляется по формуле:

$$\left(1 - \frac{Q_{\text{ф}}}{Q}\right) \cdot 100\% + 100\%.$$

Среднее арифметическое значение вычисленного процента выполнения норм выработки для всех работ по монтажу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должно составлять 100–107 %, но для отдельных монтажных процессов эта величина может колебаться от 85 % до 125 %.

Разрабатывается несколько календарных планов. В результате сравнения выбирается оптимальный.

Таблица 2.5

Календарный план-график производства работ

№ п/п	Наименование работ	Объемы работ		Затраты труда $Q$ , чел.-дн.	Процент выполнения норм выработки, %	Затраты труда $Q_{\text{ф}}$ с учетом процента выполнения, чел.-дн.	Требуемые машины		Число смен	Продолжительность работ, дн.	Состав бригады, чел.	Месяцы							
		Единица измерения	Количество				Наименование машин	Количество машино-смен				Рабочие календарные дни							
												1	2	3	4	5	8		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							

## 2.10. Построение графика движения рабочих кадров по объекту

На основании календарного плана производства работ под графической частью (графа 13) строится график движения рабочих кадров по объекту  $R = f(T)$ , который позволяет оценить правильность составления календарного плана, определяемую степенью равномерности движения рабочих кадров. Оценка осуществляется по двум показателям:

- 1) движение рабочих кадров по объекту должно быть равномерным, без «провалов»;
- 2) коэффициент неравномерности движения рабочих кадров по объекту  $K_n$  должен удовлетворять условию:

$$0,5 < K_n = \frac{R_{\text{ср}}}{R_{\text{max}}} \leq 1, \quad (2.2)$$

где  $R_{\text{max}}$  – максимальное число рабочих, чел.; принимается по графику;  
 $R_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих, чел.; рассчитывается с учетом сменности работ; при односменной работе:

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum Q_{\text{ф}}}{T}, \quad (2.3)$$

где  $Q_{\text{ф}}$  – суммарные фактические затраты труда с учетом процента выполнения норм выработки, чел.-дн. (графа 7 календарного плана);

$T$  – общая продолжительность монтажных работ, дн.

При параллельном методе организации работ значение  $K_n$  должно стремиться к 1. Если значение  $K_n$  не удовлетворяет вышеприведенным условиям, то календарный план следует перестроить путем изменения численности бригады (рекомендуется постоянное количество рабочих в бригаде) или/и продолжительности отдельных работ.

На графике необходимо также показать штриховкой количество занятых на объекте по дням рабочих в зависимости от их специализации.

## 2.11. Построение и расчет сетевого графика

Сетевой график строится на основании данных календарного плана-графика. Каждый укрупненный процесс календарного графика является **действительной работой**, требующей затрат времени и ресурсов. Графически изображается сплошной стрелкой, соединяющей два события – начальное **событие 1** для данной работы и **конечное 2** – факт окончания одной или нескольких работ, необходимых и достаточных для начала последующих работ. Над стрелкой указывается наименование работы, под ней – продолжительность в днях. Событие обозначается кружком с цифровым кодом внутри (рис. 1).



Рис. 1. Обозначение действительной работы

Процесс, требующий только затрат времени, называется **ожиданием**. Это, как правило, технологический или организационный перерыв между действительными работами. Графически он обозначается так же, как и действительная работа, т. е. двумя кружками и сплошной линией между ними со стрелкой.

**Фиктивная работа** или **зависимость** – это работа, не требующая затрат ни времени, ни ресурсов и отражающая взаимосвязь между работами. В сетевом графике она обозначается двумя событиями и пунктирной линией со стрелкой (рис. 2).



Рис. 2. Обозначение зависимости

Любая работа сетевого графика соединяет два события, одно из которых для данной работы является **начальным**, другое – **конечным**. Иногда одно событие является результатом нескольких работ

и в то же время может быть исходным (начальным) для начала одной или нескольких работ (рис. 3).

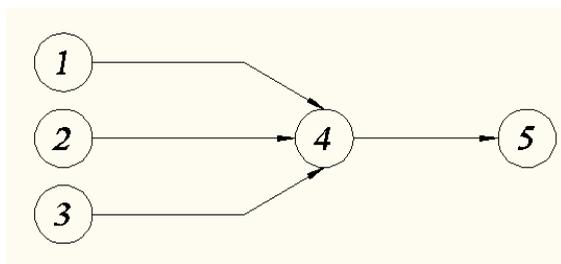


Рис. 3. Обозначение сложного (для работ 1–4, 2–4 и 3–4) и одновременно простого (для работы 4–5) события 4

Таким образом, событие имеет двойственное значение: с одной стороны, оно означает факт выполнения входящих в него работ, а с другой – свидетельствует о возможности начала работ, следующих за ним.

Самое первое в сетевом графике событие, не имеющее предшествующих работ, называется **исходным**.

Факт достижения конечной цели, предусмотренной комплексом операций, называется **завершающим событием** сетевого графика.

Непрерывная технологическая последовательность работ, ограниченная исходными и завершающими событиями, называется **путем**. В одном сетевом графике существует несколько путей. Путь с максимальной продолжительностью называется **критическим**, на графике обозначается жирными стрелками. Работы, лежащие на критическом пути, называются **критическими**. Работы, не попавшие на критический путь, считаются **некритическими** и имеют резервы времени.

Для правильного отражения взаимосвязи между работами сетевого графика при его построении необходимо соблюдать ряд правил [1].

После того как сетевая модель календарного графика построена, события пронумерованы и проставлена продолжительность выполнения работ, приступают к расчету параметров сетевого графика.

При выполнении курсового проекта необходимо выполнить расчет параметров сетевого графика табличным и графическим методами.

Табличный способ расчета приводится в пояснительной записке (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Параметры сетевого графика

№ п/п	Код работы	Продолжительность работы $t_{i-j}$	Раннее		Позднее		Общий резерв времени $R_{i-j}$	Частный резерв времени $r_{i-j}$
			начало работы $t_{i-j}^{рн}$	окончание работы $t_{i-j}^{ро}$	начало работы $t_{i-j}^{пн}$	окончание работы $t_{i-j}^{по}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Графы 2 и 3 табл. 2.6 заполняются на основании сетевого графика, причем шифры работ заносятся в графу 2 в возрастающем порядке (вписываются все работы, выходящие из первого события. Затем из второго и т. д.). Графы 4 и 5 заполняются одновременно, построчно и сверху вниз, от начального события к конечному. Затем приступают к определению поздних параметров. Расчет ведется в обратном порядке, снизу вверх – от конечного события к начальному. Построчно заполняются графы 6 и 7. Затем определяются общий и частный резервы времени. Работы, лежащие на критическом пути, не имеют запасов времени.

Раннее начало последующей работы определяют максимальной продолжительностью всех предшествующих работ:

$$t_{i-k}^{рн} = \max t_{i-j}. \quad (2.4)$$

Раннее окончание определяется суммой раннего начала и продолжительностью данной работы:

$$t_{i-j}^{ро} = t_{i-j}^{рн} + t_{i-j}. \quad (2.5)$$

Разница между поздним и ранним окончанием работы указывает на запас времени для выполнения данной работы и называется общим резервом времени:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{по} + t_{i-j}^{по}. \quad (2.6)$$

Частный резерв времени, когда в событие входят две или более работы, определяется по выражению:

$$r_{i-j} = t_{j-k}^{PH} - (t_{i-j}^{PH} + t_{i-j}). \quad (2.7)$$

При расчете сетевых графиков все исходные данные и результаты расчетов записывают непосредственно на графике. Для этого каждое событие (рис. 4) делится на четыре сектора, в каждый из них записывают строго определенную информацию.

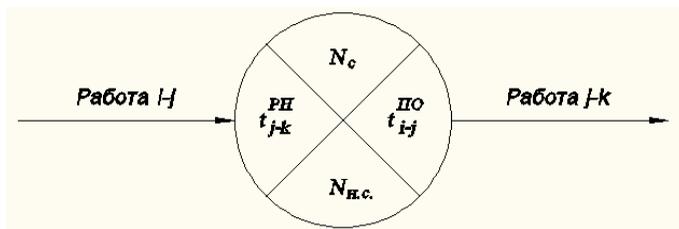


Рис. 4. Обозначение секторов события:

$N_c$  – номер данного события;  $N_{н.с.}$  – номер начального события предшествующей работы, по которой проходит путь максимальной продолжительности

к данному событию;  $t_{j-k}^{PH}$  – раннее начало последующей работы  $j-k$ ;

$t_{i-j}^{по}$  – позднее окончание предшествующей работы  $i-j$

При расчете используются основные правила построения расчета сетевых графиков. Прежде всего, двигаясь слева направо, определяют ранние сроки всех работ. В завершающем событии число в левом секторе графика означает длину критического пути. Это число переносят в правый сектор, как позднее окончание последней работы. Расчет поздних окончаний и начал ведется в обратном направлении – от завершающего события к исходному.

## 2.12. Расчет площадей складских и временных зданий фрагментов СПГ, потребности в воде, теплоте и транспортных средствах

Строительная продукция в виде зданий и сооружений требует переработки большого количества строительных материалов и изделий. Для временного хранения этих материалов, сборных конструкций и технологического оборудования необходимы склады.

**Расчет полезной площади склада.** При проектировании склада запас материалов и конструкций определяется по формуле:

$$P_{\text{скл}} = (P_{\text{общ}} / T) \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.8)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – количество материалов и конструкций, необходимых для строительства;

$T$  – продолжительность работ, выполняемых по календарному плану с использованием этих материалов, дней;

$T_{\text{н}}$  – норма запасов материалов, дней;

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (для автотранспорта – 1,1);

$K_2$  – коэффициент неравномерности потребления материалов, равный 1,3.

Полезная площадь склада определяем по формуле:

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} \cdot f, \quad (2.9)$$

где  $f$  – количество материала, складированного на 1 м<sup>2</sup> полезной площади (например, для металлоконструкций на 1 т материала  $f = 3,3$  м<sup>2</sup>).

Общая площадь складов определяется с учетом проездов и проходов:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{скл}} / K_{\text{исп}}, \quad (2.10)$$

где  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования площади складов, равный: 0,6–0,7 – для закрытых складов; 0,5–0,6 – для навесов; 0,4 – для открытых складов лесоматериалов; 0,4–0,6 – при штабельном хранении; 0,5–0,6 – для металла; 0,6–0,7 – для прочих стройматериалов.

**Расчет площади временных зданий.** Комплекс временных зданий вычисляется по расчетной численности рабочих в наиболее многочисленную смену:

$$N_p = 1,05 \cdot 0,7 \cdot N_{\max}. \quad (2.11)$$

а с учетом ИТР, по расчетной численности рабочих младшего обслуживающего персонала, служащих и охраны:

$$N_c = 1,05 \cdot 0,12 \cdot 0,8 \cdot N_{\max}. \quad (2.12)$$

где  $N_{\max}$  – общее списочное количество рабочих.

На строительном объекте в наиболее многочисленной смене с числом работающих до 60 человек должны быть предусмотрены: гардеробные с умывальниками; душевые с сушилками; помещения для согревания, отдыха и приема пищи; прорабская; туалет; навес для отдыха, место для курения; устройство для мытья обуви; щит пожаротушения.

$$N_{\text{общ}} = N_p + N_c, \quad (2.13)$$

где  $N_p$  – количество рабочих;

$N_c$  – количество служащих.

Площадь столовой

$$F_1 = N_{\text{общ}} \cdot 0,6, \quad (2.14)$$

где 0,6 м<sup>2</sup> на человека – нормативный показатель для определения площади столовых.

Площадь гардеробной

$$F_2 = N_{\text{общ}} \cdot 0,9, \quad (2.15)$$

где 0,9 м<sup>2</sup> на человека – нормативный показатель для определения площади гардеробных.

Площадь помещения для согревания.

$$F_3 = N_{\text{общ}} \cdot 1, \quad (2.16)$$

где 1 м<sup>2</sup> на человека – нормативный показатель для определения площади помещений для согревания.

Площадь помещения медпункта.

$$F_4 = N_{\text{общ}} \cdot 0,1, \quad (2.17)$$

где 20 м<sup>2</sup> на 200 человек – нормативный показатель для определения площади медпункта.

Площадь помещения сушильной.

$$F_5 = N_{\text{общ}} \cdot 0,2, \quad (2.18)$$

где 0,2 м<sup>2</sup> на человека – нормативный показатель для определения площади сушильной.

Площадь помещения прорабской .

$$F_6 = 24 \cdot N_{\text{общ}} / 5, \quad (2.19)$$

где 24 м<sup>2</sup> на 5 человек – нормативный показатель для определения площади прорабской.

**Расчет потребностей в воде.** Расчет диаметра водопровода на хозяйственно-бытовые и производственные нужды.

Расчетные нормативы устанавливают потребность в воде на производственные и хозяйственно-бытовые нужды. Полученное значение сравнивают с расходом воды на противопожарные нужды  $Q_{\text{пож}}$ , устанавливаемым по размеру площади территории строительной площадки.

При проектировании СГП на стадии ППР расход воды (л/с):

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (2.20)$$

где  $Q_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{хоз}}$ ,  $Q_{\text{пож}}$  – потребность в воде соответственно на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды.

Расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{q_1 \cdot n \cdot K_n}{8 \cdot 3600}, \quad (2.21)$$

где  $q_1$  – удельный расход воды на единицу объема работ или отдельного потребителя, л; 400 л/с

$n$  – объем работ или количество машин;

$K_n$  – коэффициент неравномерности потребления воды (1,5–2,0).

Потребность в воде на хозяйственные нужды  $Q_{\text{хоз}}$  определяется по нормативам расхода на 1 чел. В дневную смену исходя из численности работающих  $N$ :

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{N \cdot q_{\text{хоз}} \cdot K_n}{8 \cdot 3600}, \quad (2.22)$$

где  $q_{\text{хоз}}$  – расход воды на одного работающего, л; 20–15 л/с

$K_n$  – коэффициент неравномерности потребления воды равен 2,7.

Минимальный расход воды для противопожарных целей  $Q_{\text{пож}}$  определяется из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с на каждую струю.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + 5. \quad (2.23)$$

Пожарные гидранты, обеспечивающие возможность прокладки рукавов от них до мест возможного загорания на расстояние не более 100 м, необходимо устанавливать в колодцах на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части автомобильных дорог и проездов с твердым и гравийно-щебеночным покрытием. Но не ближе 5 м от стен зданий [20].

Диаметр водопровода (мм) рассчитывают по формуле:

$$D = \sqrt{(4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000) / (\pi v)}, \quad (2.24)$$

где  $v$  – скорость движения воды по трубам, 1,5–0,7 м/с;

По нормам диаметр противопожарного трубопровода принимается не менее 100 мм.

**Расчет электрической нагрузки.** При разработке общеплощадочного СГП расчет электрических нагрузок ведется по укрупненным показателям в соответствии со статистическими данными о расходе электроэнергии.

Расчетная мощность трансформаторов:

$$P_p = p \cdot C_{\text{СМР}} \cdot K_T, \quad (2.25)$$

где  $p$  – удельная мощность, которая колеблется от 205 до 70 кВт·А/ млн руб.;

$C_{\text{СМР}}$  – годовой объем СМР, определяется по графику финансирования в период наивысшей интенсивности работ, млн руб.;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий район строительства.

**Расчет потребности в теплоте.** Общая суточная потребность в теплоте определяется по формуле:

$$Q_T = 24 \sum V \cdot q + Q_{\text{п}} + Q_{\text{н}}, \quad (2.26)$$

где  $\sum V$  – объемы отапливаемых помещений, м<sup>3</sup>;

$q$  – удельные тепловые характеристики помещений, кДж/м<sup>3</sup>·ч;

$Q_{\text{п}}$  – расход теплоты на производственные нужды, кДж/ч;

$Q_{\text{н}}$  – расход теплоты на неучтенные нужды и потери, принимаемый равным 20 % от учтенных расходов теплоты, кДж/ч.

**Расчет потребности в автотранспорте.** Количество автомобилей, требуемое для перевозки груза:

$$N = (Q \cdot T_{\text{ц}}) / (T \cdot q), \quad (2.27)$$

где  $T_{\text{ц}}$  – минимальное время одного рейса автомобиля;

$Q$  – количество грузов;

$T$  – время работы транспорта, 8 ч;

$q$  – грузоподъемность автомобиля. Например, 10 т для МАЗ-5551  
Минимальное время одного рейса автомобиля:

$$T_{ц} = T_{п} + T_{пр} + T_{р} + T_{м}, \quad (2.28)$$

где  $T_{п}$ ,  $T_{пр}$ ,  $T_{р}$ ,  $T_{м}$  – время соответственно погрузки, пробега, разгрузки, маневров.

Время пробега автомобиля в оба конца:

$$T_{пр} = 2L / V, \quad (2.29)$$

где  $L$  – расстояние перевозки;

$V$  – средняя скорость движения транспорта.

### **2.13. Разработка технологической карты монтажного процесса**

В составе курсового проекта разрабатывается технологическая карта одного из монтажных процессов в соответствии с технологическими решениями, заложенными в проекте, с использованием современных технологий и методов производства работ, по заданию руководителя курсового проекта.

Для разработки технологической карты на отдельный монтажный процесс могут быть использованы типовые технологические карты и материалы проектно-технологических институтов, монтажных и других организаций.

Технологическая карта должна содержать следующие разделы:

1. Область применения.
2. Техничко-экономические показатели.
3. Организация и технология монтажного процесса.
4. Материально-технические ресурсы.
5. Контроль качества работ.
6. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.
7. Графическая схема выполнения монтажного процесса (приводится в графической части курсового проекта).

В разделе «Область применения» указывается, для чего предназначена данная карта и кем выполняется (специальность) рассматриваемый процесс.

В «Техничко-экономических показателях» приводятся затраты труда рабочих-строителей и машинистов из соответствующих НРР.

Раздел «Организация и технология монтажного процесса» включает подготовительные работы, предшествующие выполнению рассматриваемого процесса, описание технологии его выполнения с перечнем всех операций процесса и технических условий производства работ.

В разделе «Материально-технические ресурсы» приводится перечень, количество, основные технические характеристики и назначение машин, оборудования, механизмов, приспособлений, инструментов в виде таблицы.

В разделе «Контроль качества работ»: какие виды контроля для обеспечения требуемого качества работ предусмотрены, когда проводится и кто является ответственным лицом за организацию контроля качества работ.

Мероприятия по охране труда и технике безопасности приводятся в соответствующем разделе.

Графическая схема выполнения рассматриваемого монтажного процесса приводится в графической части проекта на листе формата А1.

### ***Технологическая карта на установку радиаторов стальных отопительных***

#### **1. Область применения.**

Технологическая карта на установку радиаторов стальных отопительных разработана для установки радиаторов в системах водяного отопления жилых, общественных и производственных зданий.

#### **2. Техничко-экономические показатели.**

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е18-23-1	125,39	0,12

Единица измерения: 100 кВт.

Состав работ:

- а) распаковка радиаторов, снятие пробок;
- б) установка в отверстия патрубков соединителей переходных с уплотнением резьбовых соединений;

- в) установка кронштейнов со сверлением отверстий;
  - г) навеска радиаторов;
  - д) сборка монтажных узлов;
  - е) присоединение собранных узлов к трубопроводам;
  - ж) присоединение собранных узлов к радиаторам с закреплением угольников настенных к стене;
- з) удаление воздуха из радиатора.

Радиатор «Purmo» применяется в однетрубных и двухтрубных системах отопления с горизонтальным и вертикальным размещением трубопроводов, объединяющих отопительные приборы. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. Радиаторы характеризуются шириной номенклатуры по высоте: 300, 400, 500, 600 и 900 мм и по длине от 400 до 3000 мм. Панели радиаторов изготовлены из двух штампованных зеркально симметричных листов из высококачественной холоднокатанной стали толщиной не менее 1,2 мм, сваренных по периметру сплошным швом, а между вертикальными каналами – точечной сваркой. Оребрение из стального листа толщиной не менее 0,4 мм приварено к панелям с тыльной стороны точечной сваркой непосредственно к наружным стенкам вертикальных каналов. В комплекте с радиаторами «Purmo» имеется набор крепления, который упаковывается вместе с радиаторами.

### **3. Организация и технология производства работ.**

#### **3.1. Предшествующие и подготовительные работы.**

3.1.1. Организация работ по установке радиаторов должна проводиться в комплексе мероприятий по организации монтажа отопительной системы в целом по зданию или его части (захватке).

3.1.2. До начала монтажа санитарно-технических систем генподрядчиком должны быть выполнены следующие работы:

- монтаж строительных конструкций (междуэтажные перекрытия, стены, перегородки и пр.);
- для пропуски трубопроводов в конструкциях подготовлены соответствующие отверстия;
- в оконных проемах установлены коробки и подоконные доски, в зимний период произведено остекление окон и утепление входов в здание;

– в местах установки радиаторов стены из панелей должны быть оштукатурены и покрашены, кирпичные стены – предварительно оштукатурены;

– нанесены отметки чистого пола;

– полы в помещениях должны быть очищены от строительного мусора.

### 3.2. Монтажные работы.

3.2.1. Радиаторы устанавливаются по отвесу и уровню. Отклонение от горизонтальности установки радиаторов должно быть не более 3 мм/м.

3.2.2. Радиаторы размещают, как правило, под световыми проемами в местах, доступных для осмотра, очистки и ремонта.

3.2.3. В соответствии с требованиями ТКП 45-1.03-85-2007 радиаторы устанавливают на расстоянии не менее:

– 60 мм от пола;

– 50 мм от нижней поверхности подоконных досок;

– 25 мм от поверхности штукатурки стен.

В помещениях лечебно-профилактических и детских учреждений радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 100 мм от пола и 60 мм от поверхности стен.

3.2.4. Радиаторы крепятся к стене при помощи кронштейнов. Кронштейны под радиаторы к бетонным и кирпичным стенам следует крепить распорными дюбелями. Заглубление дюбелей в стены должно составлять не менее 100 мм (без учета слоя штукатурки для кирпичных стен) и в соответствии с рабочими чертежами, а для стен из газосиликатных блоков конструкция крепления радиаторов должна быть разработана в проектной документации.

3.2.5. Подготовительные работы выполняются в следующей последовательности:

– выгрузка радиаторов в зоне работ;

– обеспечение рабочего места электроинструментами, приборами освещения, шаблонами, рейками, уровнем и пр.;

– установка монтажного блока (ручной лебедки) для подъема радиаторов и комплектующих на этажесекции;

– подноска радиаторов и комплектующих к монтажному блоку;

– подъем радиаторов и комплектующих на этажесекции с подачей «в окно» и разноской по помещениям к местам установки радиаторов.

3.2.6. Основные работы выполняются в следующей последовательности:

Установка радиаторов:

- а) частичная распаковка радиатора, снятие пластмассовых уголков;
- б) снятие пластмассовых пробок (4 шт.) с патрубков радиатора специальным ключом;
- в) установка в отверстия патрубков радиаторов заглушек (из комплекта поставки) согласно проекта (2 шт.) специальным ключом;
- г) установка в отверстия двух патрубков радиатора (согласно проекта) соединителей переходных. Резьба соединителей уплотняется льняной прядью, пропитанной цинковыми белилами, замешанных на олифе. Льняная прядь накладывается ровным слоем по ходу резьбы и не должна выступать как вовнутрь, так и наружу трубы (на первый виток резьбы прядь не накладывается);
- д) разметка отверстий под кронштейны при помощи рулетки (шаблона);
- е) сверление отверстий перфоратором, диаметр и глубина отверстий должны соответствовать диаметру и длине дюбеля;
- ж) установка дюбелей Ø8 мм в отверстия при помощи молотка, дюбель должен плотно войти в отверстие по всей длине и не позволять проворачивание его при завертывании шурупа;
- з) установка кронштейнов с закрепленными шурупами с помощью шуруповерта, установка на кронштейны пластмассовых пластин (вставок);
- и) навеска радиаторов на кронштейны;
- к) выверка положения радиаторов по уровню и отвесу.

3.2.7. Радиаторы испытываются в составе проведения испытаний системы отопления на герметичность гидростатическим или манометрическим методами в соответствии с ГОСТ 24054 и ГОСТ 25136.

3.2.8. Схема установки и крепления радиаторов к стене приведена в графической части проекта.

3.3. Заключительные работы.

3.3.1. В конце смены убирают мусор в контейнер и сдают инструменты и неиспользованные материалы в кладовую.

3.4. Требования при монтаже радиаторов «Purmo».

3.4.1. Запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками.

3.4.2. Не допускается установка панельных радиаторов с поврежденным покрытием в кухнях, ванных комнатах и туалетах.

3.4.3. При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

- слишком низкой или высокой установки, слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника, т. к. уменьшается эффективность теплообмена;

- невертикального положения коллекторов радиатора, т. к. это ухудшает его тепловые показатели, гигиеничность и внешний вид;

- установки радиатора на кронштейнах, изготовленных другими производителями, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм.

3.4.4. Категорически запрещается закрашивать или закрывать иным образом выпускное отверстие воздухоотводчика.

#### 4. Материально-технические ресурсы.

Таблица 2.7

Наименование	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Кол-во на звено, шт.
Монтажный блок	По действующим ТНПА	Подача радиаторов и крепежных деталей на этажи здания	Согласно ППР	1
Лебедка ручная	По действующим ТНПА	Подача радиаторов и крепежных деталей на этажи здания	Согласно ППР	1
Перфоратор	ГОСТ 8523-78	Сверление отверстий	Мощность 600 Вт	1
Гайковерт электрический	По действующим ТНПА	Сверление отверстий		1
Ключи трубные рычажные	ГОСТ 18981-73	Устройство резьбовых соединений	Диаметр труб от 10 до 50 мм	Набор из 4 ключей
Ключи гаечные двусторонние	ГОСТ 2839-80Е	Завинчивание гаск	Ширина зева – 17 × 24 и 22 × 24 мм	Набор из 4 ключей
Ключ гаечный разводной	ГОСТ 7275-75Е	Захват и вращение труб	Ширина зева до 19 мм	1
Ключи специальные	По действующим ТНПА	Монтажные работы	Согласно ППР	Набор

Наименование	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Кол-во на звено, шт.
Удлинитель электрический длиной 40 м		Подача энергии на рабочее место	Длина 40 м	1
Молоток слесарный	ГОСТ 2310-77Е	Выполнение ударных операций	Масса от 0,5 до 1 кг	1
Зубила слесарные 20 × 60	ГОСТ 7211-86Е	Рубка металла, скальвание бетона	Длина – 200 мм, ширина – 20 мм, масса – 0,2 кг	1
Метр складной металлический	ГОСТ 7253-75	Линейные измерения		1
Плоскогубцы комбинированные	ГОСТ 5547-93	Монтажные работы		1
Отвертка	ГОСТ 17199-88Е	Монтажные работы		1
Уровень строительный УС-1-500	ГОСТ 9416-83	Выверка положения радиаторов	Длина – 500 мм	1

## 5. Контроль качества и приемка работ.

5.1. Для обеспечения требуемого качества работ на всех этапах их выполнения необходимо проводить постоянный производственный контроль.

5.2. В зависимости от стадии строительного процесса осуществляется входной, операционный и приемочный производственный контроль, ответственность за организацию которого в подрядной организации возлагается на главного инженера.

5.3. Кроме указанных видов, для повышения эффективности необходимо периодически проводить выборочный инспекционный контроль. Инспекционный контроль осуществляться службами, которые имеются в составе подрядной организации, либо специально создаваемыми для этой цели комиссиями или отдельными специалистами.

5.4. В первую очередь ответственным лицом за осуществление производственного контроля на объекте и обеспечение качества процесса является закрепленный за объектом производитель работ (мастер, прораб).

## **6. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.**

6.1. Пожарная безопасность, охрана труда и окружающей среды.

6.1.1. Все работы должны производиться под непосредственным наблюдением ответственного исполнителя работ.

6.1.2. К производству работ допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, проверку знаний по охране труда, прошедшие вводный и первичный инструктаж на рабочем месте. Полученные знания охраны труда должны быть подтверждены выданным удостоверением по охране труда и записью в журналах инструктажа установленной формы.

6.1.3. До начала работ оборудование, оснастка, ручной инструмент должны быть проверены на надежность и, при необходимости, приведены в надлежащее состояние. На исправность должны быть проверены средства индивидуальной и коллективной защиты работающие рубильники, штепсели, кабели, временная электропроводка.

6.1.4. Слесарь-монтажник внутренних санитарно-технических систем обязан:

- использовать средства индивидуальной и коллективной защиты;
- находясь на монтажной площадке пользоваться защитной каской;
- выполнять требования знаков безопасности, следить за наличием ограждений опасных зон на рабочем месте;
- выполнять только ту работу, по которой проинструктирован и допущен производителем работ;
- иметь при себе удостоверение по охране труда.

6.1.5. Электробезопасность на участке работ и рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.013 межотраслевых правил по охране труда в электроустановках.

6.2. Техническая эксплуатация радиаторов стальных отопительных.

6.2.1. В соответствии с требованиями ГОСТ 31311-2005 радиаторы должны быть постоянно заполнены водой как в отопительные, так и в межотопительные периоды. Опорожнение системы отопления допускается только в аварийных случаях на срок, минимально необходимый для устранения аварии, но не более 15 суток в течение года.

6.2.2. Радиаторы после окончания отделочных работ необходимо тщательно очистить от строительного мусора и прочих загрязнений. Радиаторы, поставляемые упакованными в защитную пленку, освобождают от нее после окончания монтажа.

6.2.3. В течение эксплуатации прибора рекомендуется регулярно очищать поверхность панелей и внутреннюю часть конвектора от пыли и других загрязнений.

6.2.4. При помощи воздушного клапана рекомендуется регулярно удалять воздух из верхнего коллектора прибора.

6.2.5. В случаях установки радиатора с кранами на подводках – во избежание гидравлического удара не рекомендуется резкое открывание кранов.

**7. Графическая схема выполнения монтажного процесса** по установке радиаторов стальных отопительных приводится в графической части курсового проекта.

#### **2.14. Техничко-экономические показатели ППР**

1. Продолжительность выполнения монтажных работ ( $T$ , дн.).
2. Общая трудоемкость монтажных работ ( $Q_{\phi}$ , чел.-дн.).
3. Максимальное количество рабочих ( $R_{\max}$ , чел.).
4. Среднее количество рабочих ( $R_{\text{ср}}$ , чел.).
5. Коэффициент неравномерности движения рабочих кадров ( $K_n$ ).
6. Средняя выработка одного рабочего за период выполнения строительно-монтажных работ ( $\delta$ , %).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Организация и планирование монтажа тепловых сетей из предварительно изолированных пенополиуретаном стальных труб в полиэтиленовой оболочке : учебно-методическое пособие / И. И. Станецкая [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013.
2. Трушкевич, А. И. Организация проектирования и строительства: учебник / А. И. Трушкевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Выш. шк., 2011. – 479 с. : ил.
3. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт : ТКП 45-1.01-159-2009 (02250).
4. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа : ТКП 45-1.03-85-2007.
5. Безопасность труда в строительстве. Общие требования : ТКП 45-1.03-40-2006.
6. Организация строительного производства (с изм. № 1–8) : ТКП 45-1.03-161-2009
7. Строительство. Монтаж систем отопления зданий и сооружений. Контроль качества работ : СТБ 2038-2010.
8. Трубопроводы внутренние : НРР 8.03.116-2017.
9. Отопление – внутренние устройства : НРР 8.03.118-2017.
10. Вентиляция и кондиционирование воздуха : НРР 8.03.120-2017.
11. Земляные работы : НРР 8.03.101-2017 (Сборник № 1).
12. Методические указания к курсовому проекту «Организация, планирование и управление производством» / И. И. Станецкая [и др.]. – Минск : БНТУ, 2008.
13. Методические указания к курсовому проекту «Организация, планирование и управление производством» / И. И. Станецкая, В. Д. Сизов, Е. С. Калиниченко. – Минск : БНТУ, 2009.
14. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство : ТКП 45-1.03-44-2007.
15. Технический регламент Республики Беларусь. Безопасность : ТР 2009/13/ВУ-2010.
16. Нормы продолжительности строительства зданий, сооружений и их комплексов. Основные положения : ТКП 45-1.03-122-2015\*.

17. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологической карты : ТКП 45-1.03-159-2010.

18. Строительно-монтажные работы. Сварочные работы. Правила производства : ТКП 45-1.03-236-2011.

19. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь : ППБ Беларуси 01-2014.

20. Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.02-316-2018\*.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	4
1.1. Исходные данные для выполнения проекта .....	4
1.2. Содержание расчетно-пояснительной записки .....	4
1.3. Графическая часть .....	5
2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
2.1. Введение .....	5
2.2. Выбор и описание принятого метода производства работ.....	5
2.3. Составление спецификации материалов .....	5
2.4. Описание принятой технологии производства работ .....	7
2.5. Подбор строительных машин, механизмов, приспособлений и инструментов, необходимых для выполнения земляных, монтажных, сварочных и других видов работ.....	11
2.6. Составление ведомости объемов работ.....	12
2.7. Составление производственной калькуляции .....	18
2.8. Расчет затрат труда укрупненных процессов .....	18
2.9. Разработка календарного плана-графика производства работ.....	20
2.10. Построение графика движения рабочих кадров по объекту.....	22
2.11. Построение и расчет сетевого графика .....	23
2.12. Расчет площадей складских и временных зданий фрагментов СПГ, потребности в воде, теплоте и транспортных средствах .....	27
2.13. Разработка технологической карты монтажного процесса .....	32
2.14. Техничко-экономические показатели ППР.....	40
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	41

Учебное издание

**СИЗОВ** Валерий Дмитриевич  
**СТАНЕЦКАЯ** Юлия Анатольевна  
**РУТКОВСКИЙ** Максим Антонович

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВА  
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ  
ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ**

Пособие  
для студентов специальности 1-70 04 02  
«Теплогасоснабжение, вентиляция  
и охрана воздушного бассейна»

Редактор *А. С. Кириллова*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 12.02.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,00. Тираж 100. Заказ 835.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.