

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
"Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева"

Супруненко Александр Николаевич

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности  
130404 "Подземная разработка месторождений полезных ископае-  
мых" в качестве электронного издания для практических работ

Кемерово 2012

## Рецензенты:

Профессор кафедры РМПИ,  
д.т.н. Ремезов А. В.

кафедры Разработки месторож-  
дений полезных ископаемых  
подземным способом

**Супруненко Александр Николаевич.** Проектирование горных предприятий: методические указания для выполнения практических работ студентами специальности 130404 "Подземная разработка месторождений полезных ископаемых" и направлению 130400 "Горное дело" всех форм обучения [Электронный ресурс] / А. Н. Супруненко. – Электрон. дан. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); зв.; цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows XP; (CD-ROM-дисковод); мышь. – Загл. с экрана

Представлены краткие теоретические основы и указания к выполнению пяти практических работ, индивидуальное задание, рекомендации к его выполнению, приведены вопросы по темам для контроля изучения.

© ГУ КузГТУ

© Супруненко А. Н.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
<b>Практическая работа № 1.</b> Тема: Основы методологии проектирования и конструирование качественных характеристик технологической схемы шахты.....	3
<b>Практическая работа № 2.</b> Тема: Разработка проекта шахты: системы разработки пластов, вскрытие и подготовка шахтного поля .....	13
<b>Практическая работа № 3.</b> Тема: Календарное планирование строительства шахты .....	19
<b>Практическая работа № 4.</b> Сетевой график строительства шахты .....	24
<b>Практическая работа № 5.</b> Календарное планирование отработки и подготовки запасов пласта.....	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для выполнения практических работ предусматривают приобретение навыков в конструировании технологической схемы шахты, организации ее строительства и развития горных работ с помощью календарного планирования.

Данные указания состоят из пяти практических работ, выполняемых в логической последовательности.

В первой работе рассмотрен порядок конструирования горной части технологической схемы строительства новой шахты, включающей такие основополагающие характеристики разработки угольного месторождения, как геология, вскрытие, подготовка и отработка, система разработки, вентиляция и транспорт. Результатом выполнения работы является проектный вариант технологической схемы шахты.

В следующих работах рассматривается организация внедрения проектного варианта технологической схемы шахты в ее строительство и развитие горных работ на основе методов календарного планирования. Календарный план строительства новой шахты выполняется в форме линейного и сетевого графиков. Развитие горных работ связано с разработкой линейного графика ввода-выбытия очистных забоев и представлением на маркшейдерском плане пласта календарных объемов погашения запасов. Для обеспечения бесперебойной добычи угля по шахте строится совместный календарный график работы подготовительных и очистных забоев.

Каждая практическая работа включает краткие теоретические основы, индивидуальное задание с рекомендациями к ее выполнению и контрольные вопросы. Индивидуальное задание может быть сформировано на основе результатов курсового проектирования по дисциплине "Подземная разработка пластовых месторождений". Для проверки преподавателем и к защите студентом каждая практическая работа представляется на ЭВМ в виде текстового и графического материала в соответствии с нормативными требованиями, изложенных в "Методических указаниях по оформлению ..." [23].

## **Практическая работа № 1. Тема: Основы методологии проектирования и конструирование качественных характеристик технологической схемы шахты.**

**Цель работы.** Приобретение навыков конструирования технологической схемы шахты из схем вскрытия, подготовки и отработки шахтного поля, систем разработки угольных пластов.

### **1.1. Порядок конструирования технологической схемы новой шахты**

Конструирование технологической схемы новой шахты зависит от факторов: сложности и разведанности месторождения, условий лицензии на право пользования недрами, технического задания на проектирование и многих других.

В общем случае разработка горной части проекта строительства новой шахты выполняется в следующем порядке:

**1. Детальное изучение и анализ исходных данных.** Определяется степень технологичности шахтного поля с позиций имеющегося практического опыта работы предприятий в аналогичных условиях. Изучается разведанность и кондиционность запасов. Данные о запасах позволяют уточнить геометрические параметры временных этапов работы шахты, соответствие производственной мощности сбыту продукции на рынке, необходимые мероприятия по доразведке. Знание распределения запасов угля в пространстве и размеров нарушенности участков по пластам позволяют выбрать средства механизации очистных работ, транспорта, проведения выработок, параметров крепи и оценить эффективность их применения.

Особое внимание уделяется горно-геологическим условиям разработки пластов: физико-механическим свойствам пород и угля, качеству и маркам угля, гидрогеологическим условиям, газоносности, опасности по внезапным выбросам и горным ударам. Это позволяет определиться с технологиями ведения горных работ по каждому пласту в шахтном поле.

**2. Система разработки и механизация очистных забоев.** Определение технологии разработки угольных пластов начинается с обоснования и ориентировочного принятия системы разработки и

механизации очистных забоев (длины лавы, длины выемочного участка, механизированного комплекса, нагрузки на очистной забой, порядка отработки и т. д.). Корректируются промышленные запасы, оценивается эффективность их разработки, исключаются из эксплуатации технологически неблагоприятные участки пластов.

**3. Вскрытие, подготовка и отработка шахтного поля.** Выбор способов вскрытия, подготовки и отработки шахтного поля непосредственно зависит от технологии разработки кондиционных пластов, осуществляется после ориентировочного определения системы разработки для каждого из них. Эти вопросы вместе с другими (вентиляция, транспорт, поверхностный комплекс, мероприятия по безопасности работ, экология, экономика и др.) решаются вместе, неоднократно возвращаясь к элементам конструируемой технологической схемы, уточняя и совершенствуя качественные и количественные характеристики проекта шахты. В тоже время принятие решений по отдельным частям проекта распадается на ряд отдельных задач, например, выбору способа вскрытия: на определение расположения промышленной площадки, числу главных и вспомогательных вскрывающих выработок и очередности их проведения, типу околоствольного двора и др.; выбору способа подготовки: погоризонтный, этажный, панельный, полевой групповой выработкой.

Разработку проекта шахты необходимо рассматривать как единый (системный) процесс выполнения всех его разделов и задач, учитывающий сложные взаимосвязи качественных и количественных характеристик технологической схемы и ее звеньев.

Конструирование возможных вариантов технологической схемы шахты на качественном уровне осуществляется последовательным выбором частных проектных решений на морфологической схеме (графе), представленной в виде многоуровневой блок-схемы. За уровень в блок-схеме принят признак разбиения технологической схемы на составляющие элементы в соответствии с известными классификациями, используемых в теории разработки угольных месторождений. Пример возможного варианта технологической схемы строительства новой шахты в виде качественно отличных признаков: "схема и способ вскрытия – схема и способ подготовки – система разработки – участковая схема вентиляции – вид шахтного транспорта" представлен на блок-схеме (рис. 1.1).

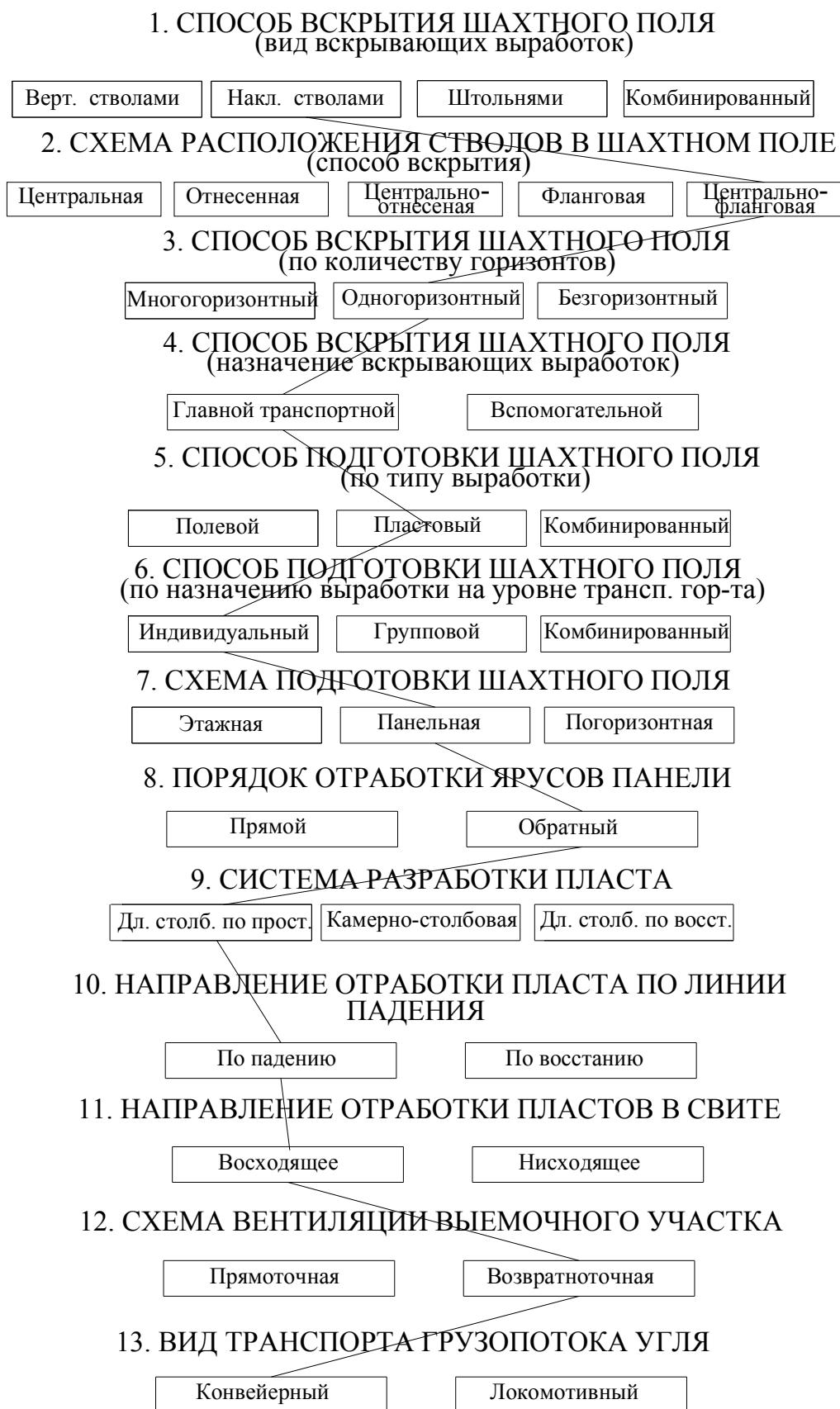


Рис. 1.1. Пример блок-схемы конструирования технологической схемы шахты по элементам ее уровней (линией показан вариант проекта)

## 1.2. Расчеты и графические построения

Количество  $n$  очистных механизированных забоев, находящихся одновременно в работе и обеспечивающих заданную проектную производственную мощность шахты, рассчитывается в упрощенном варианте по следующим формулам

$$n = \frac{A_{\text{ш}} \cdot K_{\text{оз}}}{A_{\text{оз}i}} \quad , \quad \text{при } A_{\text{оз}i} = A_{\text{оз}(i+1)} \quad (1.1)$$

или

$$\sum_{i=1}^n A_{\text{оз}i} \geq A_{\text{ш}} \cdot K_{\text{оз}} \quad , \quad \text{при } A_{\text{оз}i} \neq A_{\text{оз}(i+1)} \quad (1.2)$$

где  $A_{\text{ш}}$  – производственная мощность шахты, тыс. т/год, (тыс. т/сут.);  $K_{\text{оз}} = 0,95$  – примерная доля добычи угля из очистных забоев;  $0,05$  – соответственно попутная добыча из подготовительных выработок, проводимых для воспроизводства очистного фронта;  $A_{\text{оз}i}$  – нагрузка на  $i$ -ый очистной механизированный забой, тыс. т/год, (тыс. т/сут.);  $n$  – число механизированных очистных забоев (округляется до целого в большую сторону).

**Графические построения.** Выполнить следующие чертежи:

1. Вертикальная схема (разрез) вскрытия шахтного поля, изображенная в одном из масштабов: 1:10000; 1:5000; 1:2000.
2. Горизонтальная схема (разрез) вскрытия и подготовки шахтного поля на уровне транспортного горизонта при его наличии, масштаб: 1:10000; 1:5000; 1:2000.
3. Система разработки пласта, заданного к первоочередной разработке, масштаб: 1:500; 1:100.

**Пример.**

### 1. Исходные данные:

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. Число пластов в шахтном поле –                | 4             |
| 2. Угол падения пластов, град. –                 | 15            |
| 3. Размеры шахтного поля, м:                     |               |
| - по простиранию –                               | 6000          |
| - по падению –                                   | 2000          |
| 4. Форма залегания (морфология) пластов –        | моноклиальная |
| - нарушенность пластов –                         | отсутствует   |
| 5. Мощность наносов, м –                         | 20,0          |
| 6. Производственная мощность шахты, млн. т/год – | 3,0           |



7. Нагрузка на очистной механизированный забой, т/сут.–	5100
8. Факторы, влияющие на технологию разработки пластов (пожароопасность, повышенная газоносность, повышенная водообильность) –	не учитываются
9. Порядок отработки пластов в свите –	нисходящий
10. Мощность каждого пласта, м –	2,5
11. Расстояние между пластами по нормали, м –	20,0

**2. Проектные решения.** В дисциплине "Подземная разработка пластовых месторождений" подробно рассматриваются на качественном уровне достоинства и недостатки, условия применения способов и схем вскрытия и подготовки шахтных полей, систем разработки пластов, указывается необходимость выполнения требований нормативных документов при разработке угольных пластов. Поэтому в примере, опуская обоснования выбора способов и схем вскрытия и подготовки шахтного поля, системы разработки пласта, принимаем:

1. Схема вскрытия шахтного поля – наклонными стволами, пройденными по нижнему пласту свиты, с капитальным квершлагом и вспомогательным вентиляционным стволом для проветривания уклонной части шахтного поля.
2. Схема подготовки пластов в шахтном поле – панельная (двухсторонняя панель).
3. Способ подготовки пластов на уровне транспортного горизонта – индивидуальный, пластовый.
4. Система разработки пласта – длинными столбами по простиранию с обрушением пород вслед за подвиганием очистного забоя.
5. Принимаем  $n = 2$  очистных механизированных забоя в работе одновременно по шахте из следующего расчета по формуле (1.1) при числе 300 рабочих дней в году

$$n = \frac{A_{\text{ш}} \cdot K_{\text{оз}}}{A_{\text{ози}} \cdot 300} = \frac{3000000 \cdot 0,95}{5100 \cdot 300} = 1,86 .$$

6. Схема подготовки и отработки панели пласта двумя очистными механизированными забоями – шахматная.
7. Порядок отработки выемочного столба – обратный.
8. Схема вентиляции выемочного участка – возвратноточная.
9. Транспорт грузопотока угля – конвейерный.
10. Порядок отработки ярусов в панели – нисходящий

11. Необходимые графические построения для принятия решений в проекте приведены на рис. 1.2 - 1.4.

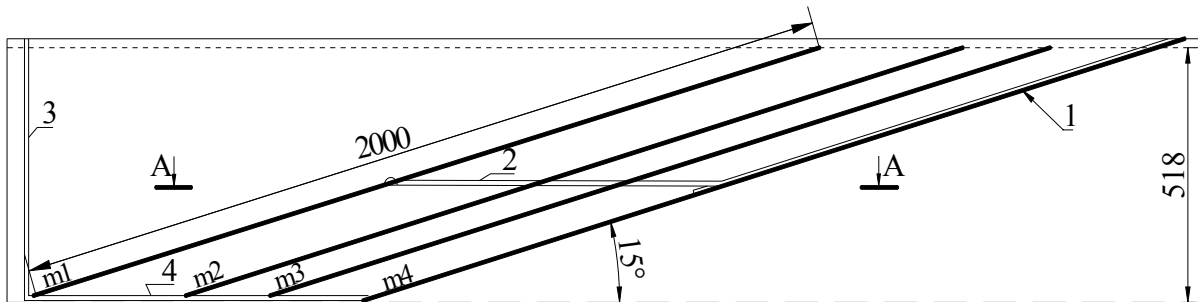


Рис. 1.2. Пример вертикального разреза схемы вскрытия шахтного поля: наклонными стволами, пройденными по нижнему пласту свиты, с капитальным квершлагом и вспомогательным вентиляционным стволом для проветривания уклонной части (1 – наклонные стволы; 2 – капитальный квершлаг; 3 – вспомогательный вентиляционный ствол; 4 – вентиляционный квершлаг)

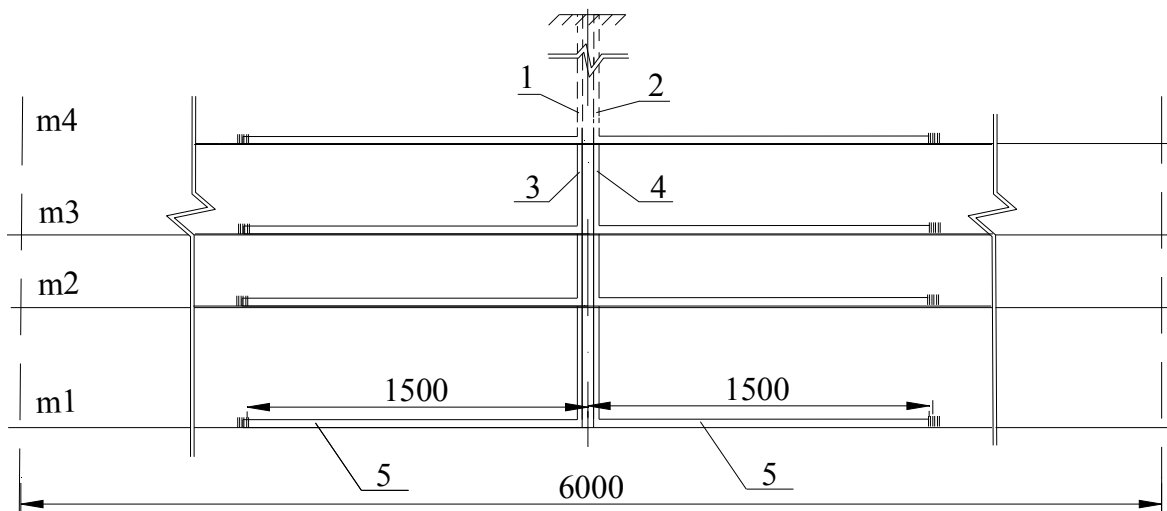


Рис. 1.3. Горизонтальный разрез для примера схемы вскрытия и подготовки шахтного поля на уровне транспортного горизонта (разрез А – А на рис. 1.2): 1 – главный наклонный ствол; 2 – путевой наклонный ствол; 3 – конвейерный квершлаг; 4 – путевой (воздухоподающий) квершлаг; 5 – панельные (основной) конвейерный и путевой штреки

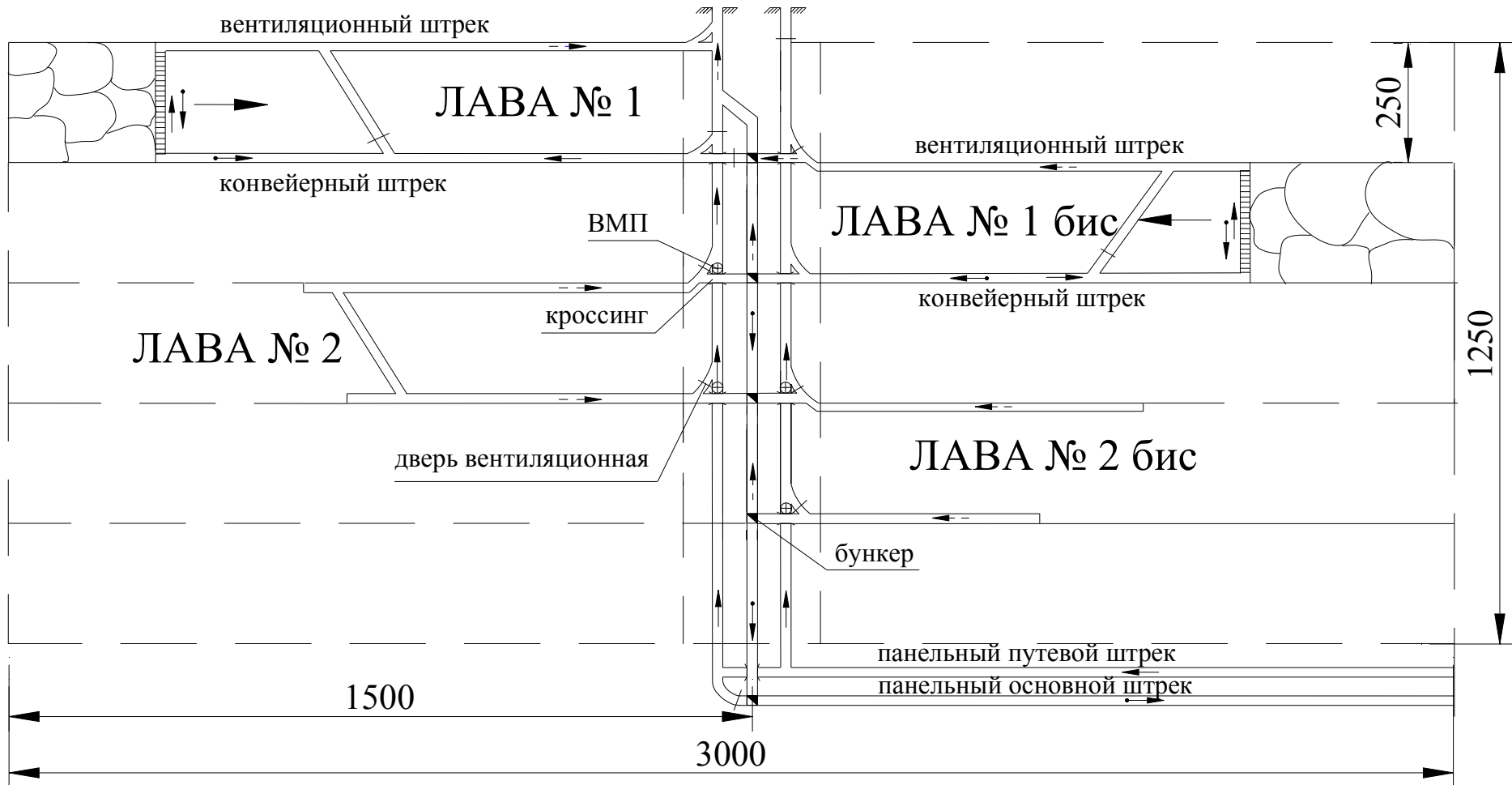


Рис. 1.4. Пример схемы подготовки и отработки пласта двухсторонней панелью с системой разработки длинными столбами по простиранию в шахматном порядке

### **1.3. Порядок выполнения практической работы № 1.**

1. Ознакомиться с теоретическими основами работы.
2. Разобраться в примере конструирования технологической схемы шахты (рис. 1.1-1.4)
3. Провести анализ исходных данных индивидуального задания, варианты которого представлены в табл. 1.1.
4. Рассчитать количество очистных забоев, суммарная добыча из которых должна обеспечить заданную производственную мощность шахты.
5. В соответствии с индивидуальным заданием (табл.1.1) представить свой вариант вскрытия и подготовки шахтного поля в вертикальном и горизонтальном (наклонном) разрезах (рис. 1.2-1.3), схему подготовки и отработки пласта системой разработки (рис. 1.4). Разместить очистные забои на схеме подготовки и отработки пласта с учетом требований нормативных документов [11, 13, 18-22].
6. Сделать описание качественных характеристик (способы, схемы, порядки и т. д.) своего проектного варианта по уровням блок-схемы по аналогии примеру конструирования технологической схемы шахты (рис. 1.1)
7. Оформить текстовую и графическую части.

#### **Контрольные вопросы.**

1. В чем заключаются особенности проектирования шахт?
2. Назовите порядок конструирования горной части технологической схемы новой шахты.
3. Каким образом осуществляется выбор наилучшего варианта технологической схемы шахты?

## Индивидуальные задания для практической работы № 1

Таблица 1.1

Номер варианта	Число пластов	Максимальный угол падения пластов, град	Размеры шахтного поля, м		Форма залегания пластов	Мощность наносов, м	Производственная мощность шахты, млн т/г.	Нагрузка на очистной забой, т/сут.	Пожароопасность	Повышенная газоопасность	Повышенная водообильность	Порядок отработки пластов в свите
			простирацию	падение								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	5	6000	2500	М	15	3,0	5000	–	–	+	Л
2	3	10	6500	3000	М	20	3,6	8000	–	+	–	Л
3	4	15	5000	1500	А	20	2,2	5500	+	+	–	Н
4	3	25	5500	2000	С	25	2,5	6000	+	–	–	В
5	4	30	3000	1500	А	10	1,8	4000	+	–	–	В
6	3	8	7000	2000	М	15	2,4	7000	–	+	–	Л
7	2	15	6500	3300	М	10	2,1	5000	–	–	+	Н
8	3	12	5500	3000	М	20	2,4	6000	+	–	–	В
9	4	6	8000	2000	М	10	3,0	7000	–	–	+	Л
10	5	18	5300	440	С	20	2,7	5000	+	+	–	Н
11	4	25	5000	600	А	15	2,5	4000	+	–	–	Н
12	2	3	2000	1000	М	25	1,8	4500	+	–	–	Н
13	4	5	6000	3000	С	15	2,8	6500	–	+	+	В
14	3	8	6200	2400	М	20	3,5	8000	–	–	+	В
15	4	12	6000	3300	М	25	2,4	7000	–	–	+	Н
16	4	10	5500	3600	М	15	1,8	4500	–	–	+	Л
17	4	15	3500	550	А	20	2,4	6800	+	–	–	Н
18	5	25	3000	500	С	15	2,2	5000	+	–	–	В
19	4	20	3500	500	С	20	2,5	7000	–	+	–	В
20	3	7	6200	3600	М	15	3,6	10000	–	–	+	Л

Продолжение таблицы 1.1

Номер варианта	Число пластов	Максимальный угол падения пластов, град	Размеры шахтного поля, м		Форма залегания пластов	Мощность наносов, м	Производственная мощность шахты, млн т/г.	Нагрузка на очистной забой, т/сут	Пожароопасность	Повышенная газоносность	Повышенная водообильность	Порядок отработки пластов в свите
			простиранию	падению								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	2	10	5500	3300	М	20	3,0	8000	+	+	–	Н
22	4	8	6600	2000	М	30	2,4	7000	–	+	–	В
23	3	6	7000	3500	С	25	2,1	5500	+	–	–	Л
24	4	15	4900	1400	А	20	1,8	5000	–	+	–	Н
25	3	30	3500	800	М	20	1,5	4000	–	+	–	Н

## Примечания:

1. Расстояние между пластами принять самостоятельно в пределах 20-100 м, мощность пластов в пределах 1,5-5,0 м.

2. В столбце 6 буква М обозначает моноклиналиное залегание пластов, А – антиклиналь, С – синклиналь.

3. В столбцах 10, 11, 12 присутствие фактора обозначено знаком (+), его отсутствие знаком (–).

4. Схема вскрытия и подготовки шахтного поля на уровне транспортного горизонта, а также системы разработки пластов принимаются по результатам анализа горно-геологических условий.

5. В столбце 13 буква Л обозначает любой, Н – нисходящий, В – восходящий порядки отработки пластов в свите.

6. Среднюю газоносность пластов принять в пределах 10-25 м<sup>3</sup>/т при наличии (+) в варианте задания.

7. Недостающие данные принять самостоятельно, в том числе для выполнения практической работы № 4 принять в пределах: 1) целики угля – от 20 до 40 м; 2) плотность угля – 1,35 т/м<sup>3</sup>; 3) число рабочих дней в году – 300; 4) ширина подготовительных выработок – от 4 до 6 м; 5) порядок отработки выемочных участков по простиранию, падению.

**Практическая работа № 2. Тема: Разработка проекта шахты: системы разработки пластов, вскрытие и подготовка шахтного поля.**

**Цель работы.** Закрепление знаний и приобретение навыков в построении календарного плана строительства шахты в виде линейного графика на основе ее технологической схемы, сконструированной в практической работе № 1.

**Теоретические основы работы.** *Календарный план строительства шахты* – это заранее намеченная последовательность выполнения всей совокупности горных работ с отметкой времени их начала и окончания, необходимых для достижения проектной мощности по добыче угля с оптимальными затратами в установленные сроки. Соответственно *линейный график организации строительства шахты* – это календарный план горно-строительных работ, представленный в таблично-графической форме. При этом под *графиком* понимается геометрическое изображение зависимости выполняемых работ.

Для новой шахты календарный план включает все виды капитальных работ по строительству (вскрытие, подготовку шахтного поля) и освоению ее производственной мощности вводом в эксплуатацию необходимого числа очистных забоев. Календарный план должен обеспечивать возможность в любой момент определить:

1) очередность и сроки выполнения того или иного вида горных работ;

2) количество оборудования, необходимого для выполнения всех видов горных работ, соответственно, штат и квалификацию рабочих в разные периоды строительства шахты;

3) необходимое опережение проведения вскрывающих, подготовительных и нарезных выработок по сравнению с очистными работами для поддержания проектной мощности шахты после ее строительства;

Календарный план составляется на основе следующих материалов:

1) планы и разрезы месторождения с разбивкой на блоки, этажи, панели, горизонты, выемочные столбы по простиранию, по восстановлению (падению) с указанием количества и качества запасов угля в них;

2) схемы вскрытия и подготовки шахтного поля, системы разработки угольных пластов;

3) протяженности, размеры и скорости проведения выработок, данные о расчетной производительности труда, потерях и т.д.

На основе подготовленного графического материала (схем вскрытия и подготовки шахтного поля, систем разработки пластов), и параметров объектов, принятых к строительству (промышленная площадка, горные выработки и др.) на графике линиями выделяются отдельные работы по каждому объекту строительства шахты, их объемы, темпы и сроки выполнения.

Объемы работ объектов строительства могут быть представлены в единицах измерения: м, м<sup>3</sup>, руб. Длины (объемы) выработок принимаются по чертежам схем вскрытия, подготовки и системы разработки, выполненных в масштабе. Продолжительность строительства каждой выработки ( $T_B$ , мес.) рассчитывается по формуле

$$T_B = \frac{L}{V}, \quad (2.1)$$

где  $L$  – длина (объем) выработки на момент сдачи шахты в эксплуатацию, м (м<sup>3</sup>);  $V$  – скорость (темп) проведения выработки, м/мес. (м<sup>3</sup>/мес.).

Скорости проведения выработок шахт Кузбасса рекомендуется принимать на основе укрупненных нормативов месячных темпов, представленных в табл. 2.1 [17].

Таблица 2.1

Укрупненные нормативы месячных темпов  
проведения выработок

Наименование выработок	Норматив, м/мес.
Вертикальные стволы	40
Наклонные стволы: - по углю и с подрывкой пород - полевые	80-100 60
Выработки околоствольного двора	600 (м <sup>3</sup> /мес.)
Квершлаг и полевые штреки	100-60
Бремсберги, ходки: - по углю и с присечкой породы - полевые	200-100 70
Уклоны, ходки: - по углю и с присечкой породы - полевые	200-120 80
Штреки: - по углю - с присечки породы	300 200
Монтажные камеры	150
Восстающие, шурфы, скаты	50
Углеспускные печи	300



Общая продолжительность строительства шахты ( $T_{ш}$ , мес.) рассчитывается как сумма продолжительностей строительства отдельных выработок, проведение которых не совмещается во времени (критический путь), выполнение которых требует максимального времени и, следовательно, определяет срок окончания строительства предприятия. Таким образом, общая продолжительность строительства шахты

$$T_{ш} = \sum_{i=1}^N \frac{L_i}{V_i}, \quad (2.2)$$

где  $L_i$  – длина (объем)  $i$ -ой выработки (объектов) или ее часть, м ( $\text{м}^3$ );  $V_i$  – скорость проведения  $i$ -ой выработки, м/мес. ( $\text{м}^3/\text{мес.}$ );  $N$  – число выработок, находящихся на критическом пути.

Если продолжительность строительства шахты  $T_{ш}$ , определенная по календарному графику, выше сроков, предъявляемым к современным проектам, то необходимо принять другой вариант вскрытия, подготовки, системы разработки угольных пластов, применить более совершенные технологии проведения выработок и технику. Соответственно улучшатся и проектные показатели эффективности работы предприятия (малый срок строительства, период окупаемости, рентабельность и др.).

### Пример.

**1. Исходные данные:** Приняты условия примера и соответствующие проектные решения, рассмотренные в практической работе № 1, а именно:

1. Число пластов в шахтном поле –	4
2. Угол падения пластов, град. –	15
3. Размеры шахтного поля, м:	
- по простиранию –	6000
- по падению –	2000
4. Форма залегания (морфология) пластов –	моноклиальная
- нарушенность пластов –	отсутствует
5. Мощность наносов, м –	20,0
6. Производственная мощность шахты, млн. т/год –	3,0
7. Нагрузка на очистной механизированный забой, т/сут.–	5100
8. Факторы, влияющие на технологию разработки пластов по заданию: пожароопасность, повышенная газоносность, повышенная водообильность) –	не учитываются

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 9. Порядок отработки пластов в свите –   | нисходящий      |
| 10. Мощность каждого пласта, м –   | 2,5             |
| 11. Расстояние между пластами по нормали, м –  | 20,0            |
| 12. Схема вскрытия шахтного поля – наклонными стволами, пройденными по нижнему пласту в свите, с капитальными квершлагами и вспомогательным вентиляционным стволом для проветривания уклонной части шахтного поля. |                 |
| 13. Схема подготовки пластов в шахтном поле – панельная (двухсторонняя панель).  |                 |
| 14. Способ подготовки пластов на уровне транспортного горизонта – индивидуальный, пластовый.   |                 |
| 15. Система разработки пласта – длинными столбами по простиранию с обрушением пород вслед за подвиганием очистного забоя.  |                 |
| 16. Число очистных механизированных забоев в работе –  | 2               |
| 17. Порядок отработки выемочного столба –  | обратный        |
| 18. Схема вентиляции выемочного участка –  | возвратноточная |
| 19. Транспорт грузопотока угля –   | конвейерный     |
| 20. Порядок отработки ярусов в панели –  | нисходящий      |
| в шахматном порядке  |                 |

**2. Предварительные графические построения.** Для разработки календарного графика строительства шахты должны быть определены горные выработки технологической схемы, посредством которых осуществляется вскрытие и подготовка пластов для добычи угля очистными забоями. Длины (объемы) данных выработок определяются по соответствующим чертежам (вертикальный разрез схемы вскрытия шахтного поля, горизонтальный разрез схемы вскрытия и подготовки на уровне транспортного горизонта, представленного конвейерным и путевым квершлагами), выполненными в работе № 1.

**3. Расчетные данные.** В календарном графике строительства шахты (пример в табл. 2.2) необходимо рассчитать для каждого объекта время выполнения работ. Строительство шахты начинается с промплощадки, продолжительность подготовки которой можно принять в денежном измерении. Продолжительность проведения каждой выработки ( $T_B$ , мес.) определяется по формуле (2.1). Так, например, продолжительность проведения наклонного путевого (воздухоподающего) ствола, сечением в свету  $18 \text{ м}^2$  длиной 1180 м с темпом проведения 80 м/мес. (табл. 2.1) равна  $1180/80 = 14,75$  мес. Данное значение периода времени в виде линии откладывается на

календарном графике. Таким образом, осуществляя проведение выработок, последовательно друг за другом, или для некоторых выработок – параллельно, сокращая сроки, формируется календарный план строительства шахты.

### **Порядок выполнения практической работы № 2.**

1. Ознакомиться с теоретическими основами работы.
2. Разобраться в примере построения линейного графика календарного плана строительства шахты.
3. В развитие проектного варианта разработки месторождения в пределах шахтного поля, сконструированного в работе № 1, для будущей шахты по чертежам вскрытия, подготовки и системы разработки определяются очередность работ, длины (объемы) и периоды времени строительства каждого объекта (промышленной площадки, горных выработок, монтажа механизированного комплекса и др.).
4. На основе подготовленных графических и расчетных данных вычерчивается линейный график календарного плана строительства шахты.
5. Оформить текстовую и графическую части работы.

### **Контрольные вопросы.**

1. В чем заключается и как решается основная задача организации строительства и развития горных работ шахты?
2. Из каких основных элементов состоит система календарного планирования горных работ в проекте строительства шахты?
3. Что является основой для календарного планирования горных работ в проекте шахты?
4. Что понимается при календарном планировании горных работ шахты под терминами "план" и "график"?
5. Назовите порядок построения календарного плана строительства шахты.

Таблица 2.2

## Пример календарного плана строительства шахты в виде линейного графика

Наименование объектов строительства	Объем работ	Месячный темп строительства	Продолжительность строительства, мес.	Годы, кварталы													
				2012			2013				2014						
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3			
1. Подготовка промышленной площадки шахты, тыс. р.	1280	853,3	1,5	■													
2. Наклонный главный ствол, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	1180 м	100 м	11,8	■	■	■	■										
3. Наклонный путевой (воздухоподающий) ствол, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	1180 м	100 м	11,8	■	■	■	■										
4. Конвейерный квершлаг, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	845 м	100 м	8,4				■	■	■								
5. Путевой (воздухоподающий) квершлаг, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	845 м	100 м	8,4				■	■	■								
6. Панельный основной штрек, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	1475 м	300 м	4,9							■	■	■					
7. Панельный путевой штрек, $S_{св} = 18 \text{ м}^2$	1475 м	300 м	4,9							■	■	■					
8. Бремсберг, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1165 м	200 м	5,8						■	■	■	■					
9. Путевой ходок, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1330 м	200 м	6,6						■	■	■	■					
10. Людской ходок, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1310 м	200 м	6,6						■	■	■	■					
11. Вентиляционный штрек очистного забоя 1, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1450 м	300 м	4,8									■	■				
12. Конвейерный штрек очистного забоя 1, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1450 м	300 м	4,8									■	■				
13. Монтажная камера очистного забоя 1, $S_{св} = 25 \text{ м}^2$	250 м	150 м	1,7											■			
14. Вентиляционный штрек очистного забоя 1бис, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1450 м	300 м	4,8									■	■	■			
15. Конвейерный штрек очистного забоя 1бис, $S_{св} = 12 \text{ м}^2$	1450 м	300 м	4,8									■	■	■			
16. Проведение диагональных печей, $S_{св} = 8 \text{ м}^2$	280 м	300 м	0,9											■			
17. Монтажная камера очистного забоя 1бис, $S_{св} = 25 \text{ м}^2$	250 м	150 м	1,7												■		
18. Монтаж оборудования очистных забоев, тыс. р.	1100	1100	1,0													■	

### **Практическая работа № 3. Тема: Календарное планирование строительства шахты.**

**Цель работы.** Закрепление знаний и приобретение навыков в построении календарного плана строительства шахты в виде сетевого графика на основе линейного, разработанного в практической работе № 2.

**Теоретические основы работы.** *Сетевой план-график* – графическое изображение (модель) комплекса выполняемых работ, отражающее их логическую последовательность, существующую взаимосвязь и планируемую продолжительность и обеспечивающее последующую оптимизацию на ЭВМ графика на основе экономико-математических методов с целью его использования для текущего управления ходом работ. Такие возможности календарные планы работ в виде линейных графиков не имеют.

Сетевая модель оперирует понятиями "работа", "событие", "путь".

**Работа** – любой производственный процесс или иное действие, приводящее к достижению определенных результатов событий. Работа обозначается стрелкой (вектором) без масштаба, указывающей направление слева направо от меньшего номера события к большему, и кодируется номерами этих событий. Работы могут быть трех видов:

- *действительная*, т. е. процесс, требующий затрат труда, времени и ресурсов (выемка угля комбайном, крепление выработки и т. д.);

- *ожидание* – работа, не требующая затрат труда и ресурсов, но занимающая время, необходимое для того, чтобы действительную работу можно будет считать завершенной, т. е. можно будет приступить к выполнению последующей работы (перерывы между сменами, схватывание и твердение бетона и т.д.);

- *зависимость (фиктивная работа)*, означающая логическую (технологическую) связь между двумя или несколькими событиями и указывающая, что возможность начала одной работы зависит от окончания другой. Фиктивная работа не требует ни затрат труда, ни времени, ни ресурсов; она обозначается в сетевом графике пунктирными стрелками.

**Событие** – это факт окончания одной или нескольких работ,

необходимых и достаточных для начала последующих (закончено проведение конкретной выработки и т. д.). На графиках события изображаются кружками.

Событиям присваивают порядковые номера. Работы обозначаются номерами событий, между которыми они заключены

**Путь** – непрерывная последовательность работ от исходного до последующего события сетевой модели. Суммарная продолжительность работ, лежащих на пути, определяет *длину пути*. Путь с наибольшей длиной называется *критическим*. *Критический путь* определяет общую продолжительность планируемых работ по сетевой модели.

При построении сетевых моделей необходимо выполнять правила. Вот некоторые из них:

1) четко формулируются состав работ, начальное, промежуточные и конечное события;

2) работы и события нумеруются последовательно от начала к окончанию, т. е. сетевая модель строится слева направо;

3) стрелки (работы) должны идти в модели от события с меньшим порядковым номером к событию с большим порядковым номером;

4) недопустимо строить замкнутые контуры, т. е. чтобы один и тот же путь возвращался в то же событие, из которого вышел;

5) не должно быть тупиков, т.е. событий из которых не выходит ни одна работа, за исключением конечного;

6) не должно быть хвостовых событий, т. е. событий, в которые не входит ни одна работа, за исключением начального.

Правила кодирования событий сетевого графика:

1) все события кодируются своими собственными номерами – числами натурального ряда без пропусков;

2) номер последующему событию следует присваивать после присвоения номеров предшествующим событиям;

3) стрелка (работа) должна быть всегда направлена из события с меньшим номером в событие с большим номером.

Последовательность проставления цифр в кружки-событий определяется нумерацией событий и направленностью стрелок-работ.

На рис. 3.1 приведены некоторые варианты правильного и неправильного изображений работ и событий сетевого графика.

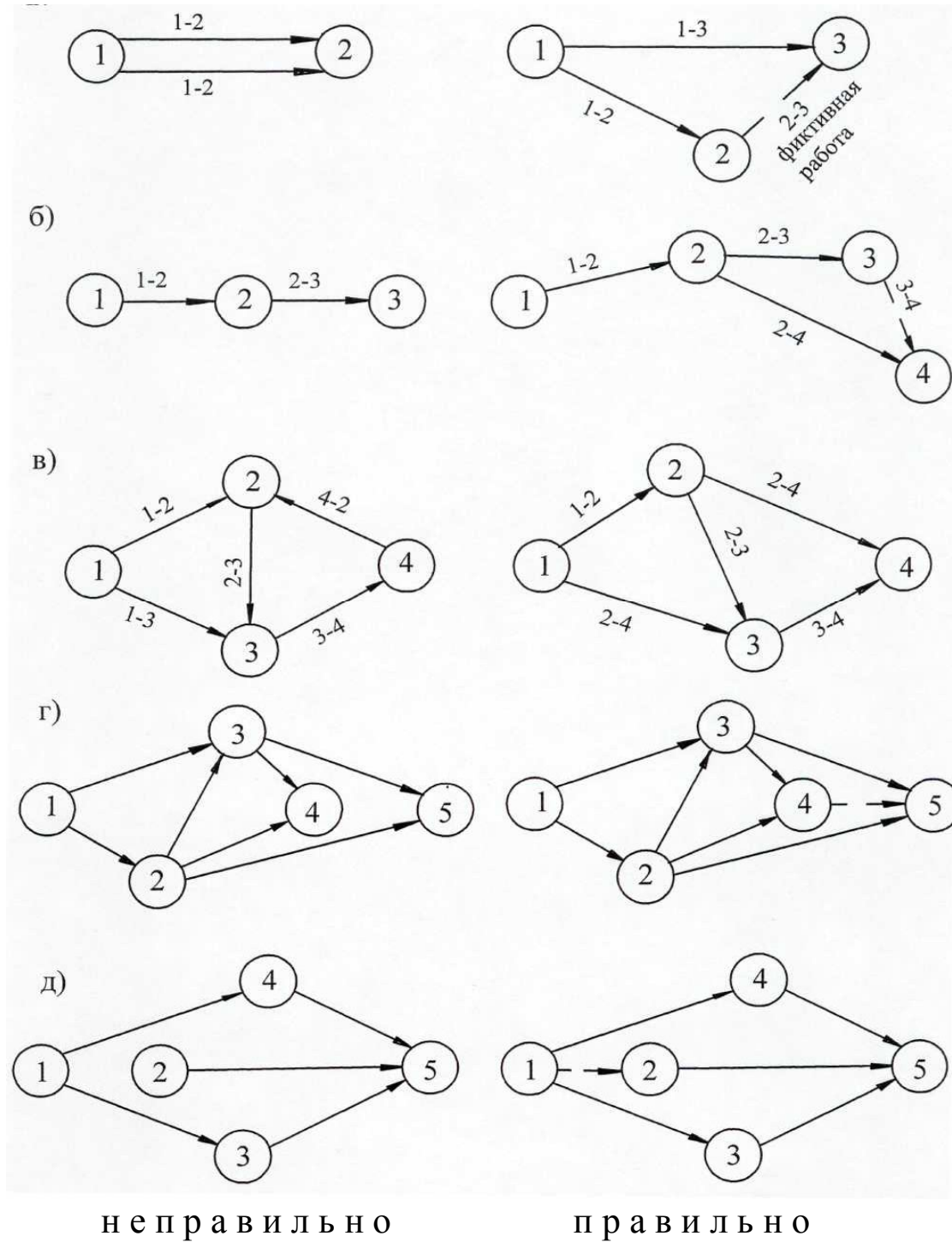


Рис. 3.1. Варианты изображений работ и событий сетевого графика

### Пример.

#### Исходные данные.

Для построения сетевого графика строительства шахты использованы исходные данные и расчетные параметры примера, представленного в практической работе № 2.

### Расчетные данные и графические построения.

1. Расчетные данные в виде продолжительности работ (ресурсы), выполняемых во время строительства шахты, приняты из табл. 2.1.

2. В соответствии правилами, изложенных в теоретических основах работы, и параметрами календарного линейного графика (табл. 2.2) осуществляется построение сетевой модели строительства шахты в составе графика (рис. 3.2) и его параметров (табл. 3.1

Таблица 3.1

Параметры сетевой модели строительства шахты

Индекс работ	Наименование работ	Продолжительность работ, мес.
0-1	Подготовка территории промышленной площадки строящейся шахты (начальное событие "0" – открытие работ)	1,5
1-2	Проведение наклонного путевого ствола	11,8
1-3	Проведение наклонного главного ствола	11,8
2-3, 5-6	Фиктивная работа	0,0
2-5	Проведение путевого квершлага	8,4
3-6	Проведение конвейерного квершлага	8,4
5-17, 17-18	Проведение панельного путевого штрека	4,9
6-20	Проведение панельного основного штрека	4,9
1-4, 4-11, 11-17	Проведение людского ходка	6,6
1-7, 7-12, 12-18, 18-20	Проведение путевого ходка	6,6
7-20	Проведение бремсберга	5,8
7-9, 9-13	Проведение вентиляционного штрека очистного забоя 1	4,8
15-9	Проведение диагональной печи	0,9
12-15, 15-19	Проведение конвейерного штрека очистного забоя 1	4,8
13-19	Проведение монтажной камеры очистного забоя 1	1,7
19-20	Монтаж механизированного комплекса очистного забоя 1	1,0
4-8, 8-10	Проведение вентиляционного штрека очистного забоя 1 бис	4,8
14-8	Проведение диагональной печи	0,8
11-14, 14-16	Проведение конвейерного штрека очистного забоя 1 бис	4,8
10-16	Проведение монтажной камеры очистного забоя 1 бис	1,7
16-20	Монтаж механизированного комплекса очистного забоя 1 бис	1,0
20-21	Приемка шахты в эксплуатацию (переход к конечному событию "21" – окончанию строительства шахты)	0,1
Всего продолжительность строительства шахты (определяется по длине критического пути (0→1→3→6→20→21):		26,7



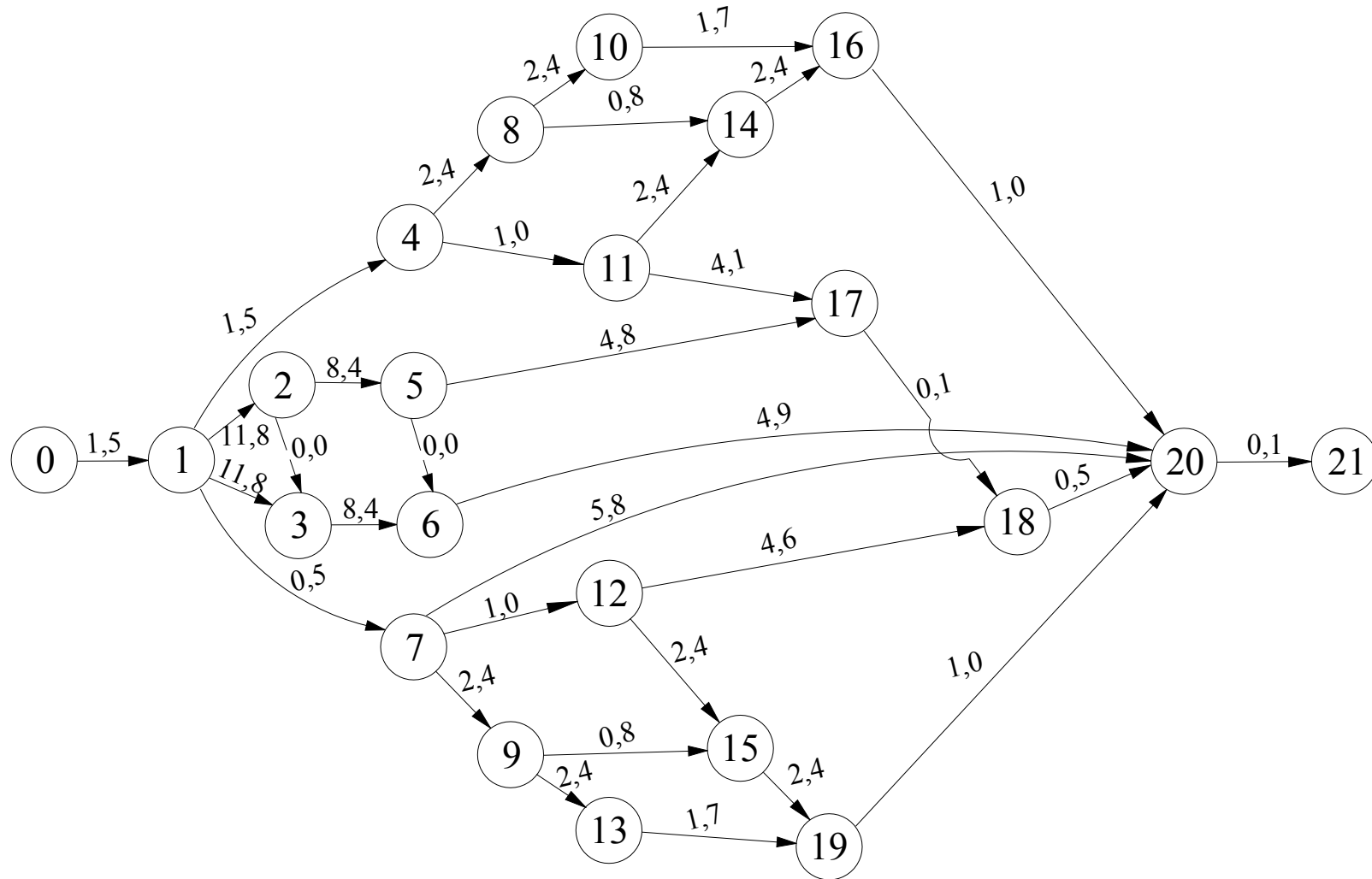


Рис. 3.2. Сетевой график строительства шахты (параметры графика приведены в табл. 3.1)

### **Порядок выполнения практической работы № 3.**

1. Ознакомиться с теоретическими основами работы.
2. Разобраться в примере построения сетевого графика строительства шахты (табл. 2.2, рис. 3.2, табл. 3.1).
3. Для варианта индивидуального задания (табл. 1.1) в соответствии с календарным линейным графиком (практическое занятие № 2) разработать сетевую модель строительства шахты в виде сетевого графика и таблицы.

#### **Контрольные вопросы.**

1. С какой целью строят сетевые графики при планировании горных работ?
2. Перечислите правила построения сетевых моделей.
3. Назовите порядок построения сетевого графика строительства шахты.

### **Практическая работа № 4. Тема: Сетевой график строительства шахты .**

**Цель работы.** Приобретение навыков в планировании развития очистных работ в период эксплуатации шахты при отработке запасов выемочного поля пласта на основе линейного графика ввода-выбытия очистных забоев.

**Теоретические основы работы.** Общие теоретические положения календарного планирования горных работ были рассмотрены на примере строительства шахты в практической работе № 2.

Календарное планирование отработки запасов угольного пласта угля является составной частью организации производства шахты на стадии развития горных работ. Аналогично построению календарного графика строительства шахты планирование отработки запасов выемочного поля осуществляется путем разработки графика ввода-выбытия очистных забоев.

Календарный график ввода-выбытия очистных забоев составляется на основе схемы подготовки и отработки выемочного поля пласта (например, рис. 1.4), расчетов запасов угля, сроков ввода и выбытия из эксплуатации, скорости подвигания лав.

На основе графика ввода-выбытия очистных забоев составляется календарный план отработки запасов пласта лавами в пределах выемочного поля.

**Графические построения.** Согласно индивидуальному заданию (табл. 1.1) для спроектированных в практической работе № 1 схемы подготовки и отработки пласта выполняются расчеты отработки запасов работой очистных забоев. Конструируется график ввода-выбытия очистных забоев (табл. 4.1). Соответственно разработанному графику выполняется чертеж календарного плана отработки запасов выемочного поля (рис. 4.1) в порядке:

1) вычерчивается контуры выемочного поля пласта (принять из масштабов: 1:2000; 1:5000; 1:10000);

2) в пределах выемочного поля на чертеж наносится линиями проектируемые выработки (бремсберг, ходки, штреки), определяющие выемочные участки;

3) в пределах каждого выемочного участка откладывается в масштабе расчетное значение годового погашения запасов очистным забоем.

**Расчетные данные.** Определяются параметры отработки запасов выемочного поля в соответствии с индивидуальным заданием (табл. 1.1) и сконструированной схемой подготовки и отработки пласта (панельной, этажной, погоризонтной) в практической работе № 1.

В качестве примера приведем элементарные формулы расчетов для панельной схемы подготовки пласта.

Запасы выемочного столба  $Z_{ст}$  равны

$$Z_{ст} = \left[ L_k - \left( \frac{b_{бр}}{2} + b_x + l_{бр} + l_x \right) \right] \cdot L_{л} \cdot m \cdot \gamma = L_{ст} \cdot L_{л} \cdot m \cdot \gamma, \text{ тыс. т,}$$

где  $L_k$  – длина крыла панели по простиранию, м;  $b_{бр}$  – ширина бремсберга, м;  $b_x$  – ширина ходка, м;  $l_{бр}$  – ширина целика бремсберга, м;  $l_x$  – ширина целика ходка, м;  $L_{ст}$  – длина выемочного столба, м;  $L_{л}$  – длина очистного забоя, м;  $m$  – мощность пласта, м;  $\gamma$  – плотность угля, т/м<sup>3</sup>.

Суточная скорость подвигания очистного забоя ( $V_{оз}$ , м/сут) определяется по формуле

$$V_{\text{оз}} = \frac{A_{\text{оч}}}{L_{\text{л}} \cdot m \cdot \gamma} \quad (4.1)$$

где  $A_{\text{оч}}$  – суточная нагрузка на очистной забой, т/сут;  $L_{\text{л}}$  – длина очистного забоя, м;  $m$  – вынимаемая мощность пласта, м;  $\gamma$  – плотность угля, т/м<sup>3</sup>.

Годовая и квартальные скорости подвигания очистного забоя (м/год, м/квартал) связаны с количеством рабочих дней в году и квартале (принимая, например,  $N_{\text{р}} = 300$  сут/год;  $N_{\text{р}} = 75$  сут/квартал). Соответственно скорость подвигания в период ввода очистного забоя в эксплуатацию ниже вследствие планирования 70 % его нагрузки в квартал.

Время отработки выемочного столба ( $T_{\text{г}}$ , год) очистным забоем вычисляется по формуле

$$T_{\text{г}} = \frac{L_{\text{ст}}}{V_{\text{г}}}, \quad (4.2)$$

где  $L_{\text{ст}}$  – длина выемочного столба в ярусе, м;  $V_{\text{г}}$  – скорость подвигания очистного забоя, м/год.

### **Пример построения календарного плана отработки запасов панели пласта**

#### **Исходные данные:**

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1) размеры двухкрылой панели, м                   |                               |
| - по простиранию                                  | 3000                          |
| - по падению                                      | 1250                          |
| 2) мощность разрабатываемого пласта, м            | 2,5                           |
| 3) плотность угля, т/м <sup>3</sup>               | 1,35                          |
| 4) длина очистного забоя, м                       | 240                           |
| 5) нагрузка на очистной забой, т/сут              | 5100                          |
| 6) количество действующих очистных забоев в ярусе | 1                             |
| 7) система разработки –                           | длинные столбы по простиранию |
| 8) порядок отработки ярусов –                     | обратный                      |
| 9) порядок отработки выемочных столбов панели –   | шахматный                     |

**Расчеты к примеру:**

Запасы выемочного столба  $Z_{ст}$  равны

$$Z_{ст} = [1500 - (2,5 + 15 + 5 + 20)] \cdot 240 \cdot 2,5 \cdot 1,35 = 1180,575 \text{ тыс. т,}$$

где 1500 – длина крыла панели по простиранию, м; 2,5 – половина ширины бремсберга, м; 15 и 20 – ширина целиков угля в направлении от бремсберга, м; 5 – ширина ходка, м; 240 – длина очистного забоя, м; 2,5 – мощность пласта, м; 1,35 – плотность угля, т/м<sup>3</sup>.

Суточная скорость подвигания очистного забоя определяется по формуле (4.1)

$$V_c = \frac{5100}{240 \cdot 2,5 \cdot 1,35} = 6,3 \text{ м/сут.}$$

Годовая скорость подвигания очистного забоя определяется по формуле

$$V_r = 6,3 \cdot 300 = 1890 \text{ м/год}$$

или

$$V_r = 6,3 \cdot \frac{300}{12} = 157,5 \text{ м/мес.}$$

Время отработки выемочного столба ( $T_r$ , год) очистным забоем вычисляется по формуле

$$T_r = \frac{1457,5}{1890} = 0,77 \text{ , год.}$$

По выполненным расчетам линейный график ввода-выбытия очистных забоев при отработке запасов панели приведен в табл. 4.1.

Соответствующий линейному графику ввода-выбытия очистных забоев календарный план, реализующий схему шахматного порядка отработки запасов панели, представлен на рис. 4.1 и рис. 4.2.

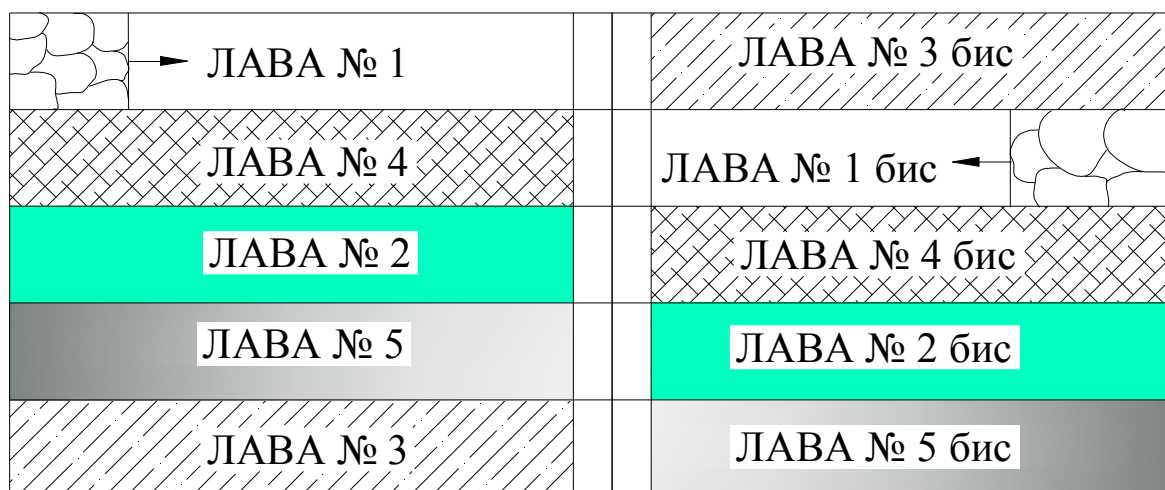


Рис. 4.1. Шахматный порядок одновременной работы лав в двух-сторонней панели: 1-1 бис; 2-2 бис; 3-3 бис; 4-4 бис; 5-5 бис.

### Порядок выполнения практической работы № 4

1. Ознакомиться с теоретическими основами работы.
2. Разобраться в примере построения линейного графика ввода-выбытия очистных забоев и чертежа календарного плана отработки запасов пласта в пределах выемочного поля.
3. В развитие разработанного проектного варианта строительства шахты (практические работы № 1 и № 2) разрабатывается график ввода-выбытия очистных забоев в выемочном поле (табл. 4.1) путем расчета запасов угля в выемочных участках, сроков ввода и выбытия из эксплуатации, скорости подвигания лав.
4. На основе графика ввода-выбытия очистных забоев составляется чертеж календарного плана отработки запасов пласта лавами в пределах выемочного поля (рис. 4.1).

### Контрольные вопросы.

1. Какие факторы влияют на своевременную подготовку выемочного участка?
2. Что понимается под календарным графиком подготовки и отработки запасов панели, этажа, горизонта, пласта?
3. Для каких целей строятся календарные планы развития горных работ на шахте?
4. Назовите порядок построения календарных планов отработки запасов пласта.

Таблица 4.1

## Пример линейного графика ввода-выбытия очистных забоев при отработке запасов панели пласта

Показатели	Пром. запасы угля, тыс. т	Средняя мощность пласта, м	Нагрузка на очистной забой, т/сут.	Годы отработки запасов, кварталы																	
				2012				2013				2014				2015				2016	
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Лава № 1	1180,6	2,5	5100	250,0	360,0	360,0	210,0														
Лава № 1 бис	1180,6	2,5	5100	250,0	360,0	360,0	210,0														
Лава № 2	1180,6	2,5	5100				150,0	360,0	360,0	310,0											
Лава № 2 бис	1180,6	2,5	5100				150,0	360,0	360,0	310,0											
Лава № 3	1180,6	2,5	5100							50,0	360,0	360,0	360,0	50,0							
Лава № 3 бис	1180,6	2,5	5100							50,0	360,0	360,0	360,0	50,0							
Лава № 4	1180,6	2,5	5100											310,0	360,0	360,0	150,0				
Лава № 4 бис	1180,6	2,5	5100											310,0	360,0	360,0	150,0				
Лава № 5	1180,6	2,5	5100														210,0	360,0	360,0	250,0	
Лава № 5 бис	1180,6	2,5	5100														210,0	360,0	360,0	250,0	
Итого по панели:	11805,8	2,5	5100																		
Количество очистных забоев				2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
Количество подготовительных забоев				4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0					
Годовая добыча шахты, тыс. т				530,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	750,0	
в том числе: из очистных забоев				500,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	720,0	500,0
из подготовительных забоев				30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0					

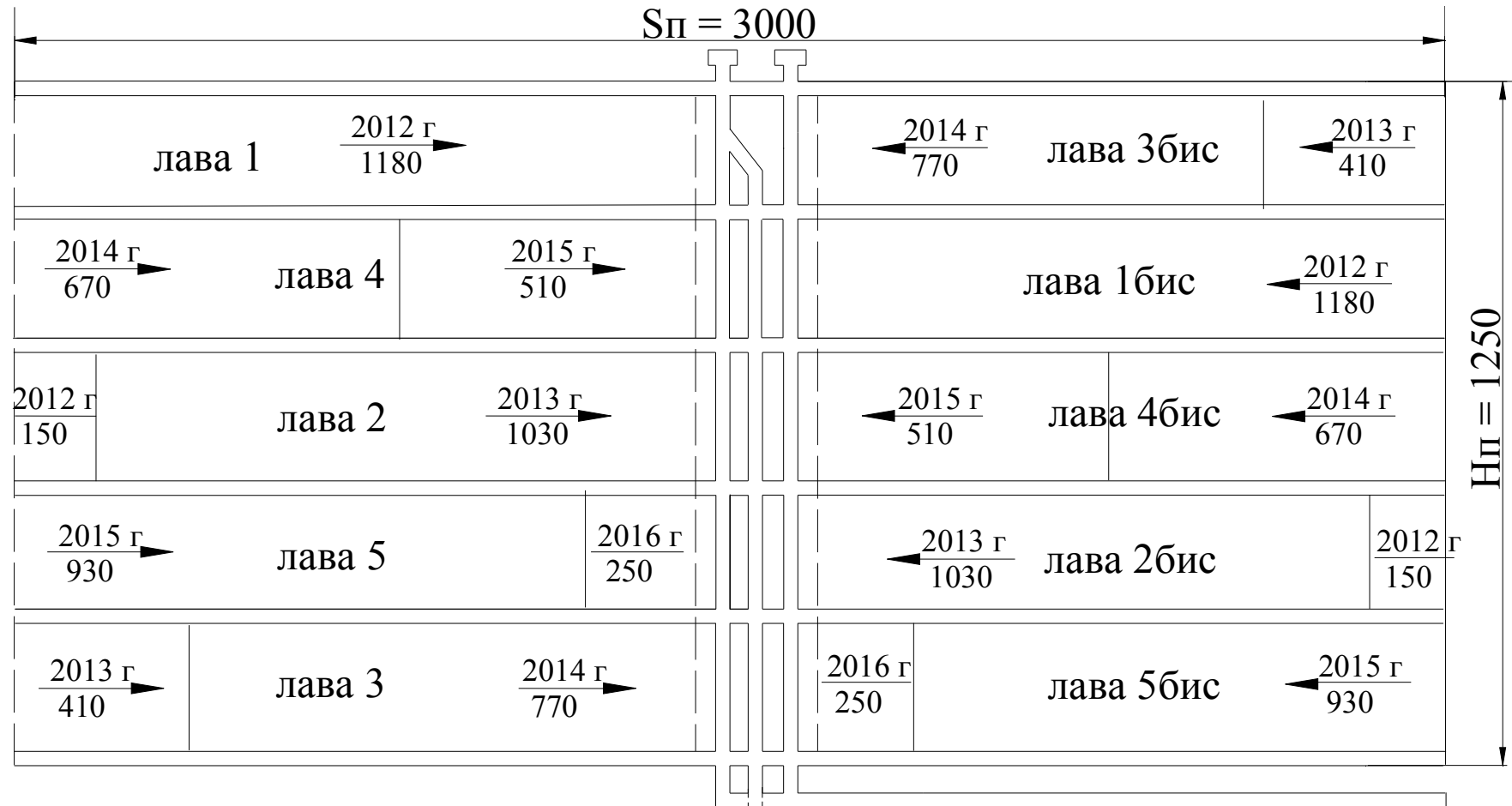


Рис. 4.1. Пример календарного плана отработки запасов панели пласта. По выемочным столбам лав указаны: год добычи, направление отработки и объем добычи в соответствии с календарным графиком (табл. 4.1).



## Практическая работа № 5. Календарное планирование отработки и подготовки запасов пласта.

**Цель работы.** Приобретение навыков в календарном планировании совместной работы подготовительных и очистных забоев в выемочном поле пласта в развитие практической работы № 4. Расчет времени начала подготовки следующего выемочного участка взамен выбывающего.

**Теоретические основы работы.** Основой календарных планов ведения очистных работ, последовательности, объемов и сроков начала и окончания проведения подготовительных выработок являются принятые в проекте технологические схемы разработки пластов, например, [18].

Известно [14, 15], что несоответствие между подготовкой и отработкой очистного фронта неоправданно по многим факторам. Своевременное воспроизводство очистного фронта зависит от горно-геологических, технических, технологических, экономических ресурсов, нормативных ограничений ведения горных работ, качества проходки выработок и является сложной оптимизационной задачей.

В производственной программе воспроизводства очистного фронта планирование подготовки и отработки запасов осуществляется на основе принципа согласования сроков начала и окончания работ между обрабатываемыми и вводимыми в эксплуатацию выемочными участками. В простом случае, т. е. без учета значительного числа неопределенностей информации, должно соблюдаться следующее равенство

$$T_{\text{подг}} - T_{\text{оз}} = (T_{\text{пров}} + T_{\text{вспом}} + T_{\text{рез}}) - T_{\text{оз}} = 0, \text{ мес.} \quad (5.1)$$

где  $T_{\text{подг}} = T_{\text{пров}} + T_{\text{вспом}} + T_{\text{рез}}$  – время, необходимое для подготовки вводимого в эксплуатацию выемочного участка взамен выбывающего, мес;  $T_{\text{пров}}$  – время, необходимое для проведения выработок вводимого в эксплуатацию выемочного участка взамен выбывающего, мес;  $T_{\text{вспом}}$  – время, необходимое для выполнения нормативных мероприятий по подготовке выемочного участка к производственной эксплуатации, мес;  $T_{\text{рез}}$  – резерв времени на непредвиденные задержки при подготовке выемочного участка, принимают  $T_{\text{рез}} = 1-2$

мес;  $T_{оз}$  – время отработки запасов оставшейся части выбывающего участка, мес.

В уравнении (5.1) возможны следующие соотношения между временными показателями:

1.  $T_{подг} > T_{оз}$  – время подготовки следующего выемочного участка больше времени отработки запасов оставшейся части выбывающего участка, мес. Подготовка следующего выемочного участка должна начинаться раньше времени отработки запасов выбывающего участка. Создается определенная напряженность в подготовке очистного фронта по шахте;

2.  $T_{подг} = T_{оз}$  – время начала подготовки следующего выемочного участка совпадает со временем отработки запасов выбывающего участка, мес. Существует относительное равновесие между работой подготовительных и очистных бригад.

3.  $T_{подг} < T_{оз}$  – время подготовки следующего выемочного участка меньше периода времени отработки запасов выбывающего участка, мес. Создается определенный резерв времени в подготовке очистного фронта и как следствие – подготовительные бригады могут простаивать, переводится на другие работы и т. д.

При подготовке и отработке запасов угля выемочных участков пластов комплекс планируемых работ может быть представлен в виде трех основных групп: 1) очистные работы – отработка запасов выемочных участков; 2) подготовительные работы – проведение выработок вводимых в эксплуатацию выемочных участков взамен погашаемых; 3) вспомогательные работы – выполнение нормативных мероприятий по подготовке выемочных участков к эксплуатации в виде дегазации, снижению выбросов и удароопасности, осушению и прочие. Соответственно для каждого класса систем разработки пластов и их разновидностей характерна своя календарная взаимосвязь между местоположением очистных и подготовительных забоев и проведением вспомогательных работ.

Расчет временных переменных, входящих в уравнение (5.1) производится на основе физических объемов и нормативов выполнения работ: протяженности и темпов проведения выработок, протяженности выемочных участков и темпов подвигания очистных забоев, параметров дегазации, осушения и других необходимых мероприятий. При этом начало работ по подготовке следующего выемочного участка рассчитывается в обратном порядке – от кален-

дарной даты ввода следующего очистного забоя в эксплуатацию взамен выбывающего.

### **Пример календарного графика подготовки и отработки запасов панели угольного пласта.**

**Условия задачи:** Для условий примера, приведенного в практических работах № 2 и № 4 составить календарный график работы подготовительных и очистных забоев № 1 и № 3. Требуется после проведения подготовительных выработок лавы № 3 выполнить дегазацию выемочного столба, время дегазации  $t_{\text{дег}} = 6$  мес. Вентиляционный и конвейерный штреки проводятся одновременно. Время дегазации выемочного столба  $t_{\text{дег}} = 6$  мес. совмещается с временем монтажа комплекса  $t_{\text{мон}} = 1$  мес. Время резерва на непредвиденные задержки при подготовке столба принять  $T_{\text{рез}} = 1$  мес.

#### **Расчеты к примеру:**

Определим время  $T_{\text{подг}}$  по формуле (5.1), необходимое на подготовку следующего выемочного столба (лава № 3) к ведению очистных работ

$$T_{\text{подг}} + T_{\text{рез}} = t_{\text{дег}} + t_{\text{мон}} + t_{\text{мк}} + t_{\text{шт}} + T_{\text{рез}} = 6,0 + 1,7 + 4,9 + 1,0 = 13,6 \text{ мес.}$$

где  $t_{\text{дег}}$  – время дегазации,  $t_{\text{дег}} = 6$  мес.;  $t_{\text{мон}}$  – время монтажа очистного комплекса в лаве № 2,  $t_{\text{мон}} = 1$  мес. Данные работы совмещаем, поэтому принимаем наибольшее значение из данных временных периодов 6 мес.;  $t_{\text{мк}}$  – время проведения монтажной камеры длиной 250 м с темпом проведения 150 м/мес. (табл. 2.1) равно  $t_{\text{мк}} = 250/150 = 1,7$  мес;  $t_{\text{шт}}$  – время проведения вентиляционного и конвейерного штреков с темпом проведения 300 м/мес. (табл. 2.1) равно  $t_{\text{шт}} = 1457,5/300 = 4,9$  мес.; время резерва на непредвиденные задержки при подготовке столба  $T_{\text{рез}} = 1$  мес.

Время отработки выемочного столба лавой № 1 рассчитывается в соответствии с формулой (4.1)

$$T_{\text{г}} = \frac{L_{\text{ст}}}{V_{\text{м}}} = \frac{1457,5}{157,5} = 9,25, \quad \text{мес.}$$

Таким образом,  $13,6 \text{ мес} > 9,25 \text{ мес.}$  – т. е. время подготовки нижележащего выемочного столба лавы № 2 к запуску ее в эксплуатацию больше периода времени отработки выемочного столба лавой № 1. Это неравенство характеризует дефицит времени  $9,25 - 13,6 = - 4,35 \text{ мес.}$  в подготовке запасов следующего выемочного столба лавы № 2. Для панели характерна ситуация ведения горных работ, в которой темпы подготовки запасов следующих выемочных столбов ниже темпов их погашения. Для обеспечения ритмичной работы шахты подготовка следующих выемочных столбов к эксплуатации в панели должна начитаться заранее за  $4,35 \text{ мес.}$  взамен выбывающих.

Фрагмент календарного графика развития горных работ в панели в виде отработки запасов выемочного столба лавы № 1 и подготовки следующего к эксплуатации (лавы № 2) приведен в табл. 5.3.

### **Порядок выполнения практической работы № 5**

1. Ознакомиться с теоретическими основами работы.
2. Разобраться в примере календарного графика отработки запасов выемочного столба лавой № 1 своевременной подготовки следующего выемочного столба для лавы № 2.
3. В развитие проектного варианта строительства шахты (практические работы № 2, № 4) производится расчет календарного периода, в который необходимо начать проходческие работы для своевременного ввода в эксплуатацию следующей лавы в выемочном поле.
4. Построить линейный график развития следующих работ: погашение запасов выемочного участка лавой № 1 и необходимые подготовительные работы по вводу в эксплуатацию выемочного участка лавы № 2.

### **Контрольные вопросы.**

1. С какой целью планируются работы очистных и подготовительных забоев при отработке запасов выемочных полей шахты.
  2. Какие основные виды работ должны учитываться при плановой подготовке и отработке запасов участков в выемочном поле?
  3. Каким образом обеспечивается соответствие между подготовкой и отработкой очистного фронта по шахте?
-

Таблица 5.1

Для условий примера фрагмент графика развития горных работ в панели пласта  
(погашение запасов выемочного столба лавой № 1 и подготовка запасов выемочного столба лавы № 2)

Наименование работы	Объем работ, м	Месячный темп продвижения забоя, м/мес.	Продолжительность работы, мес.	Годы, кварталы																			
				2013				2014				2015											
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV								
1. Погашение запасов выемочного столба лавой № 1	1457,5	157,5	9,25																				
2. Проведение вентиляционного штрека лавы № 2	1457,5	300	4,9																				
3. Проведение конвейерного штрека лавы № 2	1457,5	300	4,9																				
4. Проведение монтажной камеры лавы № 2	250	150	1,7																				
5. Монтаж оборудования в лаве № 2	-	-	1,0																				
6. Дегазация выемочного столба лавы № 2	1457,5	-	6,0																				
7. Погашение запасов выемочного столба лавой № 2	1457,5	157,5	9,25																				

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малкин, А.С. Проектирование шахт: учеб. для вузов / А.С. Малкин, Л. А. Пучков, А.Г. Саламатин, В.М. Еремеев. – М.: Изд-во Академии горн. наук, 2000. – 375 с.
2. Проектирование угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик / под ред. Е.В. Петренко. – М.: Недра коммюникейшнс ЛТД, 2000. – 312 с.
3. Бурчаков, А.С. Выбор технологических схем угольных шахт / А.С. Бурчаков, В.А. Харченко, Л.А. Кафорин. – М.: Недра, 1975. – 274 с.
4. Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых / под ред. А.С. Бурчакова. – М.: Недра, 1983. – 487 с.
5. Бурчаков, А. С. Технология и механизация подземной разработки пластовых месторождений: учеб. для вузов / А.С. Бурчаков, Ю.А. Жежелевский, С.А. Ярунин. – М.: Недра, 1989. – 430 с.
6. Способы вскрытия, подготовки ее системы разработки шахтных полей / под ред. Б.Ф. Братченко. – М.: Недра, 1985. – 494 с.
7. Михеев, О.В. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий: учеб. пособие / О.В. Михеев, В.Г. Виткалов, Г.И. Козовой, В.А. Атрушкевич. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2001. – 487 с.
8. Основы горного дела. Подземная геотехнология : Практикум / К. А. Филимонов, Ю. А. Рыжков, Д. В. Зорков, Р. Р. Зайнулин ; ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева". – Кемерово, 2012. -144 с.
9. Шестаков В. А. Проектирование горных предприятий: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М22.: Изд-во Моск. госуд. горн. ун-та, 2003. – 795 с.
10. Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых / под ред. А.А. Борисова. С.Г. Андрушкевич, А.А. Борисов, Д.Ф. Борисов и др. – М.: Недра, 1972. – 536 с.
11. Правила безопасность в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 05. Выпуск 11 / колл. авт. – М.: Государственное унитарное предприятие "НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2003. – 296 с.
12. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. – М.: Недра, 1976. – 303 с.

13. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт. ВНПТ 1-92 / колл. авт. – М.: М-во топлива и энергетики. Комитет уголь. промышленности, 1993. – 111 с.

14. Стариков А. В. Планирование концентрации и развития горных работ на угольных шахтах. – М.: ИПКОН, 1982. – 124 с.

15. Вылегжанин В. Н. Проектирование шахт: учеб. пособие / В. Н. Вылегжанин, В. П. Мазикин, В. Н. Хомченко; под ред. В. Н. Вылегжанина. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 112 с.

16. Ялевский В. Д. Модульные горнотехнические структуры вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса (Теория. Опыт. Проекты) / В. Д. Ялевский, В. А. Федорин. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 224 с.

17. Скукин, В.А. Экономика горного производства и менеджмент: учеб. пособие / В.А. Скукин, А.Н. Супруненко, Л.С. Скрынник; ГУ КузГТУ. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2007. – 478 с.

18. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах: в 2-х ч. Ч.1: Технологические схемы / ИГД им. А. А. Сковчинского. – М.: Минуглепром СССР, 1979. – 333 с.

19. Технологические схемы разработки пологих и наклонных пластов Кузнецкого бассейна. – Прокопьевск: КузНИУИ, ВостНИИ, 1988. – 77 с.

20. РД 05-328-99. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам.

21. РД 05-350-00 Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа.

22. Инструкции по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса. – Кемерово, 2007. – 67 с.

23. Методические указания по оформлению курсовых, дипломных проектов и отчетов по практикам для студентов всех форм обучения горных специальностей / сост. : А. Н. Супруненко. – Кемерово : КузГТУ, 2007. – 33 с.