

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА

Кафедра «Строительства»

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ**  
**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

для студентов направления «Строительство»

Бишкек 2020

**УДК 69(076)**

*Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Строительство»  
протокол № 2 от 10 октября 2019 г.*

**Рецензент** - докт. техн. наук, доцент *Логинов Г.И.*

**Составитель** – канд. техн. наук, доцент *А.К. Акматов*

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.**

Методическое пособие / Сост. А.К. Акматов. – Бишкек, 2020. – 32 с.

Табл. 14. Илл. 9. Библиогр. 21: назв.

Излагается методика выполнения расчетно-графической работы, приводится необходимый теоретический материал, дается список рекомендуемой литературы.

Методическое пособие предназначено для студентов направления «Строительство»

## Содержание

	Введение .....	4
1.	Определение объемов работ.....	5
2.	Определение параметров крана.....	6
3.	Определение трудовых затрат и машинного времени.....	19
4.	Выбор строительного крана.....	20
5.	Выбор транспортных средств для возведения зданий .....	21
5.1.	Расчет потребного количества транспортных средств.....	21
6.	Разработка календарного плана производства работ при возведении здания .....	24
6.1	Расчёт численности персонала. Расчет временных зданий.....	26
7.	Разработка мер безопасности при производстве строительных работ.....	27
7.1.	Определение границ опасных зон на строительной площадке.....	27
8.	Разработка строительного генерального плана .....	28
9.	Состав графической части .....	29
10.	Состав пояснительной записки .....	29
	Список литературы.....	30

## **ВВЕДЕНИЕ**

Проектирование здания начинается со сбора исходных данных, определяющих цель строительства здания, их анализа, особенностей и условий возведения здания. Исходная информация включает характеристики архитектурно-конструктивной части проекта, производственно-технических условий и района строительства, директивные сроки строительства, список справочной и технической литературы. Студент получает от преподавателя индивидуальное задание для выполнения работы.

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ

По заданному конструктивному решению здания следует выбрать и рассчитать объем и массу каждого железобетонного элемента: сборного или монолитного, определить их количество, с учетом [8,11].

Объемы работ определяются согласно архитектурно-строительной части и выданному заданию. Производится выбор строительных конструкций с составлением спецификации и с учетом [8,11,12]. (см. табл. 1).

Таблица 1-Спецификация сборных конструкций

№ п/п	Наименование элементов	Эскиз или марка по каталогу	Кол-во	Масса, т		Объем бетона, м <sup>3</sup>		Площадь, м <sup>2</sup>
				одного элемента	всех элементов	одного элемента	всех элементов	

Процесс возведения зданий ведется строго согласно проектной документации [11,12].

Все полученные данные по конструкциям и видам работ заносятся в ведомость подсчета объемов работ (см. табл. 2). Единицы измерений и название строительных работ необходимо принимать согласно параграфам «Единых норм и расценок» (ЕНиР) [13] строго для данных видов работ.

Таблица 2-Ведомость расчета объемов работ

№ п/п	Наименование строительного процесса и работ	Ед. изм.	Формула для расчета	Кол-во

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРАНА

На выбор подъемного крана оказывают влияние нижеприведенные основные факторы [5,8,]:

– объемно-планировочные и конструктивные решения возводимого здания или сооружения, масса монтируемых элементов, методы и способы возведения, технико-экономические характеристики монтажных машин;

При необходимости следует учитывать возможность оснащения крана сменными устройствами (дополнительными стрелами, гуськами и т.д.).

Для выбора подъемного крана основными техническими параметрами являются [4,8]:

– грузоподъемность  $G_{mp}$  – максимальный вес строительного элемента по таблице 1, т;

– высота подъема наиболее длинных элементов  $H_{тр.кр}$  – размер по высоте от уровня стоянки крана до низа крюка монтажного приспособления и определенном вылете стрелы с крюком  $L_{тр.стр}$ , м;

– вылет требуемый стрелы с крюком  $L_{тр.стр}$  – размер между вертикальной осью вращения поворотной платформы и вертикальной осью центра крюковой обоймы, м;

– грузовой момент  $M_{гр.мп}$  – определяется как произведение массы груза, т на величину вылета стрелы, м - (т·м).

### ***Определение требуемых параметров любого вида кранов:***

1. Требуемая высота подъема крюка  $H_{тр.кр}$  определяется по формуле (1):

$$H_{тр.кр} = h_0 + h_э + h_з + h_c, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $h_0$  – превышение опор монтируемого элемента над уровнем стоянки крана, м;  $h_э$  – высота или толщина элемента в монтажном положении, м;  $h_з$  – запас по высоте, по условиям безопасного монтажа для заводки конструкции к месту установки или переноса через ранее смонтированные конструкции (не менее 1–1,5 м);  $h_c$  – высота строповки в рабочем положении от верха крана до монтируемого элемента, м.

2. Требуемая грузоподъемность  $G_{тр}$  определяется как

$G_{мп} \geq P_{э\max}^n$ , где  $P_{э\max}^n$  – максимальная масса конструкции и оснастки, т, определяемая как

$$P_{э\max}^n = P_k^n + P_o^n,$$

где  $P_k^n$  – масса монтируемого конструктивного элемента, т;  $P_o^n$  – масса установленной на нем оснастки, т.

### **Самоходный кран на гусеничном ходу.**

Для самоходных кранов устанавливаются места его стоянок на строительной площадке, схемы возведения конструкций с каждой стоянки крана согласно ППР [1]. Стоянки крана устанавливаются в зависимости от объемно-планировочных решений объекта, в зависимости от этого устанавливается и длина путей перемещения крана.

Длина стрелы самоходного крана  $L_{тр.стр}$  определяется как

$$L_{мп.стр} = \frac{h_o - h_{ш}}{\sin \alpha} + \frac{b + 2s}{2 \cos \alpha},$$

где  $h_o$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана, м;  $h_{ш}$  – высота шарнира пяты стрелы крана от уровня стоянки крана, м;  $\alpha$  – угол наклона стрелы к горизонту, при котором длина стрелы будет наименьшей, град;  $b$  – ширина (длина) элемента, м;  $s$  – расстояние от края здания или ранее смонтированного элемента до оси стрелы,  $s = 1-1,5$  м (см. рис. 1);

$$L_{мп.стр} = L' + L'' = \frac{h'}{\sin \alpha} + \frac{k}{\cos \alpha} = \frac{h'}{\cos \alpha} + \frac{\left(\frac{b}{2} + s\right)}{\cos \alpha} = \frac{h_o - h_{ш}}{\sin \alpha} + \frac{b + 2s}{2 \cos \alpha}, \text{ м, (2)}$$

где параметры  $L', L'', h', k, b, s$  приведены на рис. 1. 4. Наименьшая длина стрелы крана  $L_{тр.стр\min}$  обеспечивается при наклоне ее оси под углом  $\alpha$ , определяемым из значения его тангенса по формуле (3).

Вылет стрелы  $L_{мп.стр}$ , для самоходных кранов, определяется по формулам (3) и (5):

а) для кранов без гуська (см. рис. 1):

$$L_{мп.стр} = \frac{h_o - h_{ш}}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{b}{2} + s + d, \text{ м, (3)}$$

$$\text{где } \operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot (h_o - h_{ш})}{b + 2s}}, \text{ (4)}$$

$\frac{h_o - h_{ш}}{\operatorname{tg}\alpha} = L_1$ , м; d – см. рис. 1; б) для кранов с гуськом (см. рис. 2):

$$L_{\text{тр.стр}} = \frac{h_o - h_{ш}}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{L_2}{\cos\beta} = L' + L'', \text{ м}, \quad (5)$$

где параметры  $L_2, L', L'', \alpha, \beta$  показаны на рис. 2.

4. Требуемый грузовой момент крана рассчитывается по формуле

$$M_{\text{гр.тр}} = P_3 \cdot (L_{\text{тр.стр}} - d), \text{ т} \cdot \text{м},$$

где  $P_3$  – масса монтируемого элемента, т;  $L_{\text{тр.стр}}$  – требуемый вылет стрелы (см. формулы выше), м; d – расстояние от оси шарнира стрелы до оси вращения платформы крана, м.

По рассчитанным минимальным требуемым параметрам монтажных кранов подбирают краны, технические параметры которых наиболее близки к требуемым расчетным параметрам [3,4].

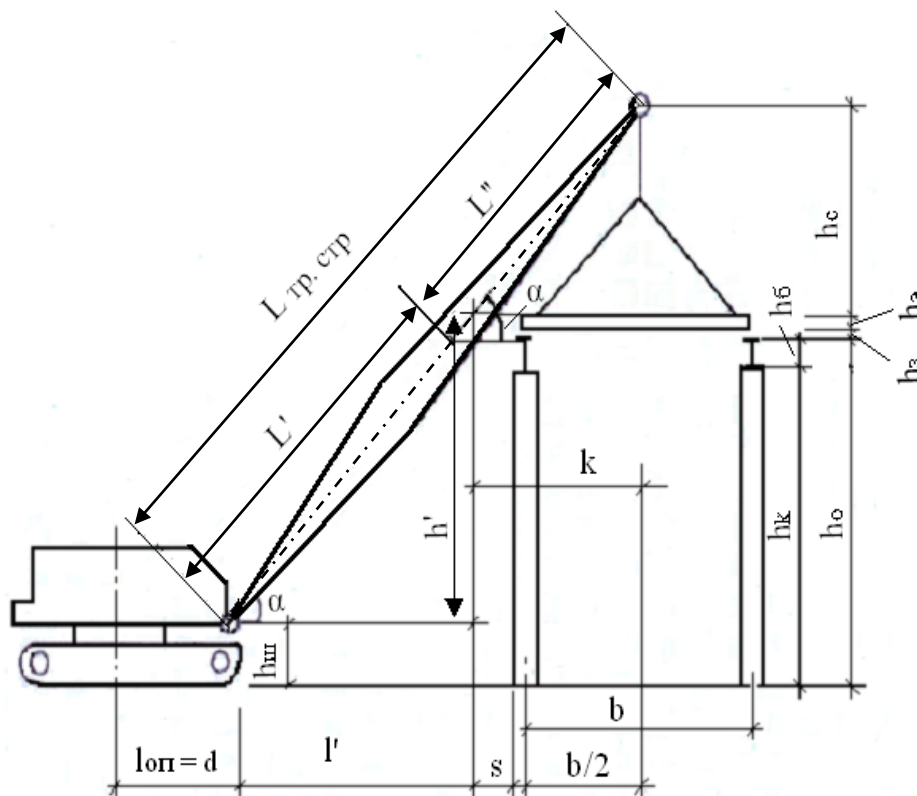


Рисунок 1. Схема для выбора параметров самоходного крана аналитическим способом



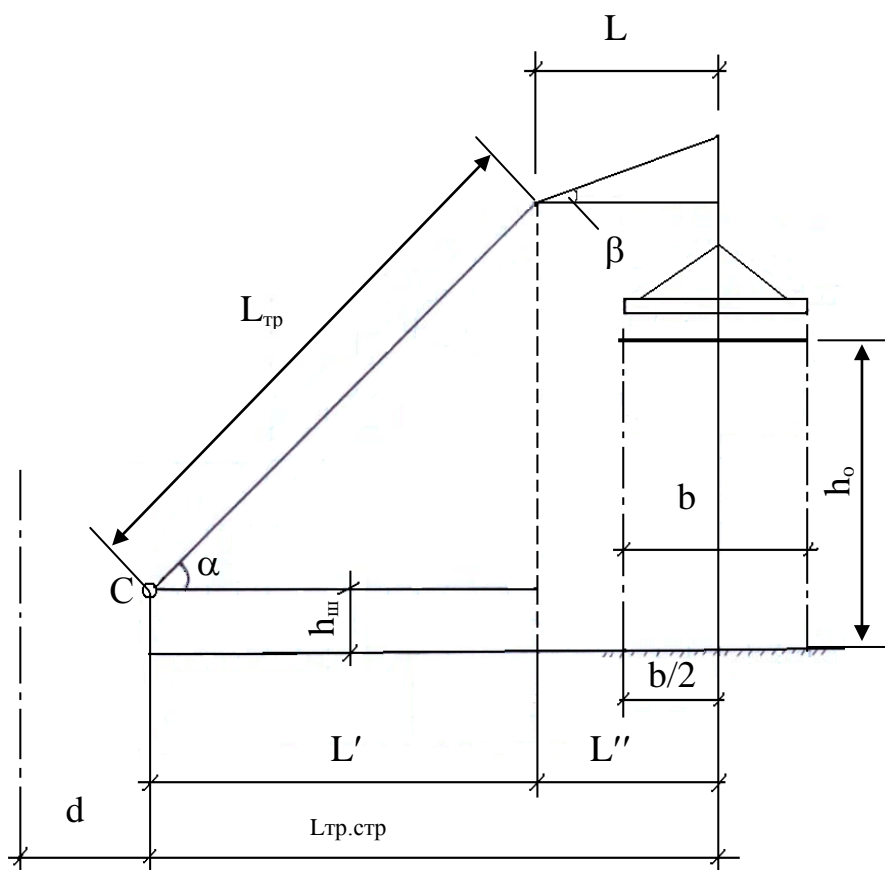


Рисунок 2. Схема для выбора параметров крана с гуськом аналитическим способом

**Пример.** Выбор крана графическим методом по техническим параметрам (рис.5).

Требуется подобрать кран для монтажа плит покрытия графическим методом для одноэтажного промышленного здания. Плиты имеют длину 6 м, ширину 3 м и толщину 0,2 м. Вес плиты 8,5 т. Строповка плиты осуществляется траверсом № 4960, разработанным институтом «Промстройконструкция» с параметрами  $h_{т.п} = 2$  м;  $g_{т.п} = 1,006$  т.

Высота монтажного горизонта составляет  $h_0 = 10,8$  м, шаг колонн – 6 м, пролет ферм (балок) – 6 м, высота балки  $h_3 = 1,3$  м.

**Решение:**

а) определение высоты подъема крюка крана. Высоту подъема крюка крана определить из выражения

$$H_{тр.кр} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{т.п}, \text{ м,}$$

где  $h_0$  – высота монтажного горизонта от уровня столика крана, м;  $h_1$  – высота монтируемого элемента,  $h_1 = 1,3$  м;  $h_2$  – запас по высоте из условия требований техники безопасности,  $h_2 = 0,5 \dots 2,0$  м, принимаем  $h_2 = 2,0$  м;  $h_{т.п}$  – высота такелажного приспособления,  $h_{т.п} = 2,0$  м;

$$H_{тр.кр} = 10,8 + 1,3 + 0,2 + 0,5 + 2,0 = 14,8 \text{ м};$$

б) определение необходимой грузоподъемности крана. Необходимую грузоподъемность крана определить по формуле

$$G_{кр} = G_{эл.макс} + g_{т.п},$$

где  $G_{эл.макс}$  – масса самого тяжелого элемента, т;  $g_{т.п}$  – вес такелажного приспособления, т;

$$G_{кр} = 8,5 + 1,066 = 9,56 \text{ т};$$

в) для определения параметров графическим способом необходимо вычертить контуры монтируемого здания, ось расположения поднимаемых элементов и ось стрелы крана, которая должна пройти через 2 точки: точки «А» и «В».

Точка «А» располагается от крайней точки установленной конструкции (фермы, стены, ригеля), например, фермы, в сторону, параллельную движению крана, на расстоянии  $1 \dots 1,5$  м и вверх на  $1,0 \dots 1,5$  м.

Положение точки находится как

$$H_{тр.кр} + 1,5, \text{ м},$$

где  $1,5$  – высота от крюка крана до оси оголовка стрелы, м (рис. 3);

г) определение высоты строповки при зацеплении груза гибкими стропами. Высота строповки  $h_B^{стр}$  определяется по формуле (6):

$$h_B^{стр} = \frac{B}{2tg\alpha}, \text{ м}, \quad (6)$$

где  $B$  – расстояние между крюками стропа при зацеплении, м;  $tg\alpha$  – угол наклона ветви стропа к вертикали, град. где  $B$  – расстояние между крюками стропа при зацеплении, м;  $tg\alpha$  – угол наклона ветви стропа к вертикали, град.

В случае использования траверсы при расчете высоты строповки  $h_B^{стр}$  необходимо сначала определить высоту гибкого стропа  $h_1$  по формуле (7):

$$h_1 = \frac{B}{2tg\alpha}, \text{ м}. \quad (7)$$

Тогда

$$h_{\text{в}}^{\text{стр}} = h_1 + h_{\text{ф}}^{\text{трав}}, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $h_{\text{ф}}^{\text{трав}}$  – высота фермовой траверсы, м;  $h_1$  – высота гибкого стропа (см. рис. 4).

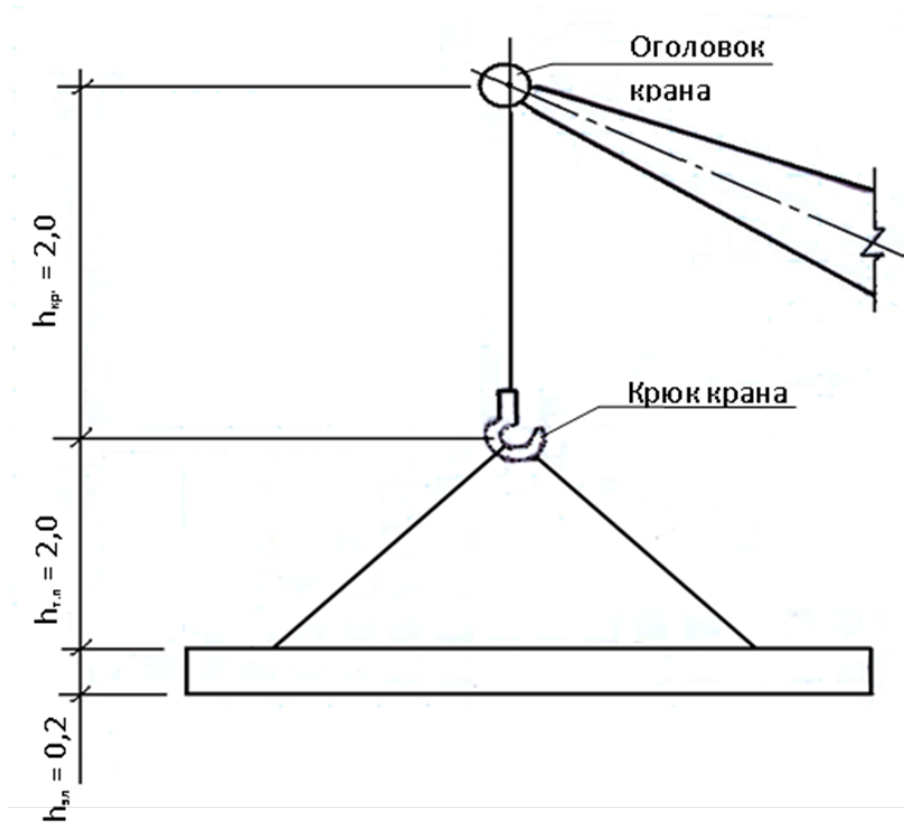


Рисунок 3. Определение высоты от крюка крана до оси оголовка стрелы

Тросы для любых кранов должны быть стандартными и снабжены паспортом. Допускаемое для троса усилие  $S$  определяется по формуле

$$S = S_{\text{п}}/K, \text{ т}, \quad (9)$$

где  $S_{\text{п}}$  – разрывное усилие каната (принимается по паспорту), т;  $K$  – коэффициент запаса прочности каната (принимается по нормам Ростехнадзора):

- для тросов, идущих на ванты,  $K = 3,5$ ;
- для полиспастов, грузовых и стреловых канатов, механизмов с ручным приводом  $K = 4$ ;

- для полиспастов с механическим приводом с легким, средним и тяжелым режимами работы – соответственно  $K = 5,9$ ;  $K = 5,5$ ;  $K = 6,0$ ;
- для стропов  $K = 6 \dots 8$ .

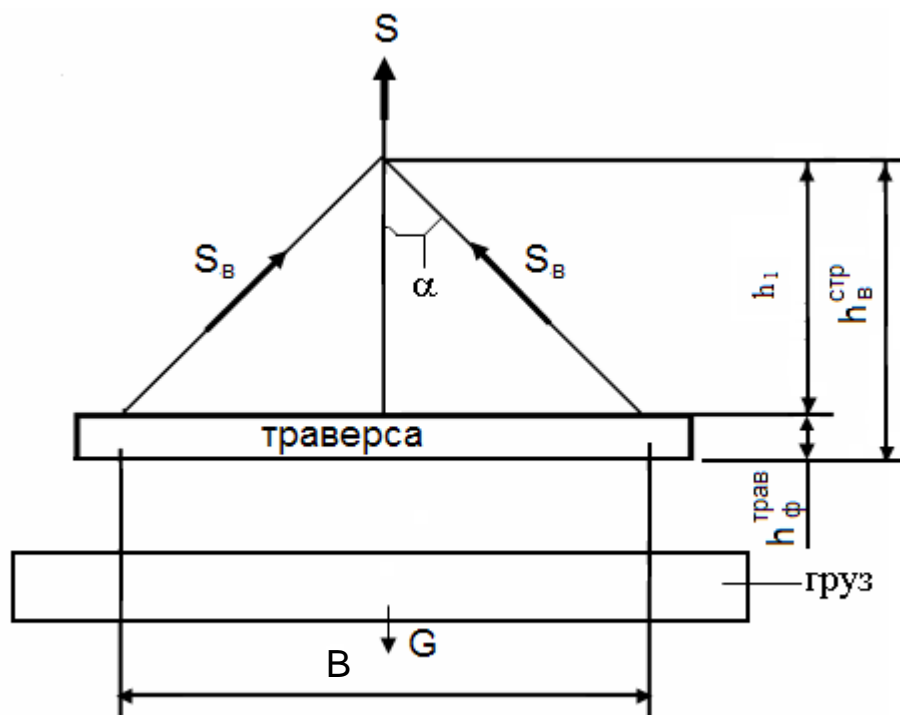


Рисунок 4. Схема к расчету строп

Траверсы - это устройства с жесткими элементами и в основном балочного типа. Траверса в отличие от гибкого стропа дает возможность уменьшить высоту строповки, изменить направление усилий, возникающих в поднимаемом элементе. Усилие  $S$ , возникающее в каждой ветви стропа, определяют по формуле (10):

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{G}{mk}, \text{ т,} \quad (10)$$

где  $\alpha$  – угол наклона ветви стропа к вертикали, проходящей через точку подвеса, град.;  $G$  – масса поднимаемого груза, т;  $m$ - количество ветвей стропа;  $k$  – коэффициент неравномерности загрузки ветвей и способа их прикрепления.

Концы стропов предназначены для навески на крюк крана или для крепления к крюкам, скобам, кольцам и захватным устройствам (см. рис. 4).

Составляется табл. 3 грузозахватных и монтажных приспособлений [15], приведенная ниже;

Таблица 3-Грузозахватные и монтажные приспособления

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз	Грузоподъемность, т	Масса, т	Расчетная высота, м

д) выше уровня расположения крана на высоте 1,5 м проводят линию, которая проходит через шарнир стрелы крана. Через точки В и А проводят прямую до пересечения с линией N-N в точке С. От точки пересечения прямой ВАС с линией N-N в точке С вправо откладывают расстояние  $L_{оп}$ , соответствующее положению оси поворота крана;

е) от шарнира крана до оси установки конструкции O-O' измеряют расстояние от оси установки конструкции O-O' до оси поворота крана  $L_{выл.стр.}$ .

Вылет стрелы крана  $L_{выл.стр.кр.} = L_{выл.стр.} + L_{оп}$ , длина стрелы крана  $L_{стр.кр.}$ , равная отрезку ВАС, определяются, как показано на рис. 5. За счет удлинения стрелы можно уменьшить ее вылет и приблизить кран к сооружению (пунктирные линии на рис. 5). Остальные вычисления производят, исходя из рис. 5.

При выборе крана с гуськом вправо от точки откладывают размер гуська ВК, и ось стрелы проводят от конца гуська – точка «К» через точку А или за этой точкой при большей длине гуська, а затем строят схему так же, как на рис. 6.

При выборе крана с гуськом вправо от точки «В» откладывают размер гуська «ВК» и ось стрелы проводят от конца гуська «К» через точку «А» или за этой точкой при большей длине гуська, а затем строят схему так же, как на рис. 6;

ж) величина грузового момента, необходимого для подъема элемента с максимальным весом -  $M_{гр.макс}$ , определяется по формуле

$$M_{гр.макс} = P_{эл.макс} \cdot (L_{стр.гр} - d) = P_{эл.макс} \cdot (L_{стр.гр} - L_{о.п.}), \text{ Т} \cdot \text{М},$$

где  $P_{\text{эл.макс}}$  – масса самого тяжелого из поднимаемых элементов с учетом веса монтажной оснастки, т;  $L_{\text{стр.тр}}$  – вылет стрелы, необходимый для установки конструктивного элемента, м;  $d$  – полная база крана, м;  $L_{\text{о.п}}$  – половина базы крана, м, можно принять для расчетов 1,0...1,5 м. Все указанные параметры идентичны приведенным на рис. 5. За величину требуемого грузового момента  $M_{\text{гр.макс}}$ , берется наибольшая величина грузового момента.

**Выбор башенного крана [2,4,5,6]:**

Вылет стрелы крана  $l_{\text{тр.стр}}$  определяется по формуле

$$l_{\text{тр.стр}} = \frac{d}{2} + b + c, \text{ м}, \quad (11)$$

где  $d$  – ширина подкранового пути (колеи), м;  $b$  – расстояние от оси головки подкранового рельса до ближайшей выступающей части здания, м;  $c$  – расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до выступающей части здания со стороны крана, м. В расчете можно принять  $\frac{d}{2} + b = 5$  м.

Необходимо иметь в виду, что расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части здания должно быть на 0,75 м больше радиуса габарита нижней части крана ( $R_{\text{н}}^r$ ) и на 0,5 м больше радиуса габарита верхней части крана или контргруза, подвешенного на противовесе стрелы ( $R_{\text{в}}^r$ ). Следовательно, нужно проверить, чтобы удовлетворялись следующие расчетные условия:

$$\frac{a}{2} + b \geq R_{\text{н}}^r + 0,75 \text{ и } \frac{a}{2} + b \geq R_{\text{в}}^r + 0,5. \quad (12)$$

Требуемая высота подъема крюка  $H_{\text{тр.кр}}$  определяется по формуле

$$H_{\text{тр.кр}} = h_0 + h_3 + h_э + h_c + h_{\text{п}}, \text{ м}, \quad (13)$$

где  $h_0$  – превышение опор монтируемого элемента над уровнем стоянки башенного крана, м;  $h_3$  – запас по высоте, м;  $h_э$  – высота или толщина элемента в монтажном положении, м;  $h_c$  – высота строп, м;  $h_{\text{п}}$  – высота полиспаста, м (см. рис. 7).

Величина грузовых моментов  $M_{гр}$  определяется по формуле (14):

$$M_{гр} = P_3^n \cdot L_{гр.ср}, (m \cdot м), \quad (14)$$

где  $P_3^n$  – масса поднимаемого груза, т; здесь

$$P_3^n = P_k^{max} + P_0^n,$$

где  $P_k^{max}$  – масса самого тяжелого конструктивного элемента, т;  $P_0^n$  – масса захватного приспособления, т;  $L_{гр.ср}$  – вылет крюка (стрелы) крана, необходимый для установки элемента, м.

Кран располагают за призмой обрушения грунта при открытом котловане. Призма обрушения грунта характеризуется предельным углом  $\psi$  наклона поверхности скольжения грунта, а в несвязных грунтах  $\psi$  равен углу внутреннего трения  $\varphi$  из [17, табл 1,2 Приложение 1]. В связных грунтах угол  $\psi$  больше угла внутреннего трения  $\varphi$ . При открытом котловане, из приведенных условий, ось кранового пути башенного крана должна быть расположена на расстоянии  $l$  от основания заложения откоса выемки определяется как:

$$l = l_{np} + l_0 + d, м, \quad (15)$$

где  $l_{np}$  – расстояние по горизонтали от основания откоса до пересечения поверхности скольжения с поверхностью грунта, м;  $l_0$  – ширина слоя балласта между каждой шпалой подкранового пути и линией пересечения поверхности скольжения с поверхностью грунта, м;  $d$  определяется из расстояния  $d/2+z$ , т.е. расстояния между осью крана и концом шпалы подкранового пути, м (рис. 8).

Расчетная схема расположения подкранового пути при открытом котловане представлена на рис. 8.

Для несвязных грунтов величина  $l_{np}$  определяется по формуле:

$$l_{np} = \frac{h}{\text{tg}\varphi/k}, м, \quad (16)$$

где  $h$  – высота котлована, м;  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта, град.;  $k$  – коэффициент запаса, принимается равным 1,15.

Наименьшее расстояние от основания откоса открытого котлована до конца шпалы подкранового пути должно соответствовать при глубине до 5 м приведена в [16, табл 1].

При глубине котлована более пяти метров величину заложения поверхности скольжения в связных грунтах вычисляют, исходя из угла

внутреннего трения  $\varphi$  и удельного сцепления грунта из [17, табл 1,2 Приложение 1]. Приближенно величина  $l_{np}$  может быть найдена по формуле (17) и по табл.5 :

$$l_{np} = \frac{h}{\text{tg } \psi / k}, \text{ м,} \quad (17)$$

где  $\psi$  – угол наклона поверхности скольжения связного грунта, определяемый по табл. 6;  $h, k$  – параметры такие же, как в формуле (16).

С учетом таких же условий определяется расположение самоходных кранов. Расстояние  $l$  от основания откоса до ближайших опор самоходных кранов будет определяться по формуле (18):

$$l = k \cdot l_{np}, \text{ м,} \quad (18)$$

где  $k$  – коэффициент запаса, принимается равным 1,15;  $l_{np}$  – определяется по формуле (17), м.

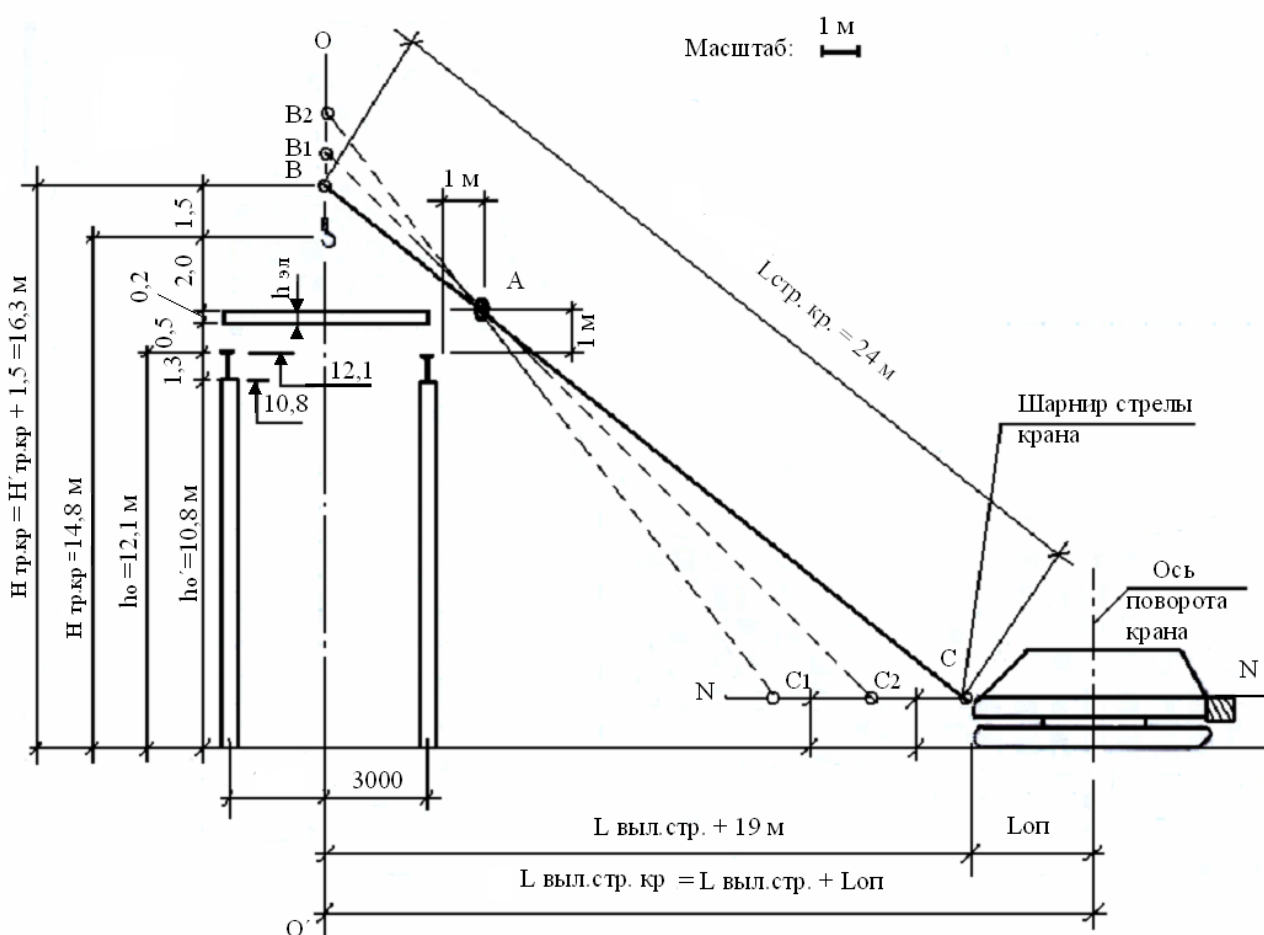
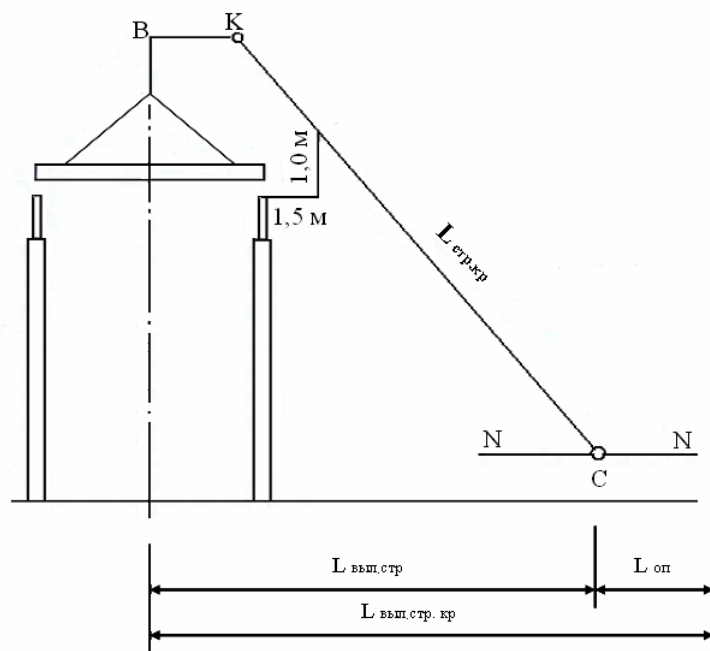
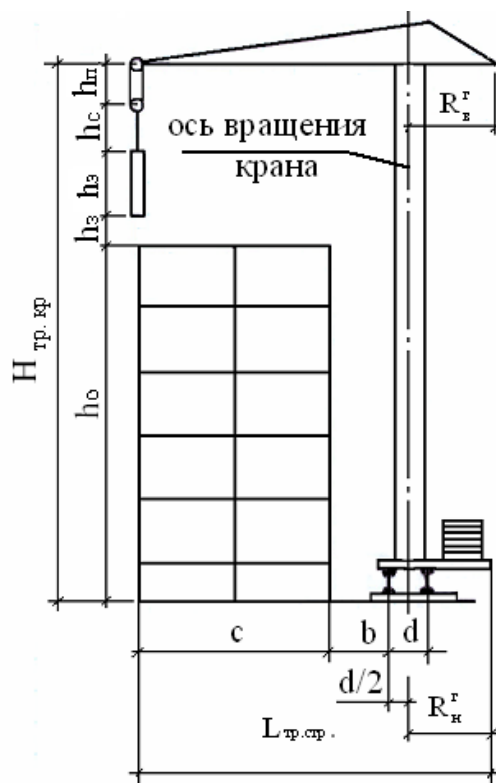


Рисунок 5. Схема для определения параметров крана графическим способом





*Рисунок 6. Схема для определения графическим способом параметров крана с гуськом*



*Рисунок 7. Схема для определения параметров башенного крана*

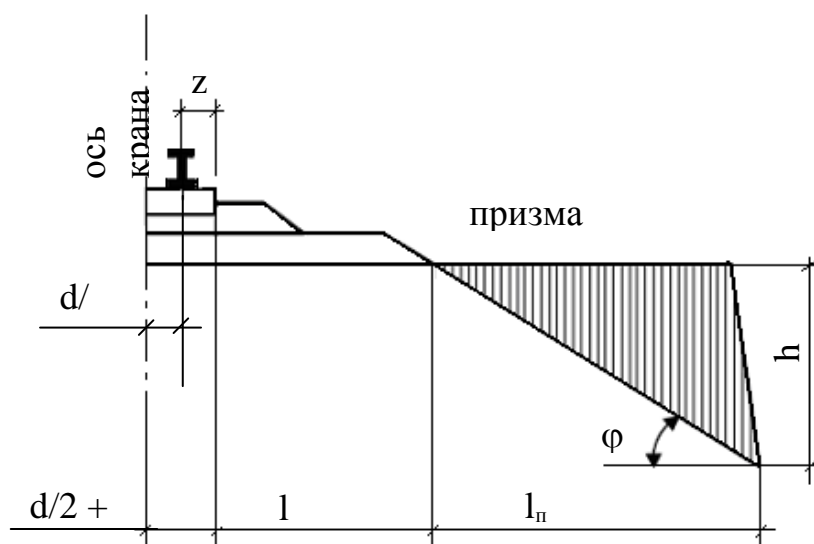


Рисунок 8. Расчетная схема расположения подкранового пути при открытом котловане

Таблица 4 -Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор кранов, м

Угол внутреннего трения, φ град.	Глина		Суглинок	
	при высоте котлована, м			
	8	10	8	10
25	55	43	43	37
20	63	52	52	46
15	71	61	61	55

Таблица 5 - Приближенные значения углов ψ связного грунта с учетом повышения угла внутреннего трения, сил сцепления и высоты котлована, град.

Глубина выемки, м	Грунт (в естественном состоянии)				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лессовый сухой
1	1,50	1,25	1,00	1,00	1,00
2	3,00	2,40	2,00	1,50	2,00
3	4,00	3,60	3,25	1,75	2,50
4	5,00	4,40	4,00	3,00	3,00
5	6,00	5,30	4,75	3,50	3,50

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ И МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Трудоемкость работ в человеко-днях (чел.-дн.), затраты в машино-сменах (маш.-см.) и нормативный состав звена рабочих определяются на основании ведомости объемов работ и ЕНиР по форме табл. 6 [13].

Таблица 6 - Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Номер ЕНиР	Н <sub>вр</sub> на ед. чел.-ч	Тру- до- затра- ты, чел.- см.	Наименование механизма	Н <sub>вр</sub> на ед., маш.-ч	Зат- раты, маш.- см.	Состав звена, чел.

Продолжительность работ  $T_p$  (в сменах) при работе одного подъемного крана определяется по формуле (19):

$$T_p = \sum \frac{P_i}{G_3 \cdot k}, \text{ ч.} \quad (19)$$

где  $P_i$  – объем работ по монтажу конструкций различного вида, шт.;  $G_3$  – соответствующая эксплуатационная производительность монтажного крана в смену при установке конструкций данного вида, шт./ч;  $k$  – коэффициент перевыполнения норм, принимается равным 1,2.

Определив трудовые затраты, продолжительность отдельных операций по возведению конструкций и стоимость трудовых затрат по ЕНиР, анализируют технически возможные варианты работ, затем проводится анализ вариантов. По результатам анализа принимают наиболее оптимальный вариант.

Трудовые затраты машиниста (чел.-дн.) соответствуют времени работы машин. При выполнении механизированного процесса с участием звена рабочих продолжительность работы подъемных кранов (маш.-см.) зависит от затрат времени звена рабочих.

#### 4. ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНОГО КРАНА

После определения характеристик выбираемых кранов, их сводят в табл. 7.

Выбор кранов производят путем сравнения требуемых характеристик рабочих параметров, приведенных в каталогах из [2,3].

Таблица 7-Технические характеристики кранов

№ п/п	Наименование и марка наиболее характерных монтажных элементов	Монтажные характеристики			
		$L_{тр.стр}, м$	$P, т$	$H_{тр.кр}, м$	$L_{выл.стр}, м$

Рабочие параметры выбранного подъемного самоходного, башенного кранов должны превышать требуемые по расчету. Из двух кранов-претендентов выбирают один у которого показатель грузового коэффициента лучше (использование кранов по грузоподъемности)  $K_1^g, K_2^g$  [4]:

$$K_1^g = \frac{P_{max}}{G}, \quad K_2^g = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n \cdot G}, \quad (20)$$

где  $P_{max}$  – масса наиболее тяжелого элемента, т;  $n$  – число монтируемых элементов;  $G$  – грузоподъемность крана (паспортная), т;  $\sum_{i=1}^{i=n} P_i$  – сумма масс всех монтируемых элементов (общая сумма масс из спецификации сборных элементов), т.

Сравниваемые краны по техническим характеристикам должны приблизительно совпадать между собой.

Число кранов  $N$ , необходимых для монтажа здания при заданной продолжительности и объеме работ, определяют из выражения (21):

Таблица 8 - Сравнение показателей монтажных кранов

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Варианты кранов	
			1	2
1.	Расчетная продолжительность монтажных работ	см.		
2.	Трудоемкость монтажных работ	чел.-см.		
3.	Трудоемкость монтажа 1 т конструкций	чел.-см./т		

$$N = \frac{V}{n \cdot t \cdot \Pi_3}, \quad (21)$$

где  $V$  – объем строительного-монтажных работ (общая масса монтируемых элементов), т;  $n$  – число смен в сутки;  $t$  – число рабочих дней;  $\Pi_3$  – сменная эксплуатационная производительность крана, т/см.

После определения основных показателей монтажных кранов по вариантам сводим их в табл. 8.

## **5. ВЫБОР ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ**

Основным, главным процессом при возведении зданий и сооружений является возведение строительных конструкций в проектное положение. Ведущей техникой в комплекте, при помощи которой возводят строительные конструкции, является подъемный кран. Транспортные средства хоть и важная составляющая в строительстве относится к вспомогательным [4,5,6].

### **5.1. Расчет необходимого количества транспортных средств**

Для перевозки конструкций используют специализированные транспортные средства, обеспечивающие их сохранность в процессе перевозки. Расчет необходимого количества транспортных средств  $m$  [4,5,6] производят по (22):

$$m = \frac{120 \cdot L / V + t_c + t_3}{a \cdot t_m}, \quad (22)$$

где  $L$  – расстояние от стройплощадки до завода, км;  $V$  – средняя скорость пробега, км/ч;  $t_c$  – продолжительность смены транспортных средств на стройплощадке, мин (5-10 мин);  $t_3$  – продолжительность смены полуприцепов на заводе, мин (5-10 мин);  $a$  – количество доставленных элементов, шт;  $t_m$  – продолжительность монтажа каждого элемента, мин.

Количество полуприцепов  $n$ , необходимых для бесперебойной доставки элементов с учетом одного полуприцепа, находящегося на заводе под погрузкой, и одного полуприцепа, находящегося у объекта под разгрузкой, определяется из равенства  $n = m + 2$ , шт.

Для строящегося объекта определяют продолжительность возведения элементов конструкций и вычерчивают график увязки работ с транспортными средствами- бетоновозов, помп и т.п.

Количество транспортных единиц рассчитывают по формуле

$$N = \frac{t_{\text{ц}}}{t_{\text{мон}}},$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла пробега автотягача с прицепом, мин;  $t_{\text{мон}}$  – продолжительность монтажа элементов, перевозимых за 1 рейс, мин.

Величину  $t_{\text{ц}}$  определяют по формуле (23):

$$t_{\text{ц}} = 60 \cdot \frac{2 \cdot L}{V_{\text{сп}}} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}}, \text{ мин}, \quad (23)$$

где  $L$  – дальность перевозки, км;  $t_{\text{п}}$  – время погрузки, мин;  $t_{\text{р}}$  – время разгрузки в процессе монтажа, мин;  $t_{\text{м}}$  – время маневрирования транспорта,  $t_{\text{м}} = 5$  мин;  $V$  – средняя техническая скорость движения транспорта, км/ч.

Для обслуживания одного крана при расстоянии транспортирования до 10 км можно применять два или три полуприцепа, а при расстоянии более 10 км необходимо не менее трех полуприцепов. При работе двух кранов и дальности транспортирования до 5 км один автотягач может обслужить до четырех полуприцепов.

Необходимо обеспечить согласованность работы кранов и транспортных средств. Для этого составляют графики доставки автотранспортом строительных материалов (представлен в табл. 9).

Эксплуатационная производительность  $Q_{\text{в}}$  вспомогательных комплектов машин определяется по формуле (24):

$$Q_{\text{в}} = P_{\text{вс}} / T_{\text{з}}, \text{ т/см. или т/ч}, \quad (24)$$

где  $P_{\text{вс}}$  – объем работ по выполнению процесса на захватке, принимается из ведомости объемов работ (см. табл. 2);  $T_{\text{з}}$  – продолжительность работ на захватке, ч.

Потребность в машинах, определяется в соответствии с объемом работ, сроками их выполнения и численностью рабочих по принятой схеме организации работ, по форме табл. 10.

Таблица 9-График доставки сборных элементов автотранспортом

№ п/п	Смена	Номер машины	Номер поездки	Наименование деталей	Марка деталей	Завод-изготовитель	Время, ч (мин)				
							прибытие на завод	выезд с завода	прибытие на стройку	выезд со стройки	общая продолжительность одной поездки

Таблица 10-Потребность в машинах, оборудовании, инструментах и инвентаре

№ п/п	Наименование	Тип	Марка	Кол-во, шт.	Техническая характеристика

Последовательность выполнения основных рабочих операций с указанием их продолжительности и распределения между отдельными рабочими звена представляется в виде пооперационного графика организации труда (табл. 11).

Таблица 11-Пооперационный график организации труда в звене при установке заданных конструкций

Операция	Время работы монтажников, мин				Исполнители	Общие затраты времени рабочих по разрядам, чел.-мин				Общее время, мин
	1-2	3-4	5-6	т.д.		VI	V	IV	III	

Следует соблюдать последовательность выполнения основных рабочих операций и создающих условия безопасного ведения строительных работ.

## 6. РАЗРАБОТКА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЯ

Строительные работы должны вестись по календарному плану производства строительных работ. Продолжительность строительства по графику не должен превышать нормативных сроков продолжительности строительства.

Календарный план производства работ составляется в виде графика-таблицы (табл. 12).

Продолжительность операций при составлении графика производства работ  $T$  [4,5,6] определяется по формуле (31):

$$T = \frac{V \cdot H_{вр}}{8 \cdot n \cdot N}, \text{ дн.}, \quad (25)$$

где  $V$  – объем выполняемых работ, принимается из ведомости объемов работ (табл. 2);  $H_{вр}$  – норма времени, маш-ч;  $n$  – количество смен в сутки;  $N$  – количество работающих механизмов.

Продолжительность выполнения ручных работ  $T_p$  определяется по аналогичной формуле (26):

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8 \cdot n \cdot N_p}, \text{ дн.}, \quad (26)$$

Таблица 12-Календарный план производства работ

Наименование процесса	Ед. изм.	Объем производства	Затраты труда		Состав звена	Продолжительность процесса, ч	Рабочие смены	
			рабочего, чел.-ч	машиниста, маш.-ч			1	2
							часы	
			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8				

где  $H_{вр}$  – норма времени на ручные работы, чел.-ч;  $N_p$  – количество рабочих, занятых на выполнение данной операции, чел.;  $V, n$  – то же, что и в формуле (25).

Графически, в правой части календарного графика, показывают последовательность выполнения работ и рассчитывают сроки их выполнения по формулам (25) или (26).



Продолжительность каждой работы обозначается горизонтальной линией.

В календарном плане показывают последовательность выполнения технологического процесса, над соответствующей линией записывают количество выполняющих его рабочих. Далее строят график движения рабочей силы. Построение сводится к суммированию количества рабочих, занятых на различных операциях в течение каждого дня.

График движения рабочей силы не должен иметь скачков, и в идеале он должен стремиться к плавному увеличению количества рабочих и после достижения их максимума плавно уменьшаться вплоть до окончания строительства.

При необходимости в календарном графике, с целью оптимизации следует вносить корректировку путем совмещения или изменения сроков начала и окончания выполнения работ без нарушения технологической последовательности строительных процессов.

Далее по графику движения рабочих рассчитывается коэффициент неравномерности движения рабочих  $K_{н.р.с}$  формуле (27):

$$K_{нч} = \frac{R_{max}}{R_{cp}} \leq 1,5, \quad (27)$$

где  $R_{max}$  – максимальное количество рабочих по графику, чел.;

$R_{cp}$  – среднее количество рабочих, которое определяется по формуле (28):

$$R_{cp} = \frac{N_1 \cdot l_1 + N_2 \cdot l_2 + \dots + N_n \cdot l_n}{\sum l}, \text{ чел.}, \quad (28)$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_n$  – количество рабочих, занятых на каждой ступени графика, чел.;  $l_1, l_2, \dots, l_n$  – продолжительность каждой ступени, дн.;  $l$  – общая продолжительность ведения работ, дн.

Среднее количество рабочих можно по суммарной трудоемкости производства работ, как

$$R_{cp} = \frac{\sum Q_i}{T_{кр}}, \text{ чел.}, \quad (29)$$

где  $\sum Q_i$  – суммарная трудоемкость производства работ, чел.-см.;  $T_{кр}$  – продолжительность работ по сетевому или календарному графику, дн.

Если  $K_{нч} > 1,5$ , то необходима корректировка графика.

## 6.1. Расчёт численности персонала. Расчет временных зданий

Расчет произведем по [20].

$$N_{\max} = 70\% \times R_{\max}, \quad (30)$$

где  $R_{\max}$  – наибольшее количество рабочих на площадке в 1 смену.

$$N_{\max} = 0,7 \times R_{\max}; N_{\text{инп}} = N_{\max} \times 0,12; N_{\text{мон}} = N_{\max} \times 0,03; \quad (31)$$

где  $N_{\text{инп}}$  – количество инженерно-технических работников;  $N_{\text{мон}}$  – количество младшего обслуживающего персонала

$$\text{Общее расчетное количество работников : } N = N_{\max} + N_{\text{инп}} + N_{\text{мон}};$$

Таблица 13-Расчет временных зданий

№ п/п	Наименование временных зданий	Нормы на 1 чел.		Числ-ть персонала	Расчетная площадь
		Ед. изм	Кол-во		
1	Контора строительства	м <sup>2</sup> /чел			
2	Диспетчерская	м <sup>2</sup> /чел			
3	Гардеробные	м <sup>2</sup> /чел			
4	Умывальные	м <sup>2</sup> /чел			
5	Душевые	м <sup>2</sup> /чел			
6	Помещение для обогрева рабочих	м <sup>2</sup> /чел			
7	Помещение для сушки одежды	м <sup>2</sup> /чел			
8	Помещение для приема пищи	м <sup>2</sup> /чел			
9	Туалет	м <sup>2</sup> /чел			
10	Красный уголок	м <sup>2</sup> /чел			

Таблица 14- Экспликация временных зданий

№ п/п	Наименование временных зданий	Расчетная Площадь, м <sup>2</sup>	Размеры в плане	Кол-во зданий	Принятая экспл.	Констр. хар-ка
1	Контора строительства и диспетчерская					
2	Гардеробная					
3	Умывальни. Душевые					
4	Помещение для обогрева и сушки одежды					
5	Помещение для приема пищи					
6	Туалет					
7	Красный уголок					

## **7. РАЗРАБОТКА МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

При составлении проекта производства работ должны быть предусмотрены следующие меры, обеспечивающие безопасные условия труда [9,10,18,19]. Привести указания по контролю качества производства строительно-монтажных работ на всех стадиях строительства и выполнения отдельных операций (пооперационный контроль).

### **7.1. Определение границ опасных зон на строительной площадке**

В стройгенплане показывают монтажную зону, зону работы крана и перемещения грузов, опасную зону дорог и зону работы подъемника. На стройгенплане они обозначаются соответствующими линиями.

Границы опасных зон, в пределах которых возможно возникновение опасности в связи с падением предметов, устанавливаются согласно рассчитываются по эмпирическим формулам [21].

При работе гусеничных кранов опасная зона в плане определяется по формуле:  $R=r+S$ , где  $R$  – радиус опасной зоны, м;  $r$  – наибольший вылет стрелы крана, м;  $S$  – предельно возможный отлет конструкции при обрыве стропов и свободном падении, м (рис.9)

в) При работе башенных кранов и перемещении грузов опасная зона в плане имеет длину и ширину, которые определяются по формулам:

длина  $L=l_{пк}+2R$ , м; ширина –  $N=2R$ , м,

где  $l_{пк}$ - длина подкранового пути в пределах концевых тупиков с амортизирующими упорами, м

Строительную площадку следует оградить для предотвращения несчастных случаев для посторонних лиц. Конструкция ограждений должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23407 – 78. Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, необходимо оборудовать сплошным защитным козырьком.

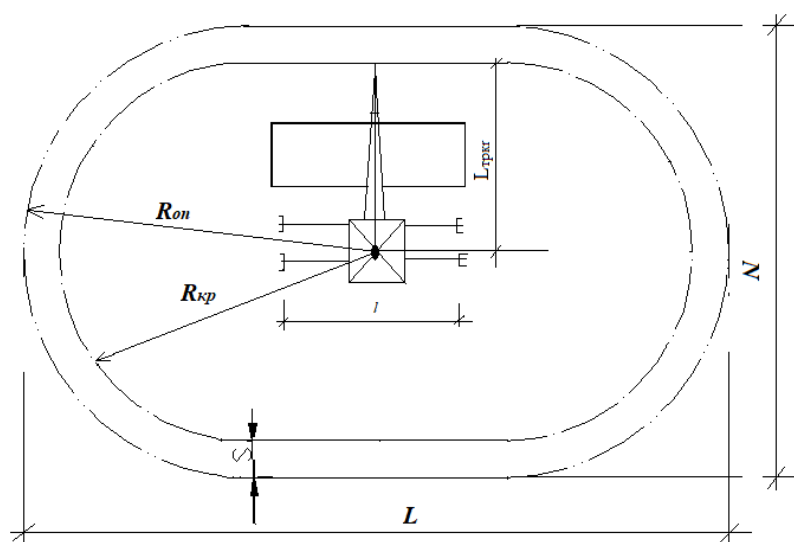


Рисунок 9. Схема определения опасной зоны работы крана

## 8. РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Строительный генеральный план (СГП) определяет организацию территории строительной площадки с учетом решений, принятых в проекте производства работ ППР и с учетом выше приведенных разделов. На СГП указывают с привязкой к реперу проектируемое здание а также другие сооружения, необходимые для возведения здания: склады закрытого и открытого типа; места расположения машин, оборудования и вспомогательных устройств, в том числе подкрановых путей; зоны действия и направления перемещения монтажных машин и транспортных средств, их рабочие стоянки, опасная зона работы крана; автодороги и проезды в пределах площадки; сети энерго и водоснабжения; административные и бытовые помещения, конторы, кладовые и т.д [8,11,12,14].

Показывают ограждения строительной площадки, монтажной зоны и т.д.

Места установки кранов показывают на СГП, исходя из условия обеспечения безопасных расстояний в процессе производства монтажных работ, для чего делается вертикальная привязка мест расположения машин и оборудования к возводимому сооружению [17,18,19].

## **9. СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

Графическая часть РГЗ должна содержать:

1. Стройгенплан
2. Календарный график производства работ
3. Схематический разрез здания с установкой кранов в масштабе 1:100, 1:200.
4. Графики грузоподъемности и высот подъема крюка крана с указанием массы монтажных элементов и вылета стрелы крана.
5. Указания по технике безопасности при производстве строительных работ.

## **10. СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Пояснительная записка к РГЗ должна содержать:

Содержание

1. Краткую характеристику объекта строительства и условий монтажа конструкций.
2. Ведомость расчета объемов монтажных работ.
4. Выбор монтажных машин, определение их основных параметров.
5. Выбор транспортных средств
5. Определение трудоемкости и продолжительности монтажных работ.
6. Календарный график производства работ при возведении конструкций, там же определение коэффициента неравномерности движения рабочих
7. Определения площадей и количества временных зданий
8. Мероприятия по безопасному производству работ.
9. Список использованных источников

Расчеты, приведенные в пояснительной записке, сопровождаются чертежами и схемами, которые выполняются в карандаше или в программном комплексе AutoCAD.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Теличенко В.И.* Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит. вузов/В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – М.: Высшая школа, 2004. – 446 с.
2. Каталог. Строительно-монтажные краны/Часть III. Башенные краны: ОАО ПКТИпромстрой, М. 2003.
3. Каталог. Стреловые самоходные краны технические характеристики 3-е переработанное и дополненное издание часть II пневмоколесные и гусеничные краны АО ПКТИпромстрой, М. 1996.
4. *Соколов Г. К.* Технология строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. К. Соколов. - 3-е изд., стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
5. *Хамзин С. К., Карасев А. К.* Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. пособие для строит, спец. вузов. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. - 216 с.
6. Технология строительного производства: Учебник для вузов. /С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. – М.: Стройиздат, 1984. – 559 с.
5. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. – Вып. 1. Здания и промышленные сооружения /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.
6. ЕНиР. Сборник 28. Монтаж подъемно-транспортного оборудования. – Вып. 2. Оборудование прерывного действия. /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 50 с.
7. СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
8. СП 48.13330.2019. Организация строительства СНиП 12-01-2004, М.2019
9. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования СНиП12-03-2001 Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), Москва 2001
10. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. Введ. 17.09.2002 Госстрой России.

11. ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.
12. ГОСТ Р 21.1101-2013 «Основные требования к проектной и рабочей документации».
13. ЕНиР. Сборник 4 Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций.
14. Михайлов А. Ю Организация строительства. Стройгенплан. М.-Инфра – Инженерия, 2016 г. – 172 стр.
15. Каталог. Грузозахватные приспособления: ОАО ПКТИпромстрой, М. 1997.
16. Рд-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. М.:2007. Зона доступа:  
<http://docs.cntd.ru/document/1200049202>
17. СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений (Зарегистрирован Росстандартом в качестве СП 22.13330.2010). Зона доступа:  
<http://docs.cntd.ru/document/5200033>
18. ГОСТ 12.3.033-84 ССБТ. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации.
19. ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (с Изменениями)
20. Гаевой АФ. Усик С. Курсовое и дипломное проектирования промышленных и гражданских здания /Ленинград, Стройиздат, 1987-264 с.
21. Методические указания по дипломному проектированию по разделу «Безопасность жизнедеятельности»/Сост. Е.М. Родина, Е.Н. Феоктистова.- Бишкек: КРСУ, 2009.-49с

*Акматов А.К.*

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ  
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
для студентов направления «Строительство»

Ответственный за выпуск *В. Г. Рудов*  
Компьютерная верстка *Г. Н. Кирпа*

Подписано в печать 24.11.2020.  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Печать офсетная.  
Объем 4,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 27

Издание подготовлено и отпечатано  
в отделе оперативной полиграфии  
Кыргызско-Российского Славянского университета  
720000, г. Бишкек ул. Киевская, 44