



ОСНОВЫ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

ТЕМА № 2. «НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ,
УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ РАСЧЕТАХ».

СЕНТЯБРЬ
2020

Составитель: доцент кафедры СМиК ААИ ЮФУ
Золотарева Л. А.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

ОБЩИЕ ТЕРМИНЫ

Долговечность: способность строительного объекта сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании.

Жизненный цикл: общий период времени существования здания или сооружения, начиная от начала строительства и до его сноса и утилизации.

Надежность строительного объекта: способности строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

Нормативный документ: документ, доступный широкому кругу потребителей и устанавливающий правила, общие принципы и характеристики, касающиеся определенных видов деятельности в области строительства и их результатов

ТЕРМИНЫ РАСЧЕТНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Воздействия: нагрузки, изменения температуры, влияния на строительный объект окружающей среды, действие ветра, осадка оснований, смещение опор, деградация свойств материалов во времени и другие эффекты, вызывающие изменение напряженно-деформированного состояния строительных конструкций. При проведении расчетов воздействия допускается задавать как эквивалентные нагрузки.

Нагрузки: внешние механические силы (вес конструкций, оборудования, снегоотложения, людей и т.п.), действующие на строительные объекты.

Несущая способность: максимальный эффект воздействия, реализуемый в строительном объекте без превышения предельных состояний.

Нормативные характеристики физических свойств материалов: значения физико-механических характеристик материалов, устанавливаемые в нормативных документах или технических условиях и контролируемые при их изготовлении, при строительстве и эксплуатации строительного объекта.

Расчетные критерии предельных состояний:

соотношения, определяющие условия реализации предельных состояний.

Расчетные ситуации: учитываемый при расчете сооружений комплекс наиболее неблагоприятных условий, которые могут возникнуть при его эксплуатации и возведении.

Частные коэффициенты надежности:

коэффициенты надежности по нагрузке,
коэффициенты надежности по материалу,
коэффициенты условий работы и коэффициенты надежности по ответственности сооружений - коэффициенты, за счет использования которых учитываются возможные неблагоприятные отклонения расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также необходимость повышения надежности для отдельных видов строительных объектов.

НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Основным показателем надежности строительных объектов является невозможность превышения в них предельных состояний при действии наиболее неблагоприятных сочетаний расчетных нагрузок в течение расчетного срока службы.

Надежность строительных конструкций и оснований следует обеспечивать на стадии разработки общей концепции сооружения, при его проектировании, изготовлении его конструктивных элементов, строительстве и эксплуатации.

РАСЧЕТНЫЕ СИТУАЦИИ

При расчете конструкций должны быть рассмотрены следующие расчетные ситуации:

- **установившаяся** - ситуация, имеющая продолжительность, близкую к сроку службы строительного объекта (например, эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса);
- **переходная** - ситуация, имеющая небольшую по сравнению со сроком службы строительного объекта продолжительность (например, изготовление, транспортирование, монтаж, капитальный ремонт и реконструкция строительного объекта);
- **аварийная** - ситуация, соответствующая исключительным условиям работы сооружения (в том числе и при особых воздействиях), которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В зависимости от ответной реакции строительного объекта нагрузки и воздействия подразделяют на:

статические, при действии которых допускается не учитывать ускорения и силы инерции строительных объектов;

динамические, вызывающие заметные ускорения и силы инерции строительных объектов.

Тип воздействия (статический или динамический) устанавливают в соответствующих нормативных документах.

Для оценки реакции строительного объекта при динамических воздействиях необходимо использовать соответствующие динамические модели. В этом случае параметры напряженно-деформированного состояния (усилия, напряжения, перемещения и др.) определяют в результате динамического расчета. Динамические воздействия допускается приводить к эквивалентным статическим нагрузкам за счет введения соответствующих коэффициентов динамичности, учитывающих возникающие в сооружениях силы инерции.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАГРУЗОК

В зависимости от продолжительности действия нагрузки следует подразделять на:

постоянные - нагрузки, изменение расчетных значений которых в течение расчетного срока службы строительного объекта пренебрежимо мало по сравнению с их средними значениями;

длительные - нагрузки, сохраняющие расчетные значения во время эксплуатации длительное время;

кратковременные - нагрузки, длительность действия расчетных значений которых существенно меньше срока службы сооружения;

особые - нагрузки и воздействия нормируемые (например, сейсмические, в результате пожара) и аварийные (например, при взрыве, столкновении с транспортными средствами, при аварии оборудования и отказе работы несущего элемента конструкции), создающие аварийные ситуации с возможными катастрофическими последствиями.

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

Основными характеристиками нагрузок являются их расчетные или нормативные значения, устанавливаемые соответствующими нормами проектирования и/или заданиями на проектирование. Расчетное значение нагрузки в тех случаях, когда установлено ее нормативное значение, определяют умножением нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке.

Коэффициент надежности по нагрузке учитывает в условиях нормальной эксплуатации сооружений возможное отклонение нагрузок в неблагоприятную (или меньшую) сторону от их нормативных значений.

Расчетные значения нагрузок и воздействий, зависящих от территориальных климатических условий (снеговые и ветровые нагрузки, воздействия температуры и др.), допускается определять непосредственно по расчетному периоду их повторяемости, который может зависеть от рассматриваемого предельного состояния.

РАСЧЕТНЫЕ КОМБИНАЦИИ НАГРУЗОК

Для каждой расчетной ситуации необходимо учитывать все возможные неблагоприятные расчетные сочетания (комбинации) нагрузок, которые следует устанавливать на основе результатов анализа всех возможных реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок и с учетом возможности реализации различных схем приложения кратковременных нагрузок или отсутствия некоторых из них.

Вероятность одновременного достижения несколькими нагрузками их расчетных значений, соответствующая вероятности достижения одной нагрузкой ее расчетного значения, учитывается коэффициентами сочетаний нагрузок, значение которых не должно превышать 1,0.

В зависимости от учитываемой комбинации нагрузок следует различать:

а) **основные сочетания нагрузок**, состоящие из постоянных, длительных и (или) кратковременных нагрузок;

б) **особые сочетания нагрузок**, включающие в себя особые нагрузки.

Расчетные комбинации нагрузок и численные значения коэффициентов сочетания устанавливают в нормативных документах по назначению нагрузок.

СВОД ПРАВИЛ СП 20.13330.2016

АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ

СНИП 2.01.07-85*

Настоящий свод правил устанавливает требования по назначению нагрузок, воздействий и их сочетаний, учитываемых при расчетах зданий и сооружений по предельным состояниям первой и второй групп, в соответствии с положениями ГОСТ 27751.

Дополнительные требования по назначению расчетных нагрузок допускается устанавливать в нормативных документах на отдельные виды сооружений, строительных конструкций и оснований.

Для зданий и сооружений I и II уровней ответственности дополнительные требования к нагрузкам и воздействиям на строительные конструкции и основания необходимо устанавливать в соответствующих нормативных документах, технических заданиях на проектирование с учетом рекомендаций, разработанных специализированными организациями.

СБОР НАГРУЗОК

Сбор нагрузок - начальный этап, представляющий собой процедуру суммирования всех силовых воздействий на рассчитываемую конструкцию.

В зависимости от расчетной ситуации нагрузка может быть поверхностной (кН/м^2), линейной (кН/м) или сосредоточенной (кН).

Нагрузка поверхностная - нагрузка, прилагаемая непрерывно к данной поверхности, приходящаяся на единицу площади действия (на квадратный метр).

Нагрузка линейная (погонная) - нагрузка, прилагаемая непрерывно к данной поверхности, приходящаяся на единицу длины (на метр) или при площади опирания нагрузки более 10 см^2 .

Нагрузка сосредоточенная - нагрузка, прилагаемая к весьма малой площадке (точечная нагрузка) или при площади опирания нагрузки менее 10 см^2 .

«ГРУЗОВАЯ ПЛОЩАДЬ»

К поверхностным (распределенным по площади) нагрузкам относятся: собственный вес ограждающих конструкций (перекрытий, покрытий), эксплуатационные (полезные) нагрузки на перекрытия, вес снегового покрова на покрытия, давление ветра.

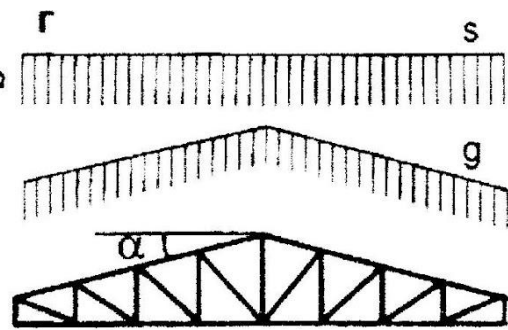
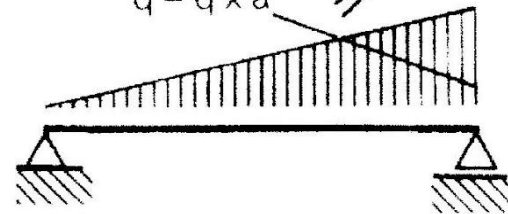
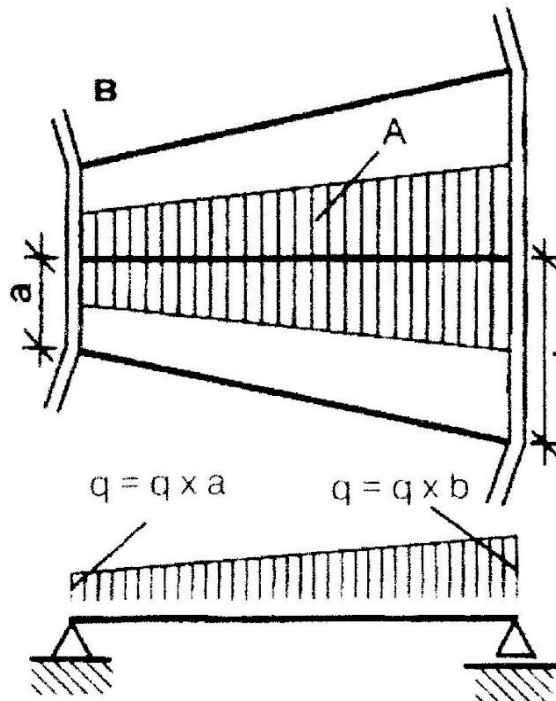
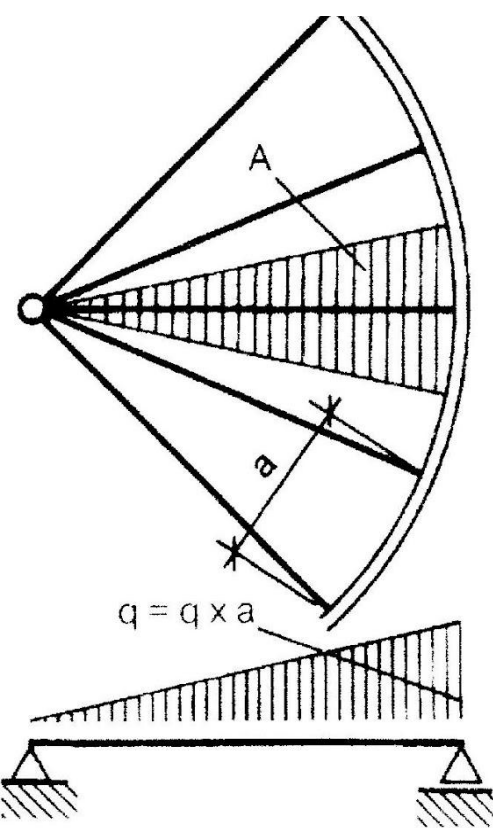
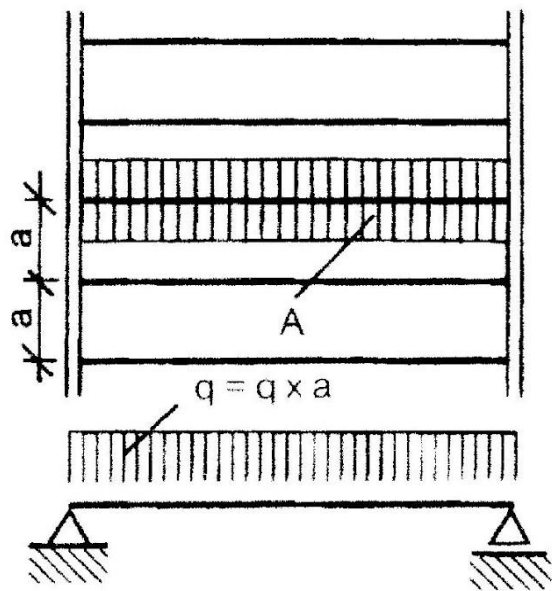
Для определения линейной и сосредоточенной нагрузок используется понятие «**грузовая площадь**», означающее геометрическую площадь, приходящуюся на рассчитываемую конструкцию или ее узел. Например, грузовая площадь A , приходящаяся на узел фермы, равна шагу фермы B , умноженному на расстояние по горизонтали b между узлами.

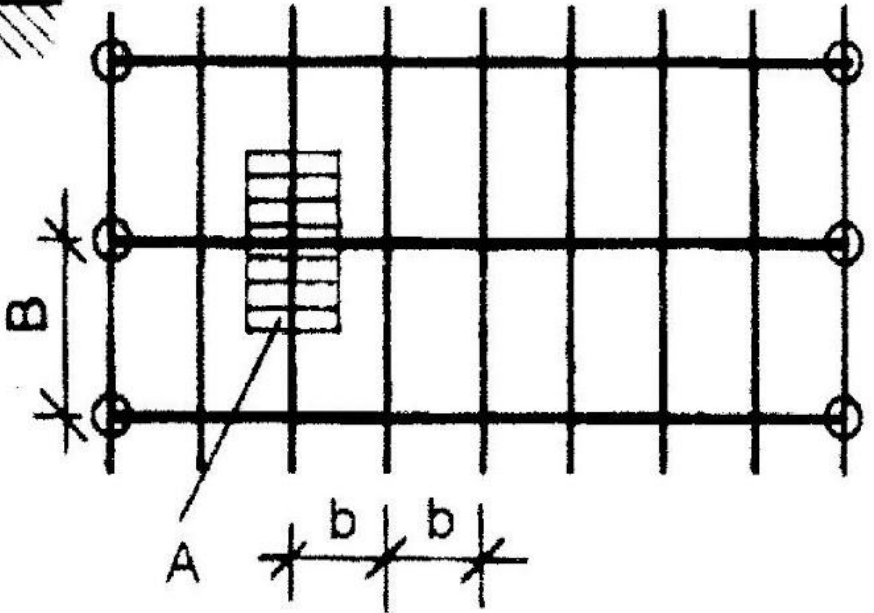
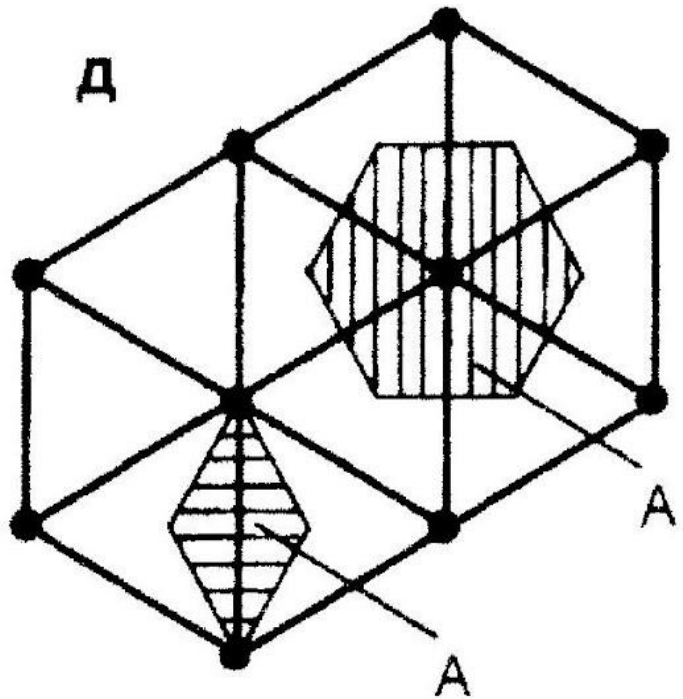
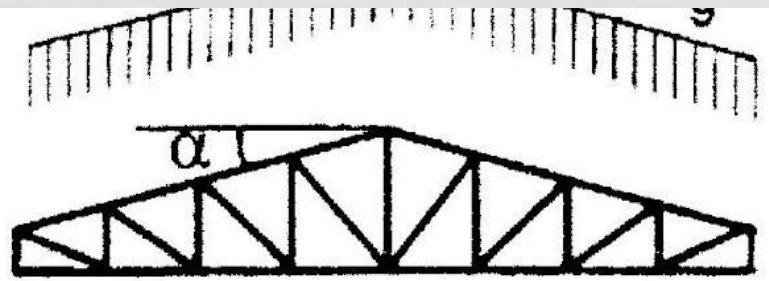
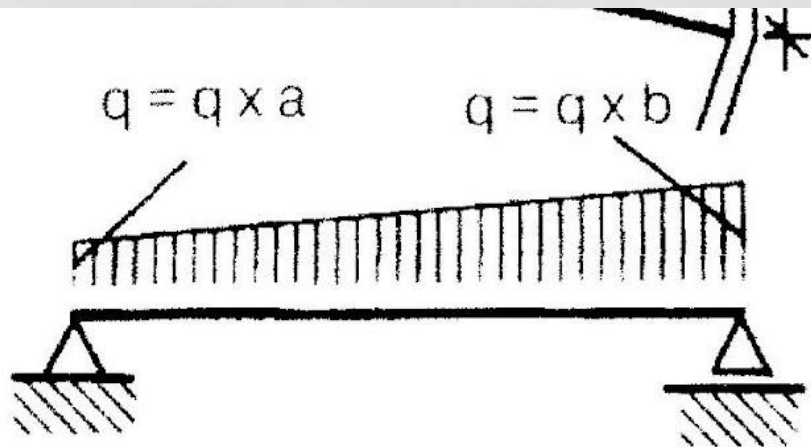
Линейную нагрузку определяют умножением поверхностной нагрузки на ширину грузовой площади (шагу элементов).

Сосредоточенную нагрузку определяют умножением поверхностной нагрузки на грузовую площадь. Так, например, сосредоточенные нагрузки на узел фермы равны:

от снега: $P = S \times A$;

от веса кровли: $G = g \times A / \cos \alpha$.





СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ИЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ

Его выполняют методами строительной механики в соответствии с расчетными моделями конструкций.

Расчетные модели (расчетные схемы, основные предпосылки расчета) конструкций - первый этап, должны отражать действительные условия их работы. При этом должны учитываться факторы, определяющие напряженно-деформированные состояния, особенности взаимодействия элементов конструкций, пространственная работа конструкций, их геометрические характеристики и др. условия.

Современные программные комплексы автоматизированного проектирования позволяют решать самые разнообразные задачи определения усилий, действующих в самых сложных конструктивных системах. Для архитектора на стадии выбора конструктивного решения иногда важно просчитать простую конструкцию (элемент) «вручную» для того, чтобы наглядно проследить ее работу.

ПОДБОР СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ

Подбор сечений элементов - четвертый этап расчета - называют конструктивным расчетом. Формулы для непосредственного подбора сечений существуют только для простых случаев - центрального растяжения и изгиба. В большинстве вариантов приходится предварительно назначать габариты, геометрию и сечения конструкций с последующей проверкой прочности, устойчивости и деформаций.

СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГРУНТОВ

Основными характеристиками прочности материалов, используемых при проектировании, служат нормативные значения их прочностных характеристик. При назначении расчетных характеристик материалов следует учитывать возможные отличия свойств материала в образцах и реальных конструкциях (размерные эффекты, изменение свойств во времени, различия температурных условий и т.п.). Нормативные значения характеристик материалов и грунтов, зависящих от других параметров, могут быть получены расчетным путем на основе положений, принятых в нормах проектирования конструкций.

ТАБЛ.1. СБОР НАГРУЗКИ НА 1 М² ПОКРЫТИЯ.

| N | Наименование нагрузки и формула подсчета | Нормативная нагрузка, кг/м ² | К-т над-ти | Расчетная нагрузка кг/м ² |
|-----|--|---|------------|--------------------------------------|
| 1. | I. Постоянная Кровельное покрытие (эластобит) 2 слоя $\delta = 6 \text{ мм } \gamma = 1700 \text{ кг/м}^3$ $0,006 \times 1700 =$ | 10 | 1,2 | 12 |
| 2. | Дощатый настил сплошной (доска 30мм) $0,03 \times 900 =$ | 45 | 1,1 | 49,5 |
| 3. | Гидроизол. пленка , $\delta=6\text{мм}$, $\gamma =1700\text{кг/м}^3$ $0,06 \times 1700 =$ | 10 | 1,2 | 12,24 |
| 4. | Утеплитель, , $\delta=150\text{мм}$, $\gamma =200\text{кг/м}^3$ $0,15 \times 200 =$ | 30 | 1,2 | 36 |
| 6. | Стропила 100x50мм $0,1 \times 0,15 \times 1 \times 900 =$ | 4,5 | 1,1 | 4,95 |
| 7. | Пароизоляция (1 слой гидроизола) | 2,5 | 1,2 | 3 |
| 8. | Рейки для потолка (50x60мм) $0,05 \times 0,06 \times (100/50) \times 900 =$ | 5,4 | 1,3 | 4,3 |
| | Итого $g_1 =$ | 107,4 | - | 121,99 |
| 9. | I. Временная Покрытие потолка (гипсокартон) $V_2 =$ | 26 | 1,2 | 31 |
| 10. | Снеговая. Малоизученный район. $P =$ | 84 | 1,4 | 120 |
| 11. | Полезная (люди) $V_1 =$ | 100 | 1,3 | 130 |
| | ВСЕГО: $g_1 + V_1 + V_2 + P =$ | 317,4 | - | 402,99 |

ТАБЛ.2. СБОР НАГРУЗКИ НА 1 М² ПЕРЕКРЫТИЯ (ЖИЛЫЕ КОМНАТЫ, КОРИДОРЫ).

| N | Наименование нагрузки и формула подсчета | Нормативная нагрузка, кг/м ² | К-т надежность и | Расчетная нагрузка кг/м ² | |
|----------------------|--|---|------------------|--------------------------------------|---------|
| I. Постоянная | | | | | |
| 1. | Паркет, $\delta=15\text{мм}$, $\gamma=550\text{ кг/м}^3$ $0,015 \times 550 =$ | 8,25 | 1,3 | 24,75 | |
| 2. | Фанера, $\delta=12\text{мм}$, $\gamma=550\text{ кг/м}^3$ $0,012 \times 550 =$ | 6,6 | 1,3 | 8,58 | |
| 3. | Гидроизол. мастика | 2,5 | 1,2 | 3,0 | |
| 4. | Цем.песчан. стяжка , $\delta=40\text{мм}$, $\gamma=2000\text{кг/м}^3$ $0,04 \times 2000 =$ | 80 | 1,3 | 104 | |
| 5. | Перегородки | 50 | 1,2 | 60 | |
| 6. | Ж/б плита, $\delta=200\text{ мм}$, $\gamma=2500\text{ кг/м}^3$ $0,20 \times 2500 =$ | 500 | 1,1 | 550 | |
| | Итого | $g_1 =$ | 647,35 | 750,33 | |
| II. Временная | | | | | |
| 7. | Лестницы | $V_2 =$ | 300 | 1,2 | 360 |
| 8. | Полезная (квартира) | $V_1 =$ | 150 | 1,3 | 195 |
| 9. | Подвесной потолок 2 слоя ГКЛ | $V_3 =$ | 26 | 1,2 | 31,2 |
| | ВСЕГО: | Лестницы $g_2 + V_2 + V_3 =$ | 973,35 | - | 1141,53 |
| | | Перекрытие $g_1 + V_1 + V_3 =$ | 823,35 | - | 976,53 |